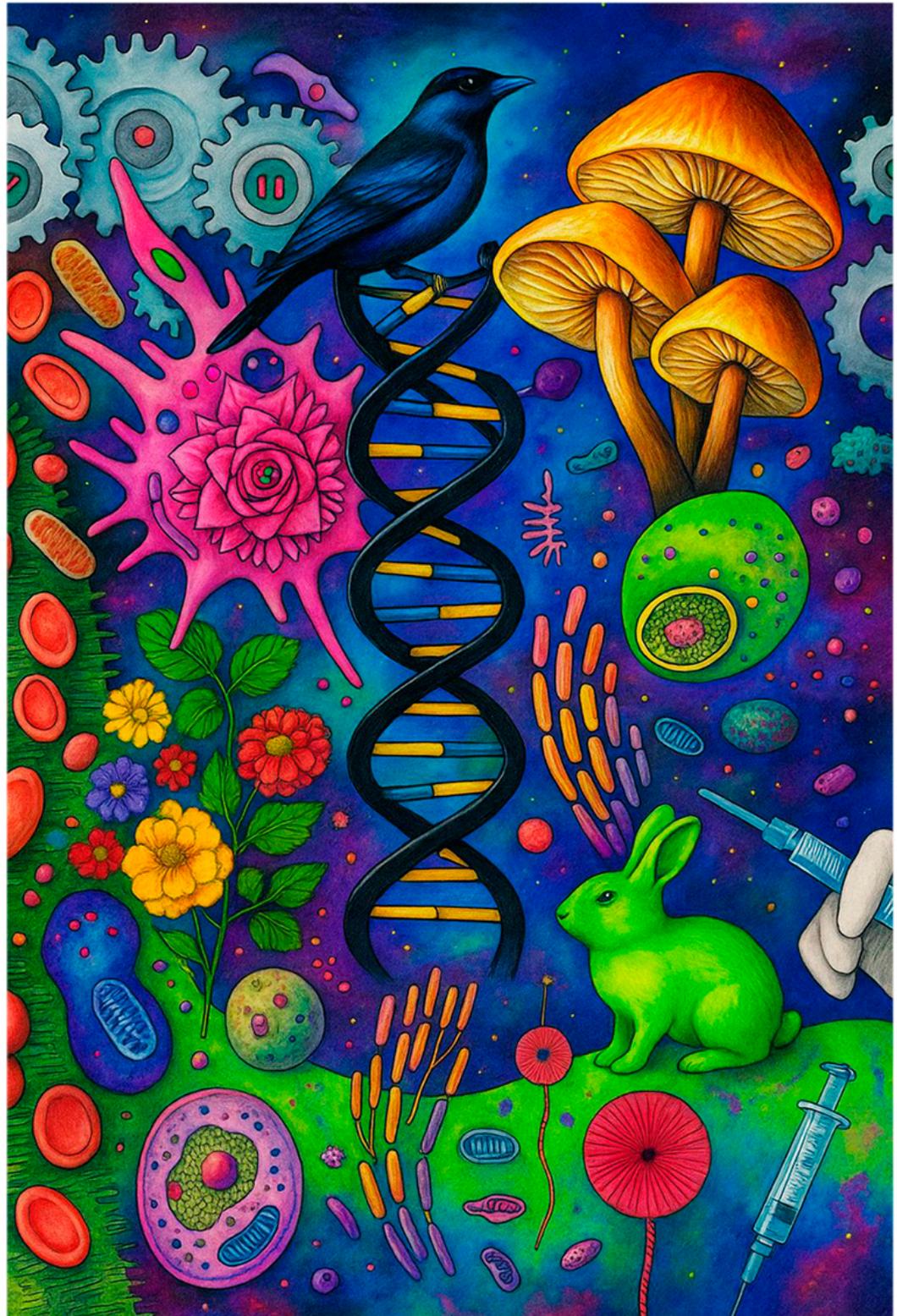


BIOLOGÍA



AUTORES:

Adriana Patricia Salinas - Luciano Martín Perrotta
María Angélica Gil - Andrea Celeste Isaguirre
Ignacio Alejandro Vargas



Facultad de Química
Bioquímica y Farmacia

MÓDULO DE INGRESO

BIOLOGÍA

AUTORES:

Adriana Patricia Salinas - Luciano Martín Perrotta
María Angélica Gil - Andrea Celeste Isaguirre
Ignacio Alejandro Vargas



Universidad
Nacional
de San Luis

ÍNDICE

I- Objetivos generales del módulo	4
II- Programa del módulo	5
III- Introducción	6
UNIDAD 1: La ciencia de la vida	7
1.1- Ciencia: características	7
1.2- Ciencia: metodología	9
1.3- Relación entre la ciencia y las universidades	13
1.4- Observando la historia de la biología y sus protagonistas	15
1.4.1- La ciencia no sólo la hacen los hombres	16
1.5- Actividades	17
1.6- Bibliografía	17
UNIDAD 2: La química de la vida	19
2.1- Elementos Químicos	19
2.2- Compuestos Inorgánicos	22
2.2.1- El Agua	22
2.3- Compuestos Orgánicos	30
2.4- Biomoléculas o Moléculas biológicas	33
2.4.1- Carbohidratos	33
2.4.2- Lípidos	40
2.4.3- Proteínas	46
2.4.4- Ácidos nucleicos	52
2.5- Actividades	56
2.6- Bibliografía	62
UNIDAD 3: Características de la vida	63
3.1- Estudio de la vida	63
3.1.1- Organización	64
3.1.2- Estructura	66
3.1.3- Metabolismo	68
3.1.4- Nutrición	72
3.1.5- Reproducción	73
3.1.6- Crecimiento	77
3.1.7- Desarrollo	78
3.1.8- Movimiento	79
3.1.9- Irritabilidad	82
3.1.10- Homeostasis	85
3.1.11- Adaptación	88
3.2- Actividades	90
3.3- Bibliografía	95
Glosario	96

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.

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:

- Farmacia
- Ingeniería en Alimentos
- Licenciatura en Biología Molecular
- Licenciatura en Biotecnología
- Licenciatura en Bioquímica
- Licenciatura en Ciencias Biológicas
- Licenciatura en Ciencia y Tecnología de los Alimentos
- Licenciatura en Química
- Profesorado Universitario en Biología
- Profesorado Universitario en Química
- Tecnicatura Universitaria en Esterilización
- Tecnicatura Universitaria en Laboratorios Biológicos
- Tecnicatura Universitaria en Química

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 esta 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 1: 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 (Figura 2).



Figura 2: 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). Fuente: 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 y brujería.

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 (Figura 3).



Figura 3: 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. (Figura 4).

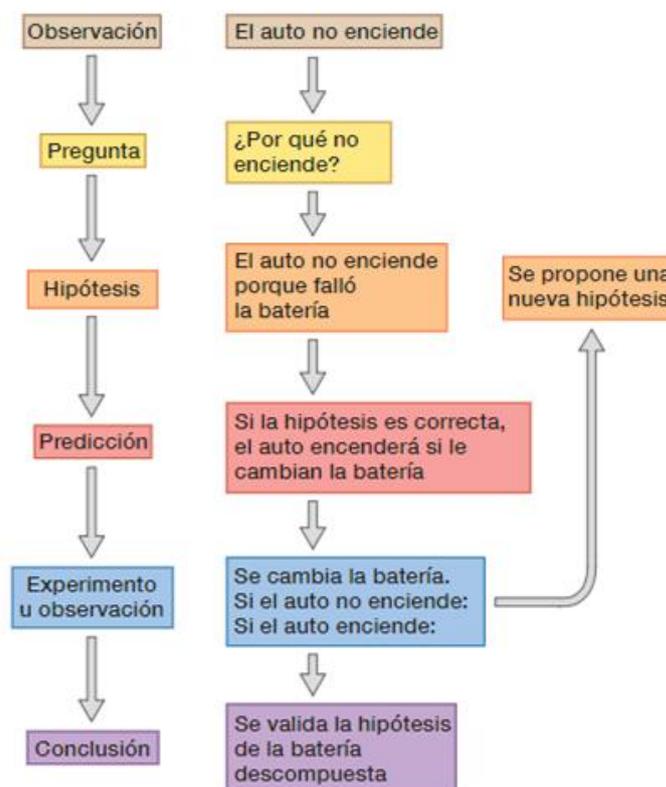


Figura 4: El esquema muestra los pasos y relaciones entre las distintas etapas de la metodología científica más comúnmente empleada en las ciencias naturales y un ejemplo de la vida real.

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** utiliza las observaciones y las inducciones de la ciencia del descubrimiento para generar la búsqueda de las causas y las explicaciones naturales de esas 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 falsable, 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** científica no se trata de adivinar el futuro sino, de realizar un trabajo susceptible de probarse con observaciones cuidadosamente controladas llamadas **experimentos**.

Veamos el siguiente ejemplo:

En el laboratorio de Biología criamos guppys (*Poecilia reticulata*) (Figura 5) 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? Esta fue nuestra primera pregunta, la cual fue seguida por varias hipótesis.



Figura 5: Guppies, *Lebistes (Poecilia reticulata)*. Hembra y macho de la especie.

Hipótesis 1: Los guppies se están envenenando con algún producto químico que está en el agua.

Hipótesis 2: Los guppies se están muriendo por la elevada temperatura del agua de la pecera, debido a que está muy cerca de una estufa del laboratorio.

Las predicciones planteadas son las siguientes:

Para la hipótesis 1: *Predicción:* Si se encuentran productos químicos que contaminan el agua de las peceras, entonces la causa de la mortalidad de los guppies será por la presencia de contaminantes. El experimento en este caso sería llenar peceras con agua de red, la usada hasta ahora y peceras con agua previamente analizada, libre de contaminantes y así evaluar la respuesta de los peces.

Para la hipótesis 2: *Predicción:* Si las peceras se encuentran muy próximas a una estufa, entonces el calor excesivo podría estar matándolos. El experimento consistirá en medir la temperatura del agua y colocar las peceras a diferentes temperaturas.

Siguiendo la primera predicción decidimos llevar a cabo los experimentos con diferentes grupos:

- Grupo 1: grupo control. Se colocaron 10 guppies en la "pecera saludable" con agua sin contaminantes y a temperatura adecuada.
- Grupo 2: grupo experimental. Se colocaron 10 guppies en la "pecera no saludable" con agua de red sin analizar y a temperatura adecuada.
- Grupo 3: grupo experimental. Se colocaron 10 guppies en la "pecera no saludable" con agua analizada previamente y a diferentes temperaturas.

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

En los Grupos 2 y 3 siempre se mantuvo una de las variables constantes.

Después de 48 horas, el grupo experimental 2 (los peces en el acuario con agua de red) no presentó variaciones en el comportamiento con respecto al grupo control.

En el mismo período, el grupo experimental 3 comenzó a presentar movimientos letárgicos.

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 horas. 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.

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 posgrado, 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 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.



Figura 6: Louis Pasteur.



Figura 7: Gregor Mendel.

Gregor Mendel (1822-1884)

Fue maestro, científico, matemático y un hombre de fe al punto de desempeñarse como monje agustino. 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

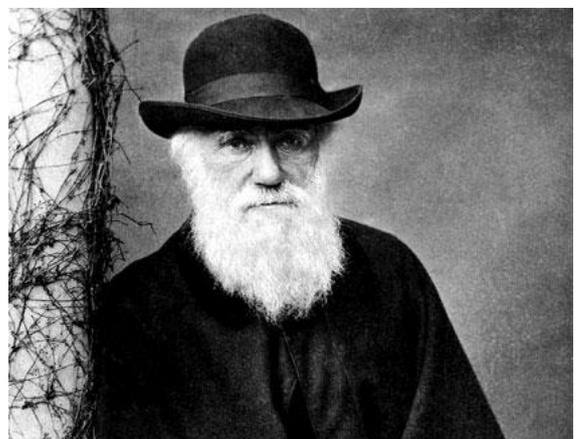


Figura 8: Charles Darwin.

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.



Figura 9: César Milstein.

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 le otorgaba a la mayoría de las mujeres de ciencia.



Figura 10: Rosalind Franklin.



Figura 11: Lynn Margulis.

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 simbioses.

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.



Figura 12: Irene Bernasconi.



Figura 13: Andrea Gamarnik.

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 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. A partir del esquema presentado en la Figura 4 (Página 10), definir los pasos que integran el método científico, detallando su propósito dentro del proceso investigativo.
2. En grupos de dos integrantes, formular un ejemplo extraído de la vida cotidiana que pueda ser abordado mediante los pasos utilizados en una investigación científica en el campo de la Biología.
3. Con base en el ejercicio anterior, identificar y enumerar las diferencias entre el concepto de hipótesis y el de predicción.
4. Analizar cuáles son las características que distinguen al conocimiento científico de otras formas de conocimiento, como el religioso o el astrológico.
5. Según la lectura del fragmento del Estatuto de la Universidad Nacional de San Luis, reflexionar sobre la relación entre la ciencia y la universidad. ¿Cuál es la función que las universidades cumplen en la sociedad?
6. Explicar los motivos que condujeron a la elección de la carrera seleccionada.

Bibliografía

- ▶ Bermúdez, G. 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*, 12(1), 66–90. Asociación de Profesores Amigos de la Ciencia: EUREKA.
- ▶ Grajales, A. A., & Negri, N. (2017). *Introducción al pensamiento científico* (1.ª ed.). Universidad Nacional de La Plata, Facultad de Ciencias Jurídicas.
- ▶ CONICET. (2021, septiembre 16). *Mujeres en la ciencia*. <https://www.conicet.gov.ar/ser-mujeres-en-la-ciencia/>
- ▶ Real Academia Española. (2021, septiembre 15). *Ciencia*. <https://dle.rae.es/ciencia>
- ▶ Universidad de Valencia. (2021, septiembre 15). ¿Qué es la ciencia? Confusiones de una historiadora. *Mètode. Revista de difusió de la investigació*. <https://metode.es/revistas-metode/monograficos/que-es-la-ciencia.html>
- ▶ BBC Mundo. (2015, agosto 7). *Louis Pasteur y la guerra contra los gérmenes*. https://www.bbc.com/mundo/noticias/2015/08/150707_iwonder_louis_pasteur_guerra_cont_ra_germenes_finde_dv
- ▶ Khan Academy. (s.f.). *Charles Darwin y la selección natural*. <https://es.khanacademy.org/science/ap-biology/natural-selection/natural-selection-ap/a/darwin-evolution-natural-selection>
- ▶ Mujeres con Ciencia. (2014, mayo 9). *El caso de Rosalind Franklin*. <https://mujeresconciencia.com/2014/05/09/el-caso-de-roosalind-franklin/>
- ▶ Mujeres con Ciencia. (2015, marzo 5). *Lynn Margulis, bióloga*. <https://mujeresconciencia.com/2015/03/05/lynn-margulis-biologa/>
- ▶ Télam. (2020, octubre). *Algunos nombres de las mujeres de ciencia en la Argentina: Irene Bernasconi*. <https://www.telam.com.ar/notas/202010/523809-algunos-nombres-de-las-mujeres-de-ciencia-en-la-argentina.html>

UNIDAD 2: 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), el más liviano, hasta el uranio (U), el más pesado. Pero 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), magnesio (Mg), yodo (I) y cobre (Cu) también están presentes, aunque en menores cantidades.

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) y circulan entre los organismos vivos y su entorno inanimado. Se distribuyen en 3 grupos de acuerdo con su porcentaje (Figura 14):

- 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.

BIOELEMENTOS

H																	He
Li	Be											B	C	N	O	F	Ne
Na	Mg											Al	Si	P	S	Cl	Ar
K	Ca	Sc	Ti	V	Cr	Mn	Fe	Co	Ni	Cu	Zn	Ga	Ge	As	Se	Br	Kr
Rb	Sr	Y	Zr	Nb	Mo	Tc	Ru	Rh	Pd	Ag	Cd	In	Sn	Sb	Te	I	Xe
Cs	Ba	La	Hf	Ta	W	Re	Os	Ir	Pt	Au	Hg	Tl	Pb	Bi	Po	At	Rn

▬ Elementos primarios
 ▬ Elementos secundarios
▬ Oligoelementos

Figura 14: Ubicación de los elementos biogénicos de acuerdo con 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 durante las reacciones metabólicas de los organismos. Además, son muy solubles en agua, favoreciendo su incorporación y eliminación en los seres vivos.
- ▶ **Abundan en las capas más externas de la tierra.** Estos son abundantes en la naturaleza, por lo tanto están disponibles fácilmente para su adquisición. Los seres vivos pueden formar estructuras y realizar sus funciones metabólicas a partir de elementos simples, por ejemplo el dióxido de carbono (CO₂). 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 CO₂ (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 y también en la molécula del agua.

OXÍGENO

Presente en todas las moléculas orgánicas, indispensable en las reacciones realizadas durante la respiración celular y la fotosíntesis.

NITRÓGENO

Es constituyente de las proteínas y de las bases nitrogenadas en los ácidos nucleicos. Su forma inorgánica NO₃⁻ (nitrato) es aprovechada por las plantas.

FÓSFORO

Interviene en la constitución del tejido óseo. Forma parte de la molécula del ATP (Adenosín Trifosfato) que es la energía disponible para la célula. Constituyente de los ácidos nucleicos y de los fosfolípidos de la membrana celular.

AZUFRE

Forma parte de moléculas orgánicas, como por ejemplo las proteínas.

Grupo II

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

SODIO

Es el catión extracelular más importante que permite generar potenciales de membrana, indispensable para la vida de la célula.

POTASIO

Es el principal catión intracelular que permite generar potenciales de membrana, juntamente con el sodio.

CLORO

Es el anión extracelular más importante que en la regulación de la presión osmótica celular es decir regular la cantidad de agua que entra y sale de la célula.

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.

MAGNESIO

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.

COBRE

Interviene en la absorción del hierro intestinal.

COBALTO

Es parte de la molécula de la vitamina B12.

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 (Figura 15).

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.

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 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 (Figura 16)

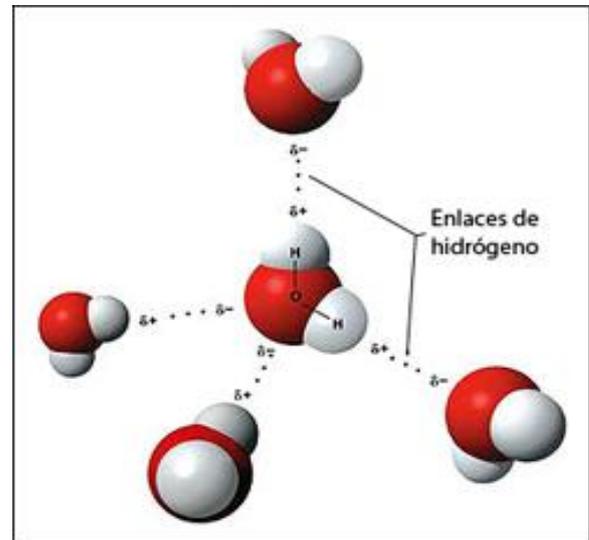


Figura 16: Enlaces puentes de hidrógeno entre moléculas de agua.

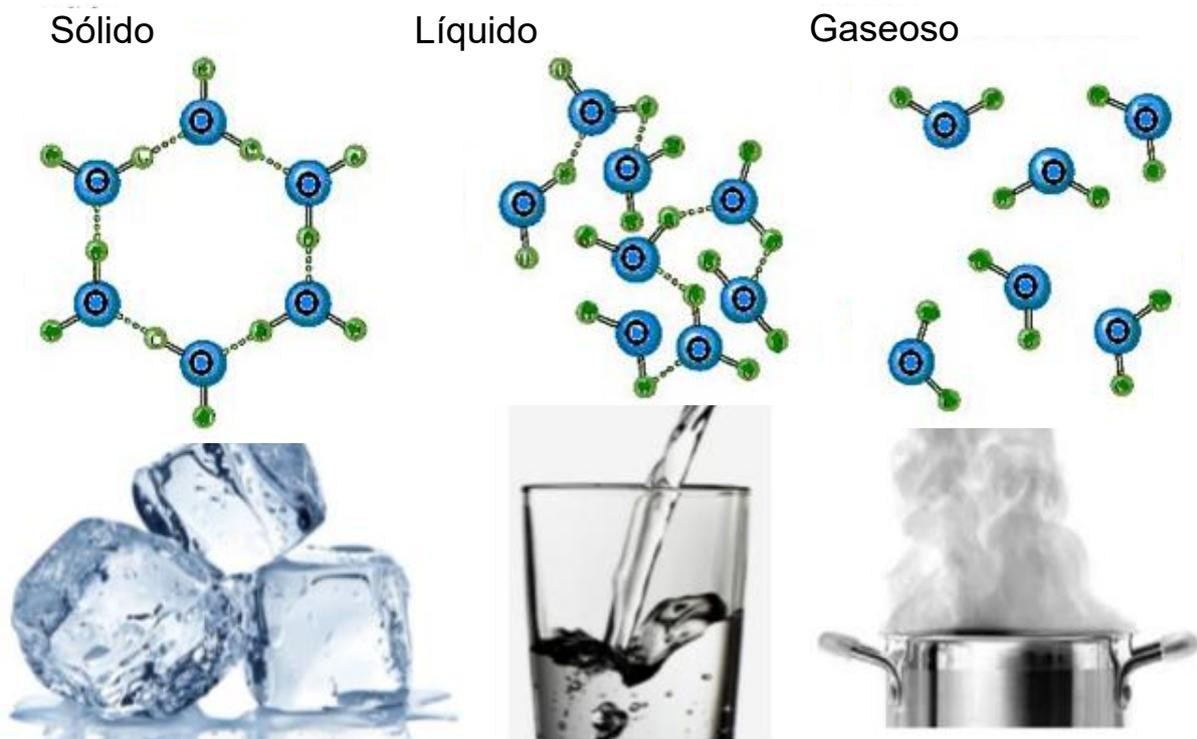


Figura 17: Moléculas de agua con la representación de la uniones puente hidrógeno entre moléculas de agua en distintos estados.

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

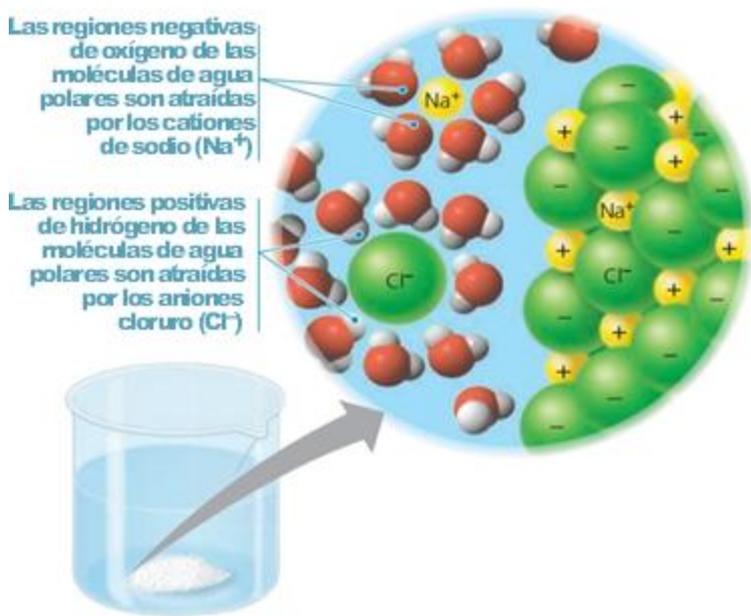
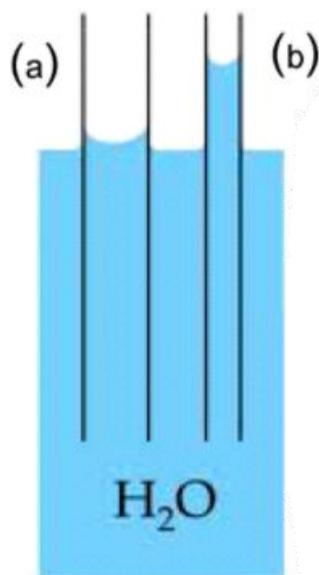


Figura 18: Agua disolvente universal. Moléculas de agua polares interactuando con iones positivos y negativos.

hidrofóbicas (que repelen el agua), como por ejemplo las gotas de aceite (Figura 19), presentes en los seres vivos que revisten especial importancia debido a su capacidad de formar estructuras que **no se disuelven** en el agua.

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, incluso contra la fuerza de la gravedad (Figura 20).

Figura 20: 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.



Figura 19: Gotas de aceite en agua. Hidrofobia.

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.

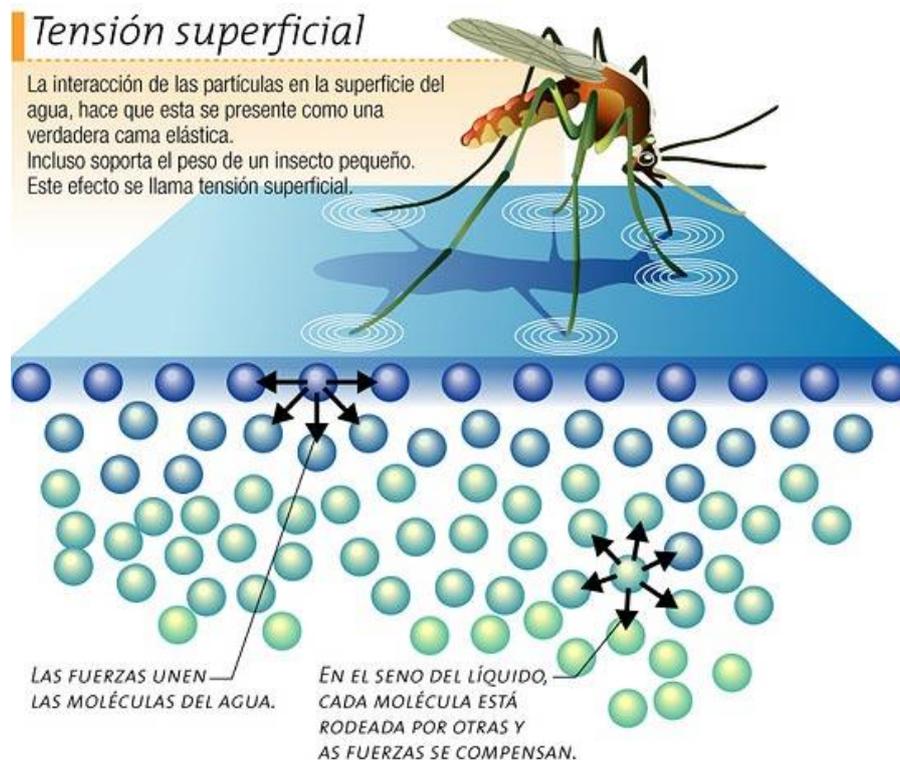


Figura 21: Tensión superficial.

El agua tiene un alto grado de tensión superficial debido a la cohesividad de sus moléculas, las cuales ejercen mayor atracción entre sí que hacia 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 (Figura 21).

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 0°C, 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 4°C; a temperaturas mayores, el agua comienza a expandirse de nuevo a medida que aumenta la velocidad de sus moléculas. Como resultado, el hielo 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, 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 (Figura 22).

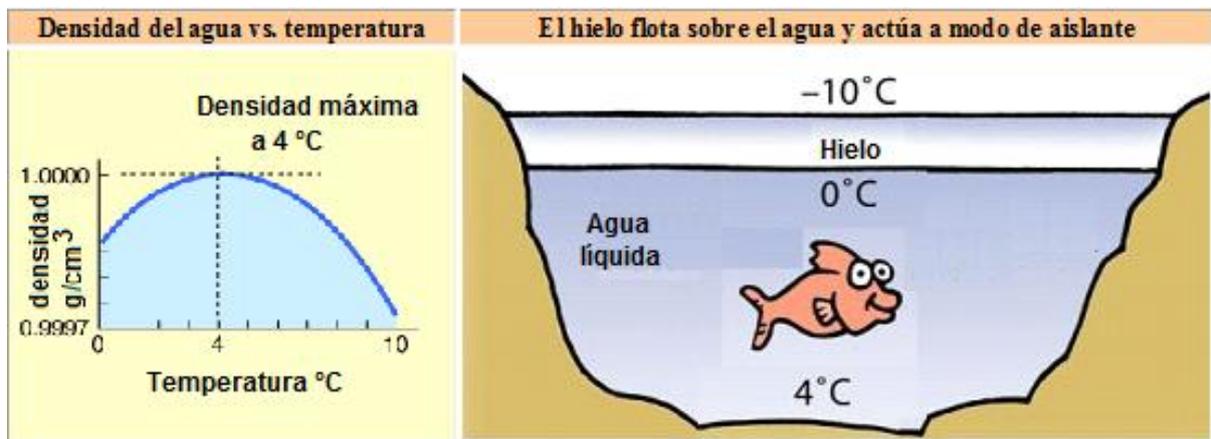


Figura 22: Los estados del agua están relacionados con su densidad. Gracias a esto, el hielo (agua en estado sólido) flota sobre el agua en estado líquido, permitiendo la vida en lugares donde las temperaturas llegan a bajar más allá del punto de solidificación de esta.

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 es una medida de la cantidad 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 (Figura 23)

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.

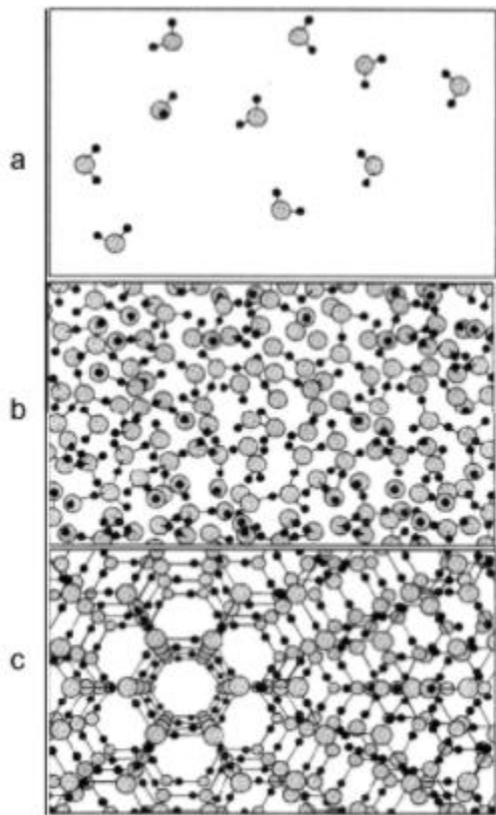


Figura 23: Figura 9: El agua puede existir como gas (vapor de agua), líquido o sólido (hielo). Estas tres formas difieren en la magnitud de formación de enlaces de hidrógeno. (a) Cuando el agua hierve, se rompen los enlaces de hidrógeno. Las moléculas de agua del vapor que se forma están muy separadas 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. Nótese los enlaces de hidrógeno regulares uniformemente distanciados en la superestructura del hielo. Fuente: Solomon et al. (1998), *Biología de Ville*.

vegetal puede mantenerse fresca bajo la luz solar intensa cuando el agua se evapora de su superficie (Figura 25).

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 oxhidrilo (anión) y un protón (catión).

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 intervalo estrecho de temperatura.

Si bien, el agua se evapora a cualquier 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 el 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 (Figura 24). Al hacerlo, llevan consigo su energía térmica (y, con ello, se reduce la temperatura). Por esta razón el cuerpo humano puede disipar el calor excesivo cuando el sudor se evapora de la piel, y una hoja

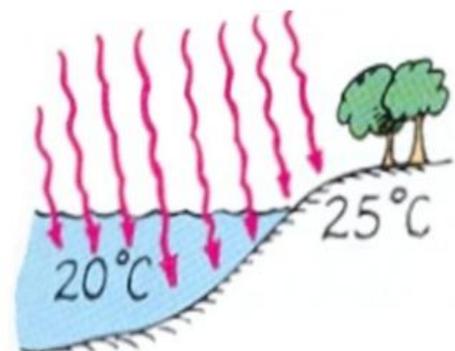


Figura 24: Esta figura muestra cómo el agua puede absorber la radiación del sol y no variar la temperatura en relación con el medio que la rodea.



Figura 25: La transpiración explica la forma que tenemos los seres vivos para bajar nuestra temperatura corporal.

Muchos autores usan el término hidroxilo en vez de oxhidrilo, pero el significado para este curso es el mismo.

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 oxhidrilo. 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 (Figura 26).

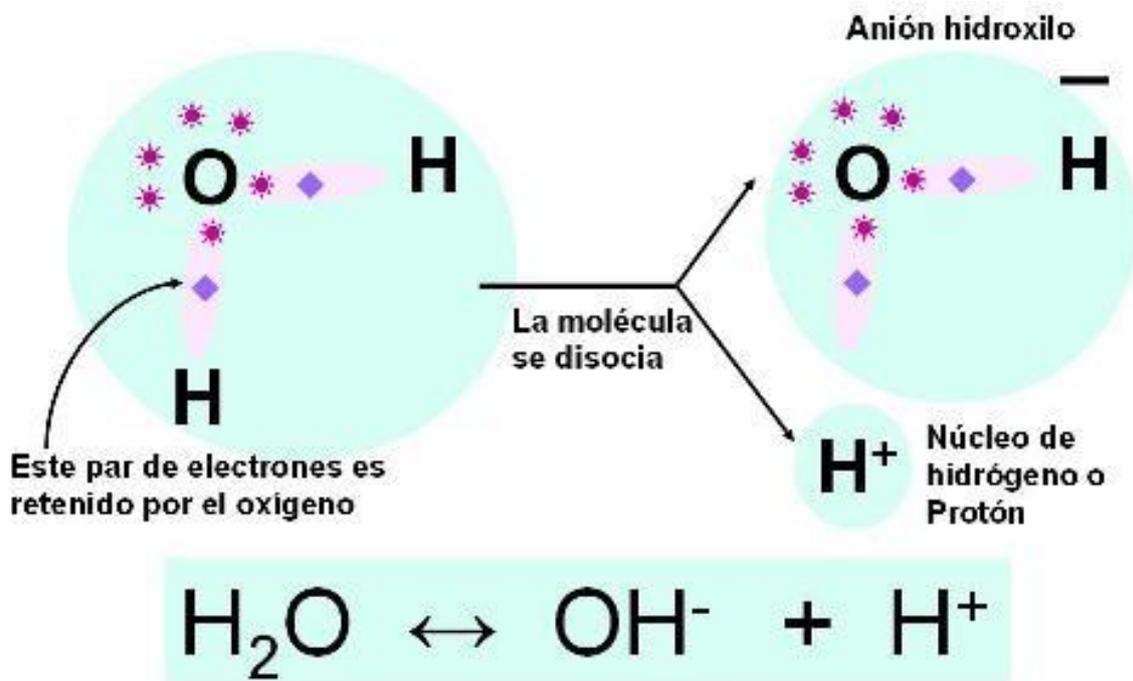


Figura 26: La disociación del agua es una reacción reversible en la cual una molécula de agua se separa en dos iones: un grupo hidroxilo y un protón.

El agua tiene una baja tendencia a ionizarse. Cuando esta reacción ocurre, se obtienen un OH^- y un H^+ . En el agua pura, la concentración de oxhidrilos es igual a la de protones, siendo estos equivalentes a 10^{-7} mol/L (una de cada 10.000.000 de moléculas se rompen).

$$[\text{OH}^-] = [\text{H}^+] = 10^{-7} \frac{\text{mol}}{\text{L}} \quad (1)$$

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

$$\text{pH} = -\log[\text{H}^+] \quad (2)$$

La escala de pH va de 0 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 (Figura 27).

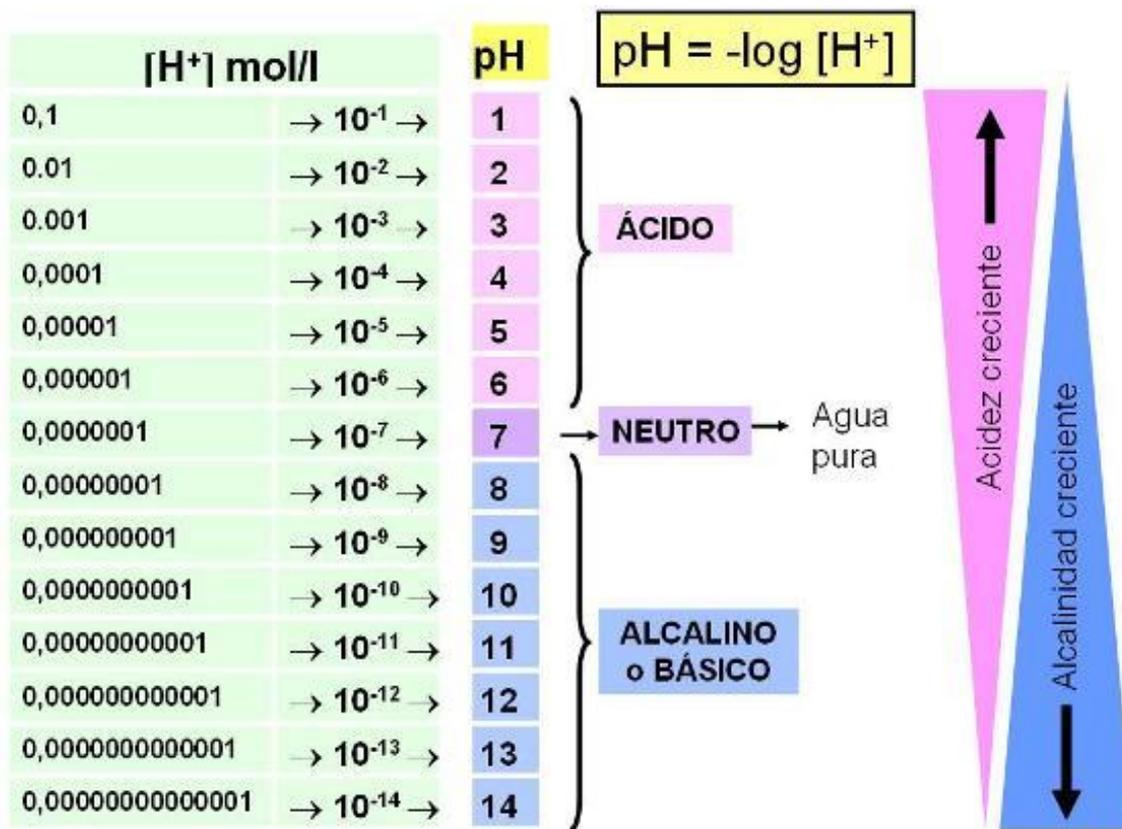


Figura 27: Escala de pH. Las soluciones con pH = 7 son neutras porque las concentraciones de H⁺ y OH⁻ son iguales. Cuanto más desciende el pH respecto de 7, más iones H⁺ están presentes y tanto más ácida es la solución. Al aumentar el pH por encima de 7, la concentración de iones H⁺ disminuye y la de iones OH⁻ aumenta, lo que hace más alcalina o básica la solución.

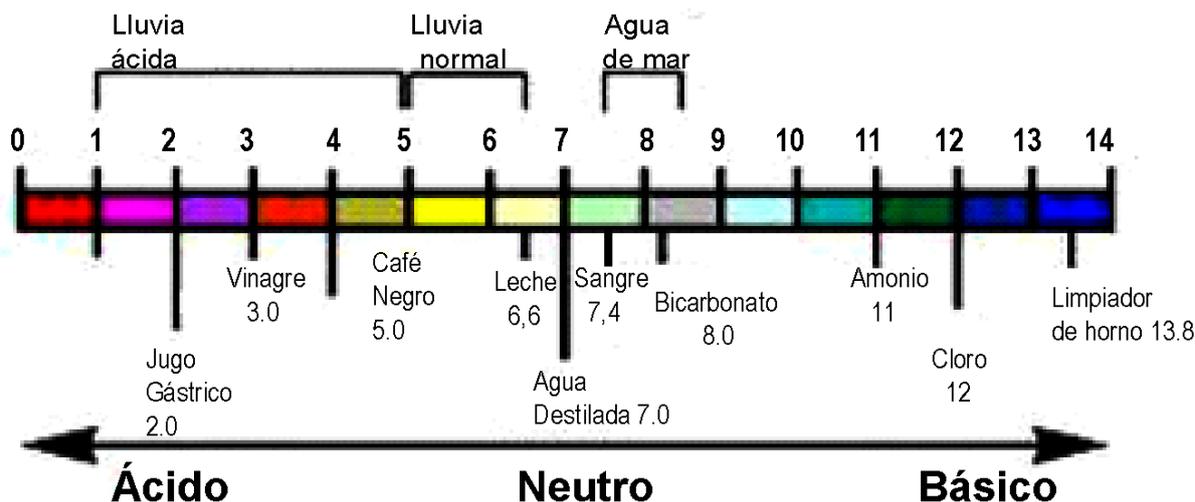


Figura 28: Valores de pH de sustancias conocidas

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

Para A

$$[H^+] = 0,001 \frac{\text{mol}}{\text{L}} = 10^{-3} \frac{\text{mol}}{\text{L}} \Rightarrow \text{pH} = 3$$

Para B

$$[\text{H}^+] = 0,0001 \frac{\text{mol}}{\text{L}} = 10^{-4} \frac{\text{mol}}{\text{L}} \Rightarrow \text{pH} = 4$$

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

Compuestos Orgánicos

Características 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 (biomoléculas). 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 pueden ser simples, dobles o triples según el número de electrones que se comparten (Figura 29).

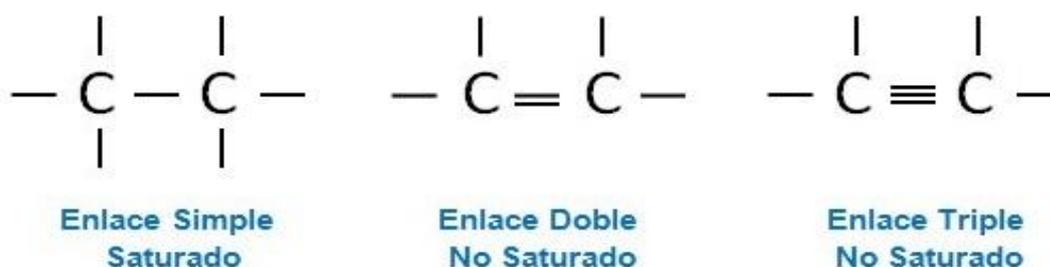


Figura 29: Esquema de los tipos de enlaces que el átomo de carbono puede formar.

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 (Figura 30).

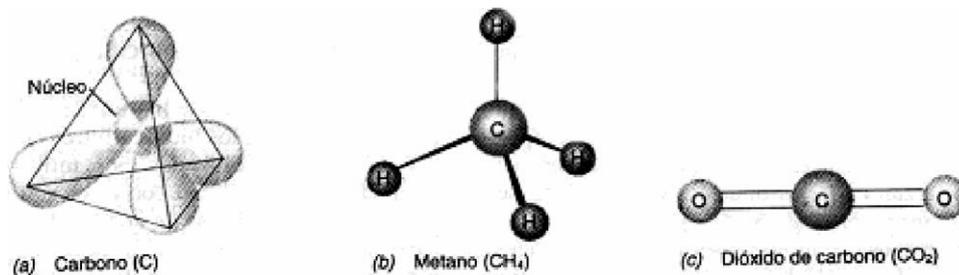


Figura 30: Un átomo de carbono puede formar cuatro enlaces covalentes en el espacio tridimensional. (a) Los enlaces de un átomo de carbono apuntan a los cuatro vértices de un tetraedro, disposición que maximiza la distancia entre los átomos unidos con el de carbono. (b) El metano consiste en un solo 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. Fuente: Modificado de Bioquímica de Lehninger (1983).

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 (sin afinidad con el agua), y no interactúan con facilidad con otros compuestos. Sin embargo, las características de una molécula pueden modificarse 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 (con afinidad al agua), de manera que se asocian fuertemente con las moléculas de agua.

Como se ilustra en la Figura 31, 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 al que se une 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 ₃ CH ₂ -O-CH ₃	Metoxi-etano o Metil,etil-eter
2	Aldehído	R-C(=O)H R-CHO			-al aldhído	CH ₃ CH ₂ -CO-H	Propanal o propanalaldehído
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

Figura 31: 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 oxhidrilo** (abreviado R-OH) es polar debido a la presencia de un átomo de oxígeno, fuertemente electronegativo. Si un grupo oxhidrilo 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 oxhidrilo, la molécula resultante es la del alcohol etílico o etanol. El etanol o alcohol etílico puede disolverse en agua debido a que los grupos oxhidrilos, polares, interactúan con las moléculas de agua (que también son polares) (Figura 32).

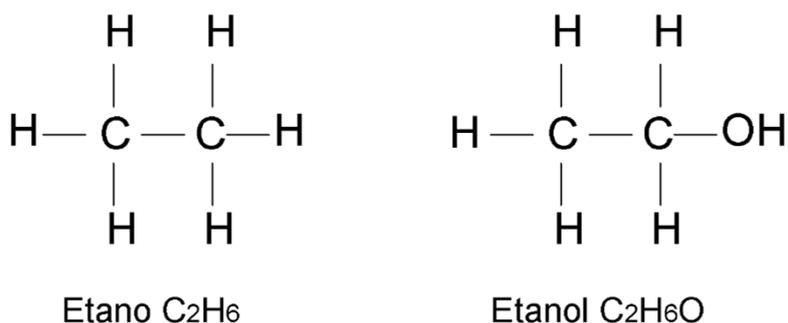


Figura 32: Esqueletos de la molécula de Etano y Etanol, respectivamente. Se puede observar el grupo oxhidrilo en el etanol responsable de su gran solubilidad en agua.

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, siendo cetona o aldehído.

Un **aldehído** tiene un grupo carbonilo en el extremo del esqueleto de carbono (que se representa como R-CO). Un ejemplo es la molécula de glucosa.

Una **cetona** tiene un grupo carbonilo interno, ubicado entre dos átomos de carbono (que se representa como R-CO-R). Un ejemplo es la molécula de fructosa.

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 representa como R-NH₂) 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 (protón), de modo que adquieren una unidad de carga positiva. Estos grupos son componentes de los aminoácidos y los ácidos nucleicos.

El **grupo fosfato** (PO₄³⁻) contiene un átomo de fósforo unido a cuatro átomos de oxígeno. Los grupos fosfato presentan carga negativa y están presentes en algunas moléculas de lípidos y en los ácidos nucleicos.

Biomoléculas o 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** (Figura 33). 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. Estas moléculas forman diversas combinaciones, por ello, las encontramos en distintos tipos de células y tejidos de un mismo organismo.

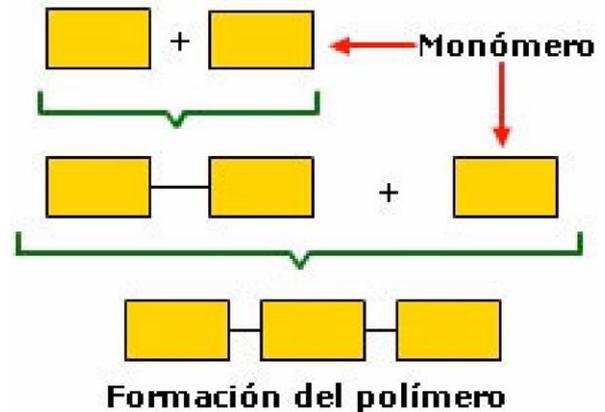


Figura 33: Polimerización. Los monómeros se enlazan para formar polímeros.

Los polímeros pueden ser degradados en sus monómeros constituyentes por **hidrólisis** (que significa "romper con agua") (Figura 34). En una reacción regulada por una enzima específica, un hidrógeno de una molécula de agua se une a un monómero, y el oxhidrilo restante de la molécula de agua se une al monómero adyacente. Vemos a continuación un ejemplo.

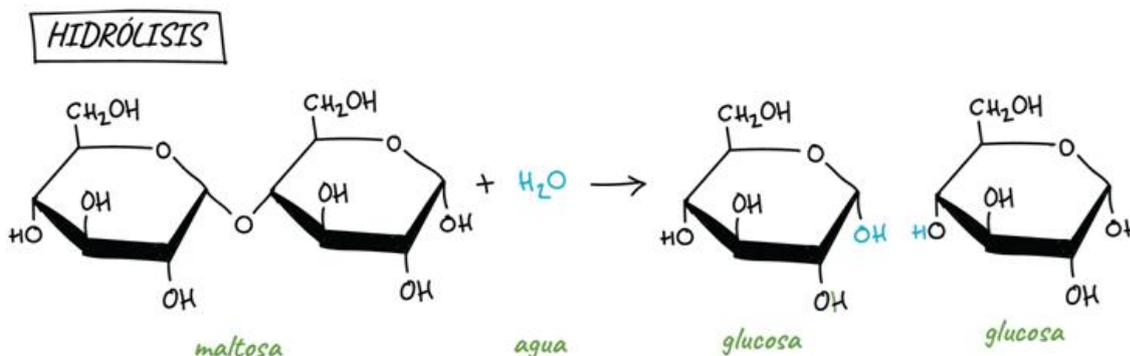
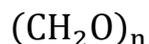


Figura 34: Hidrólisis de maltosa (dímero) en sus monómeros de glucosa.

Carbohidratos

Los **carbohidratos** o hidratos de carbono 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:



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).

Los carbohidratos sirven como fuente de energía para las células y en otros casos son componentes estructurales de las mismas.

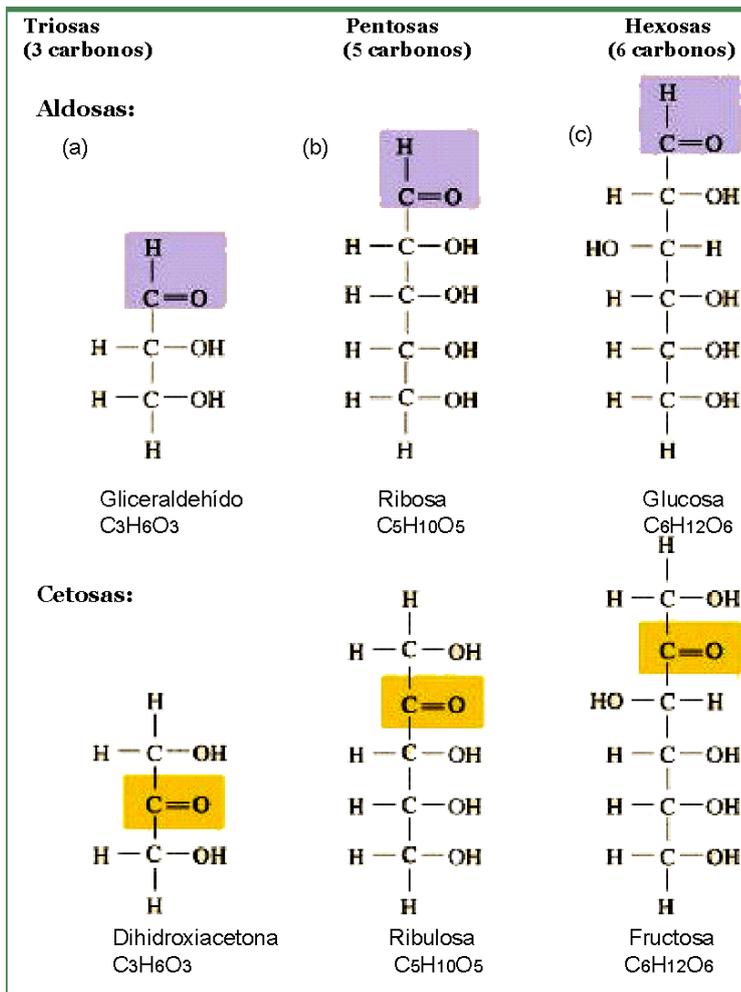


Figura 35: Las fórmulas estructurales de algunos monosacáridos (azúcares sencillos) se representan aquí como cadenas bidimensionales rectas. Se ilustran (a) triosas (tres carbonos), (b) pentosas (cinco carbonos), y (c) hexosas (seis carbonos). Aunque resulta conveniente representar los monosacáridos de esta manera, es más exacto hacerlo como estructuras anulares. Nótese que glucosa, fructosa y galactosa son isómeros estructurales: poseen la misma fórmula química ($\text{C}_6\text{H}_{12}\text{O}_6$), pero con los átomos dispuestos de manera distinta. Fuente: Curtis et al. (2008), Curtis Biología.

terminal (o en el carbono más cercano a él) de la cadena abierta. La gran cantidad de grupos oxhidrilo polares y el grupo carbonilo dan a los monosacáridos propiedades hidrófilas (Figura 37).

La glucosa ($\text{C}_6\text{H}_{12}\text{O}_6$) es el monosacárido más abundante y por lo tanto indispensable en los procesos biológicos. Durante la fotosíntesis, tanto algas como algunas bacterias y 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 rompen los enlaces de la molécula de glucosa y liberan la energía almacenada, que utilizan en sus actividades. La glucosa también es una

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 (Figura 36). La ribosa y la desoxirribosa son pentosas comunes, o sea azúcares de cinco átomos de carbono, y componen los ácidos nucleicos, como ADN, ARN 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 *-osa*) (Figura 35).

En un monosacárido, todos los carbonos excepto uno están unidos a un grupo oxhidrilo; 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 medio de la cadena de carbono, se trata de una cetona. Por convención, el esqueleto de carbono de un azúcar comienza a numerarse en el grupo carbonilo

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

Figura 36: Clasificación de los monosacáridos.

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 debe mantenerse en valores constantes en la sangre de seres humanos y otros animales complejos.

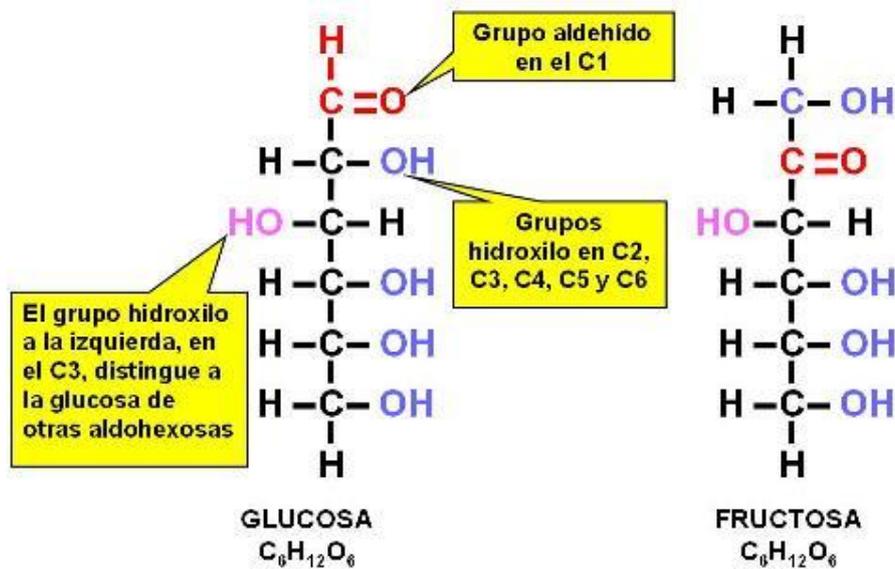
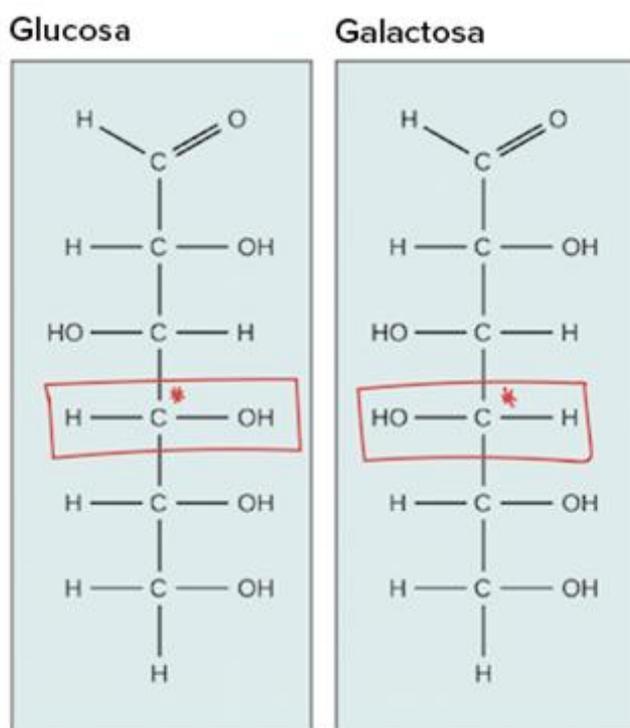


Figura 37: Esquemas de dos carbohidratos de 6 carbonos, donde se señalan las distintas posiciones de los grupos funcionales.

Como se observa en la Figura 37, la fructosa es una cetona, es decir el oxígeno tiene un doble enlace 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 posición de los oxhidrilos (Figura 38). Las formas lineales de la figura 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. Otra característica de estas moléculas es la unión alfa y beta, cuando el grupo oxhidrilo se encuentra hacia abajo del

Figura 38: Esqueletos de Glucosa y Galactosa. C*: carbono donde el sustituyente cambia de posición.

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 (Figura 43).



Figura 42: Ejemplos de disacáridos.

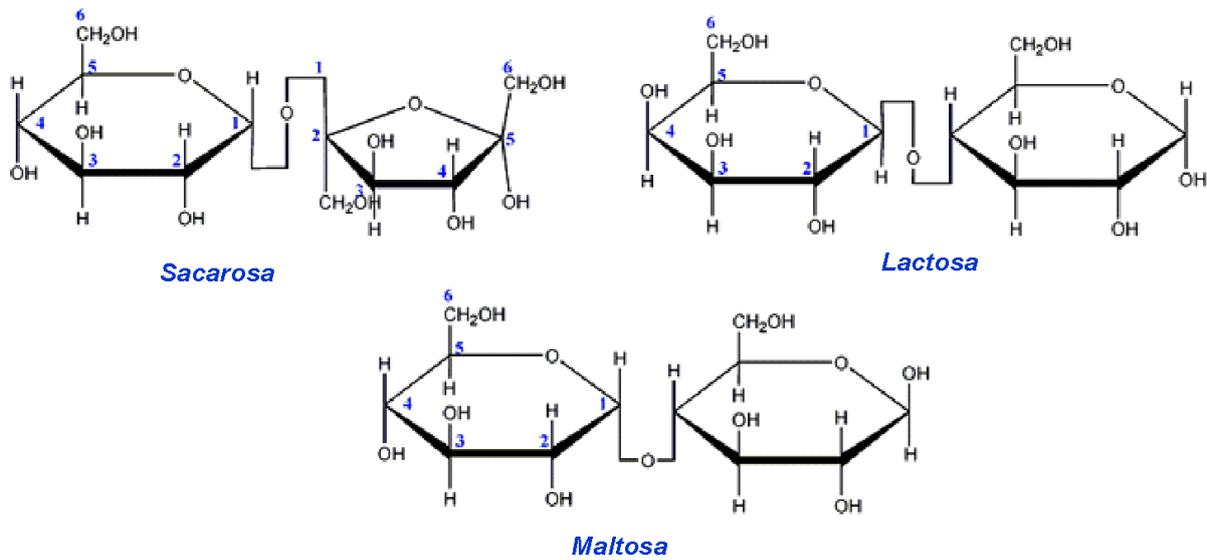


Figura 43: Fórmulas estructurales de disacáridos. Fuente: Modificado de Bioquímica de Lehninger (1983).

Los disacáridos son susceptibles de hidrólisis (Figura 34), o sea, separación al agregar agua, en dos monosacáridos.

Los polisacáridos pueden almacenar energía o realizar funciones estructurales

Los carbohidratos más abundantes son los **polisacáridos**, según si están formados por el mismo monómero o distinto se llaman homopolisacáridos o heteropolisacáridos respectivamente (Figura 44).

	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.
HETEROPOLISÁRIDOS	Glicosaminoglicano	Estructural en la matriz extracelular de los tejidos conectivos.
	Peptidoglicano	Constituyente de la pared celular bacteriana.

Figura 44: Clasificación de los polisacáridos.

El **almidón** es la forma habitual de almacenamiento de carbohidratos en las plantas, es un polímero formado por subunidades de glucosa alfa 1-4 o alfa 1-6 (Figura 45). Estas moléculas pueden ser simples (amilosa) o ramificadas (amilopectina) según la unión entre los carbonos.

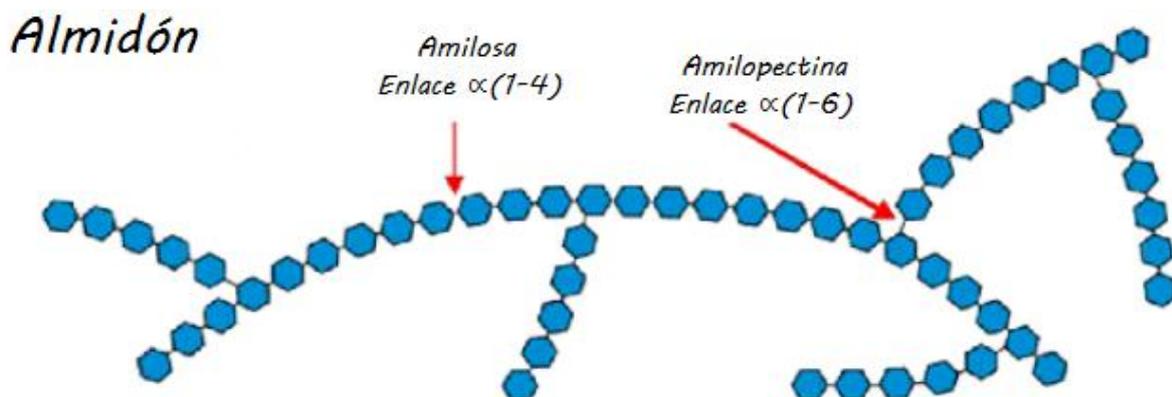


Figura 45: Esquema de la estructura química del almidón.

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 (Figura 46). La celulosa es un carbohidrato estructural. 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 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 46.

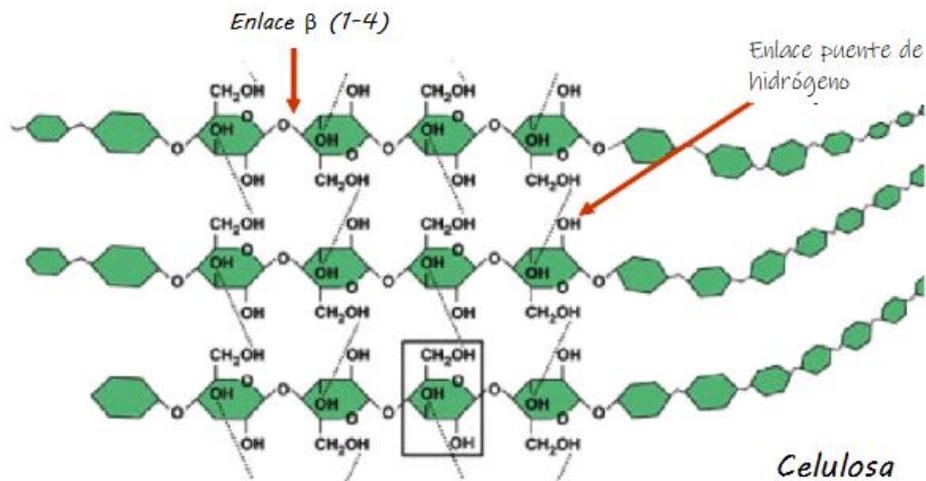
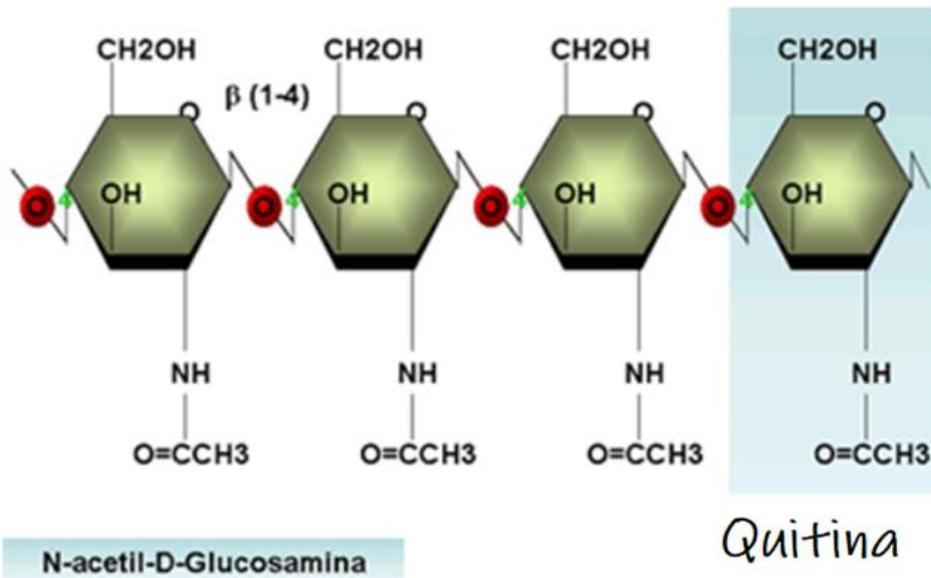


Figura 46: Esquema de la estructura química de la celulosa.

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 (Figura 47).



(A)



(B)



(C)

Figura 47: (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 (fosfolípidos)
- Reserva de energía (triglicéridos)
- Cubierta protectora sobre la superficie de muchos organismos (ceras)
- Aislante térmico (grasas en general)
- Vitaminas, pigmentos y hormonas (Vit A y esteroides)
- Pigmentos (carotenoides)

Los lípidos constituyen una clase bien definida de biomoléculas que, con frecuencia, se combinan 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

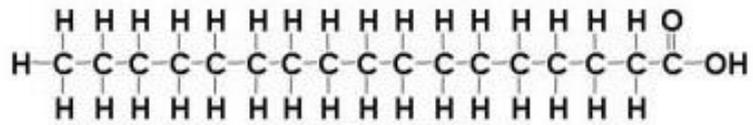
Ácidos Grasos

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 (Figura 48).

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.

GRASA SATURADA

Ácido esteárico
(presente en la mantequilla)



GRASA INSATURADA

Ácido linoleico
(presente en aceites vegetales)

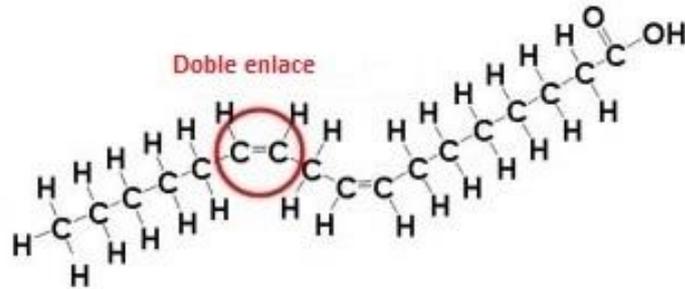


Figura 48: Diferencias estructurales entre una grasa saturada e insaturada.

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 la mielina (en células nerviosas) y prostaglandinas (en todas las células del cuerpo).

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

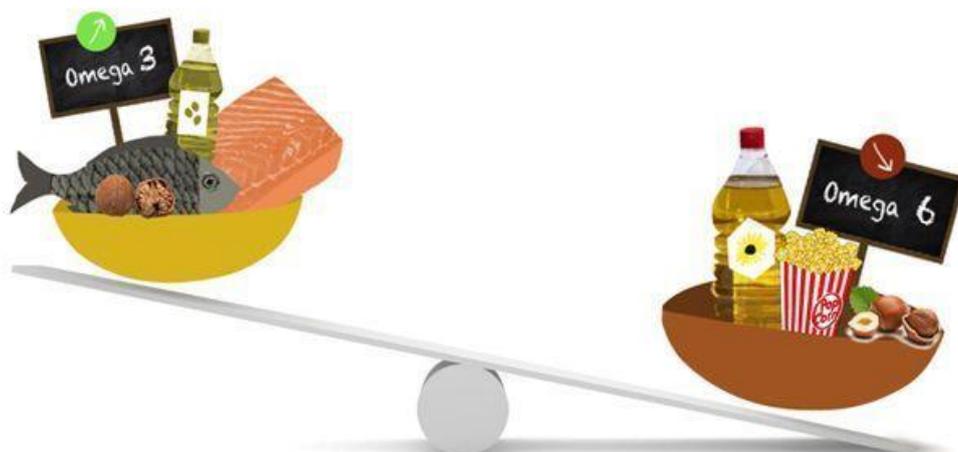


Figura 49: Omega-3 y Omega-6.

Otro ácido graso es el Omega-9, conocido también como ácido oleico o grasa monoinsaturada. A diferencia de los omegas 3 y 6, el cuerpo lo produce y por lo tanto no se lo puede incluir dentro de

los ácidos grasos 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 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.

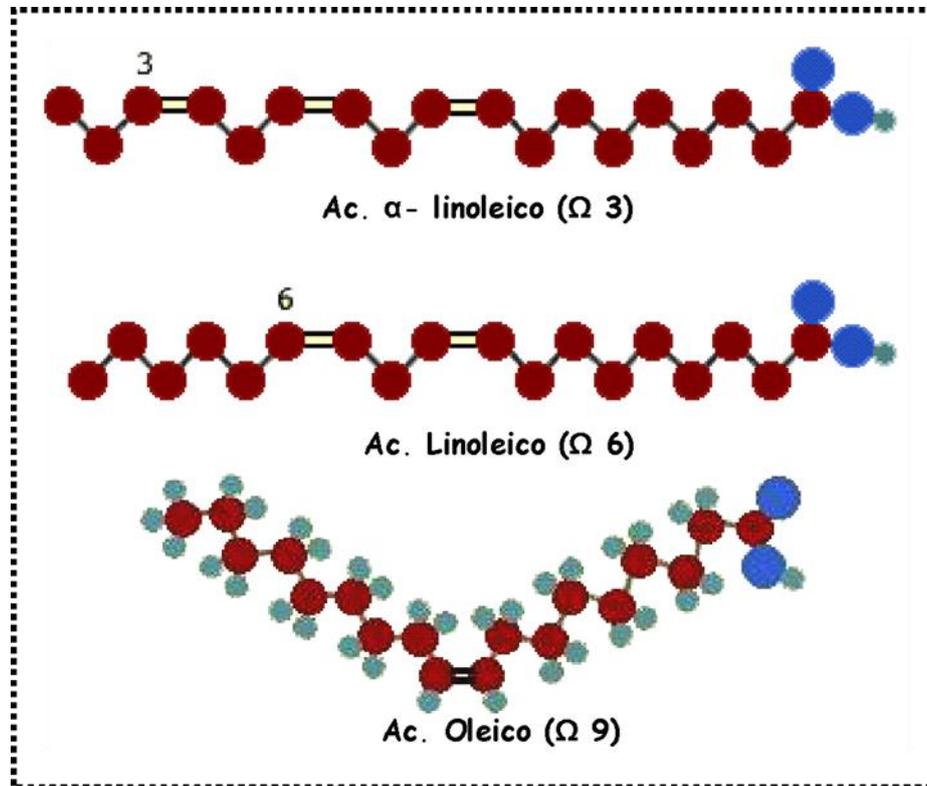


Figura 50: Estructura típica de ácidos grasos omega 3, 6 y 9. La figura muestra que si una grasa insaturada es una omega-3 o -6 o -9 depende de la ubicación del primer doble enlace. El extremo ácido de una molécula (COOH) es llamado alfa y el opuesto es el omega. El primer doble enlace en una grasa omega-3 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 (Figura 51).

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

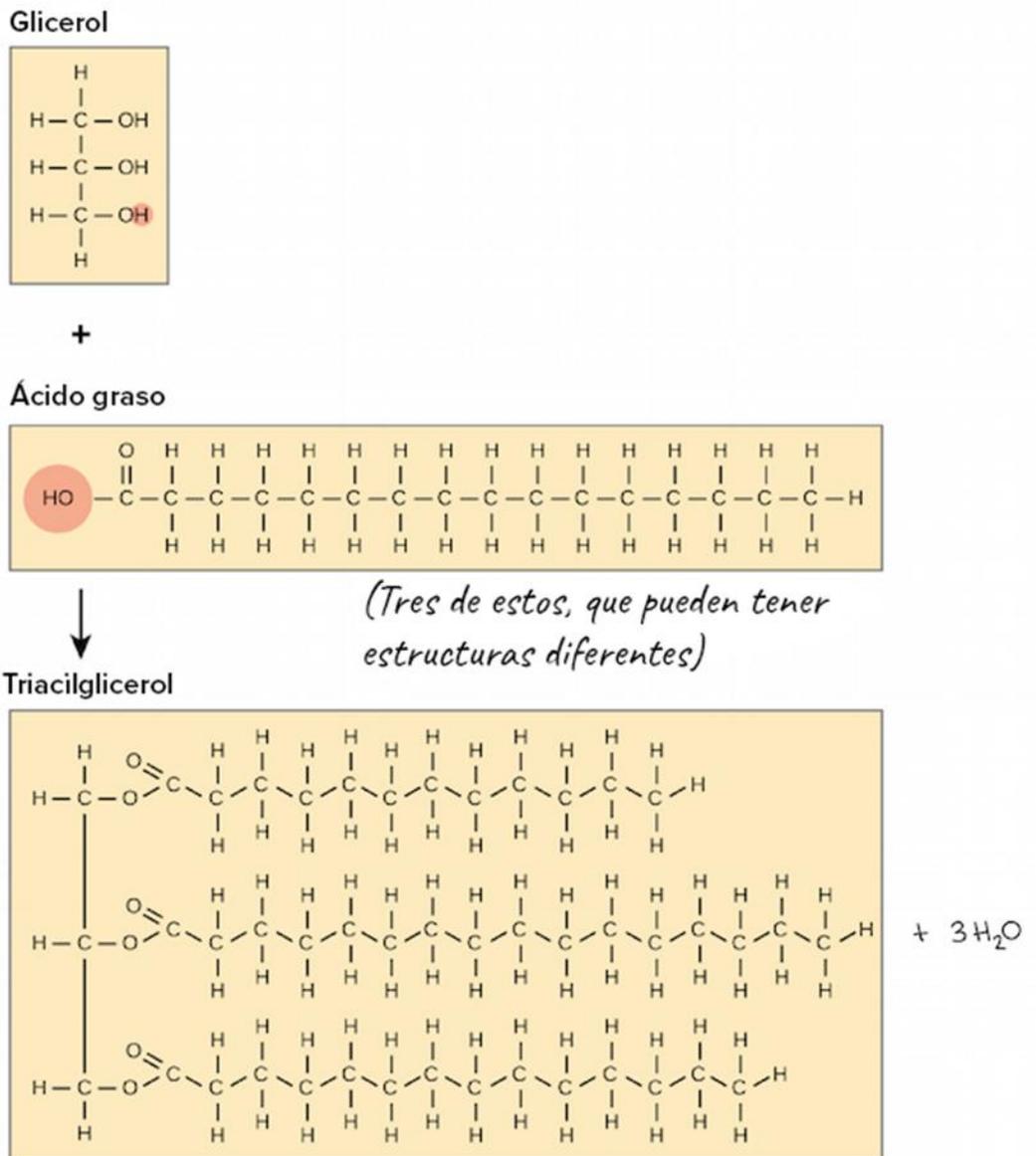


Figura 51: Estructura química simplificada de un triglicérido.

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 (Figura 52).



Figura 52: La cera de las abejas (*Apis mellifera*), 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 (Figura 53) consiste en una molécula de alcohol llamado glicerol unida a dos moléculas de ácidos grasos y a un grupo fosfato, este último combinado con un compuesto orgánico (por ej. colina).

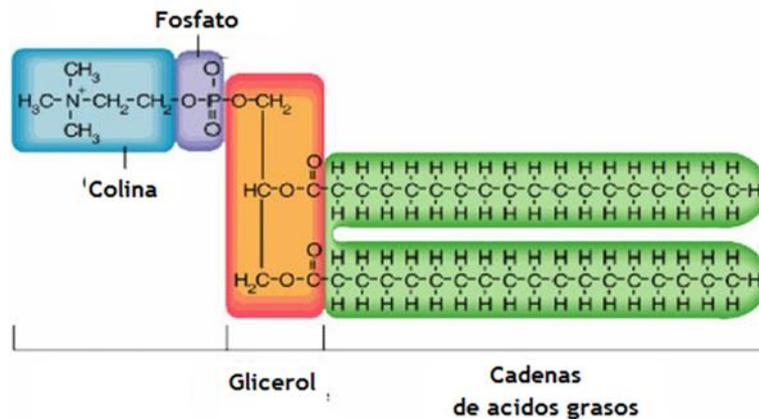


Figura 53: Esquema de la estructura de un fosfolípido.

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, fosfato 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 hacen 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 (Figura 54)

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.

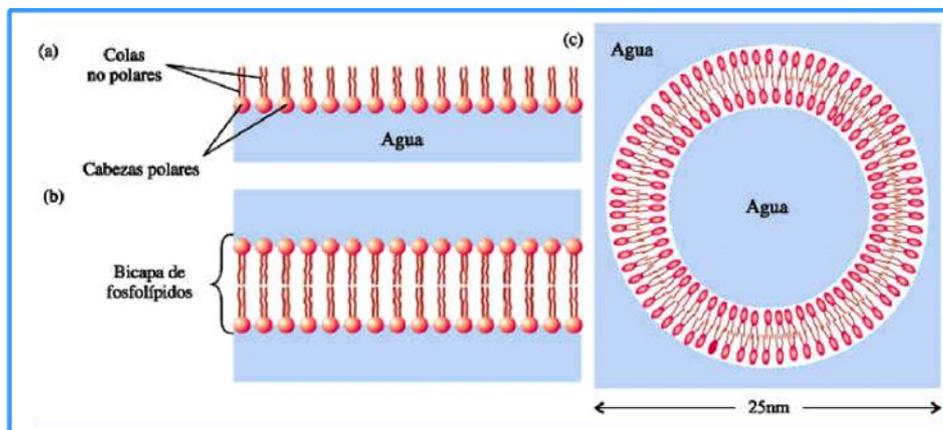


Figura 54: Comportamiento de los fosfolípidos en presencia de agua. Fuente: Modificado de Curtis H. Curtis Biología (2008).

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 (Figura 55).

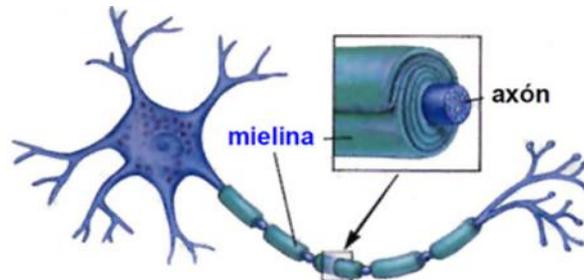


Figura 55: Neurona con mielina.

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 ciclopentanoperhidrofenantreno (Figura 56), 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.

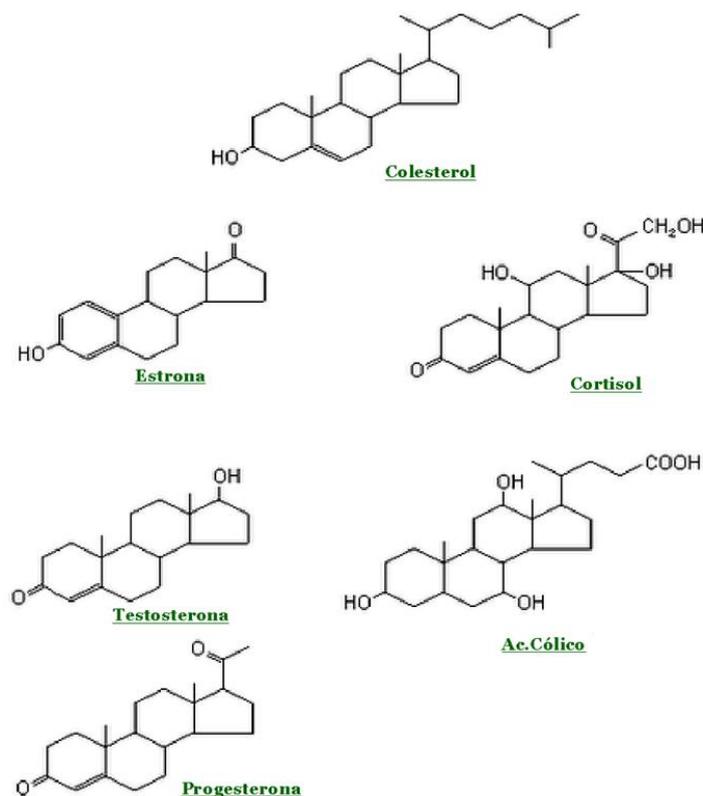


Figura 56: Moléculas derivadas del ciclopentanoperhidrofenantreno. Fuente: Modificado de Bioquímica de Lehninger (1983).

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 (Figura 57).



Figura 57: 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 (Figura 58). El organismo puede almacenarlas fácilmente como reserva, su carencia estaría basada en malos hábitos alimentarios.



Figura 58: 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 y un grupo amino terminales 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 (Figura 59).

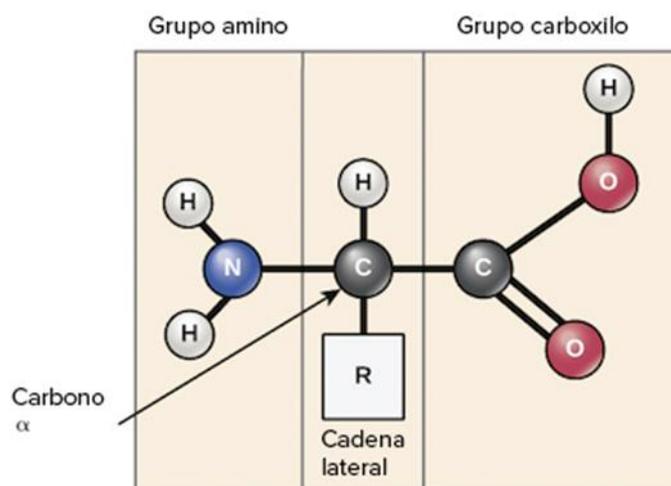


Figura 59: Esquema de un aminoácido.

Solamente se encuentran 20 aminoácidos diferentes como constituyentes básicos de las proteínas (Figura 60).

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 (Figura 61).

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 niveles estructurales o arquitectura de las proteínas se clasifican (Figura 62) de la siguiente manera:

- **Estructura primaria:** es la secuencia lineal de aminoácidos según el ordenamiento establecido por el código genético (ADN).
- **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

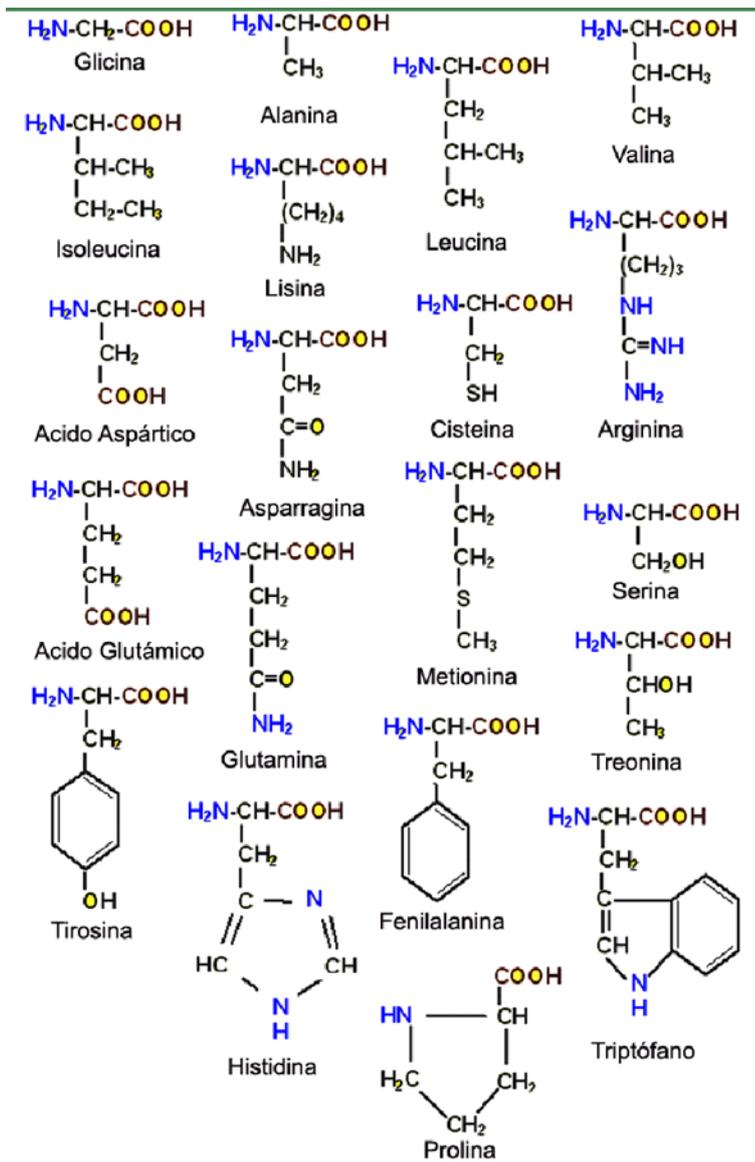


Figura 60: Fórmula química de los 20 aminoácidos constituyentes de proteínas. Fuente: Modificado de Bioquímica de Lehninger (1983).

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.

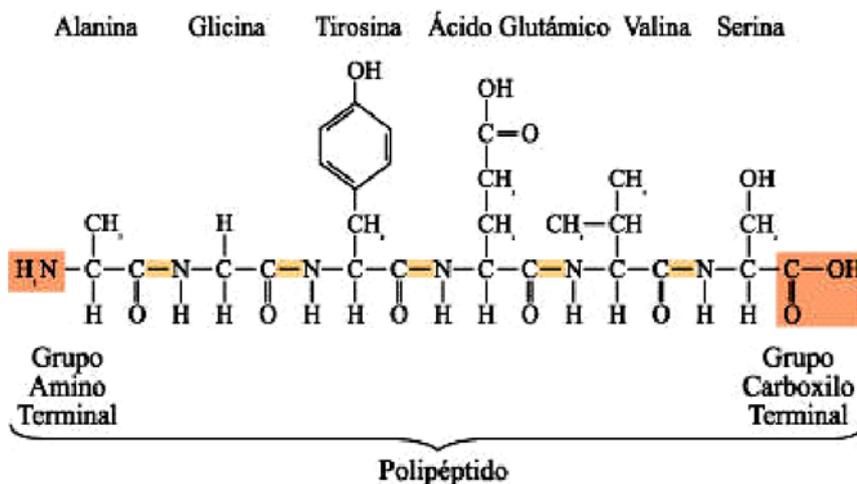


Figura 61: Enlace peptídico y polipéptido. Fuente: Curtis et al. (2008), Biología.

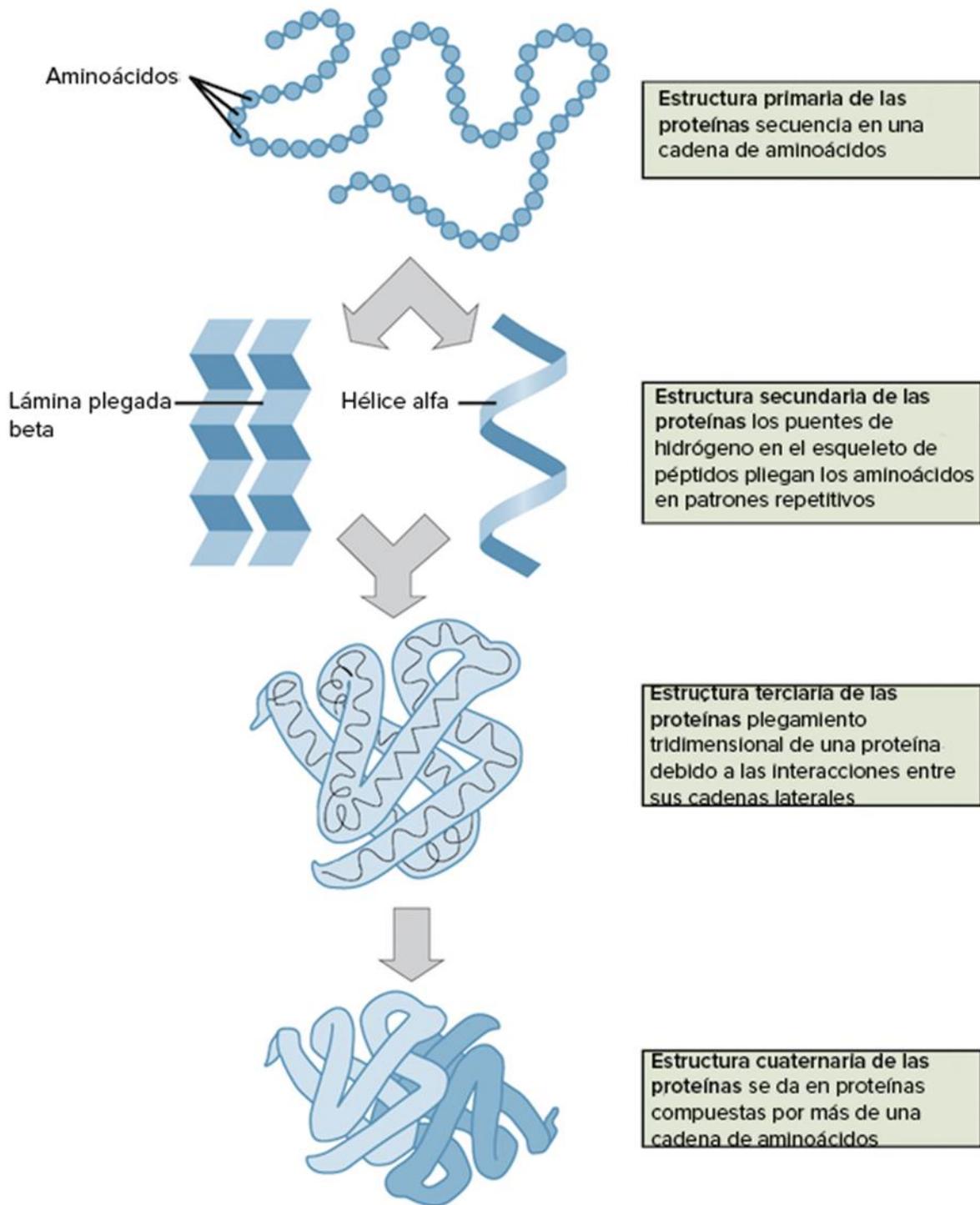


Figura 62: Niveles estructurales de una proteína.

Clasificación de las proteínas

Existen dos maneras de clasificar a las proteínas: de acuerdo con su composición y de acuerdo con 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. Las **proteínas conjugadas** por hidrólisis producen 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 de los vasos sanguíneos. 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 al cocinarla, 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 biológico:** 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.

La Figura 63 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

Figura 63: Ejemplos de proteínas y sus funciones.

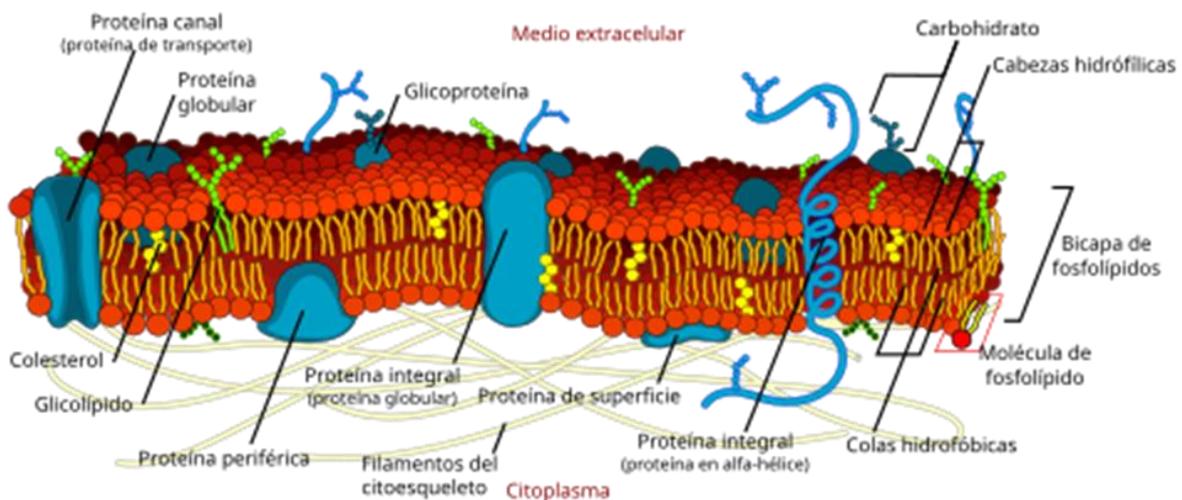


Figura 64: Estructura de la membrana plasmática.

Hasta ahora hemos visto y descripto a biomoléculas tales como los carbohidratos, lípidos y proteínas, de manera individual. Una estructura presente en todos los seres vivos, donde observamos participación e interacción de todas ellas es la membrana de las células o **membrana plasmática**. Esta permite a la célula tener un límite y por lo tanto definir su forma y tamaño, pero por sobre todo controlar qué moléculas entran o salen de ella (Figura 64).

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: ADN (ácido desoxirribonucleico) y ARN (ácido ribonucleico). Aunque los ácidos nucleicos reciben esta denominación porque el ADN fue aislado por primera vez, del núcleo celular, tanto el ADN como el ARN 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 función de los ácidos nucleicos es la de contener toda la información genética de un organismo vivo y además pueden regular la expresión de diferentes genes por sí mismos o a través de otras moléculas (hormonas, factores de crecimiento, señales químicas en general) lo que actualmente se conoce como epigenética.

Nucleótidos

Las unidades monoméricas 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 púricas y pirimidínicas (Figura 65).

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 **enlaces 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).

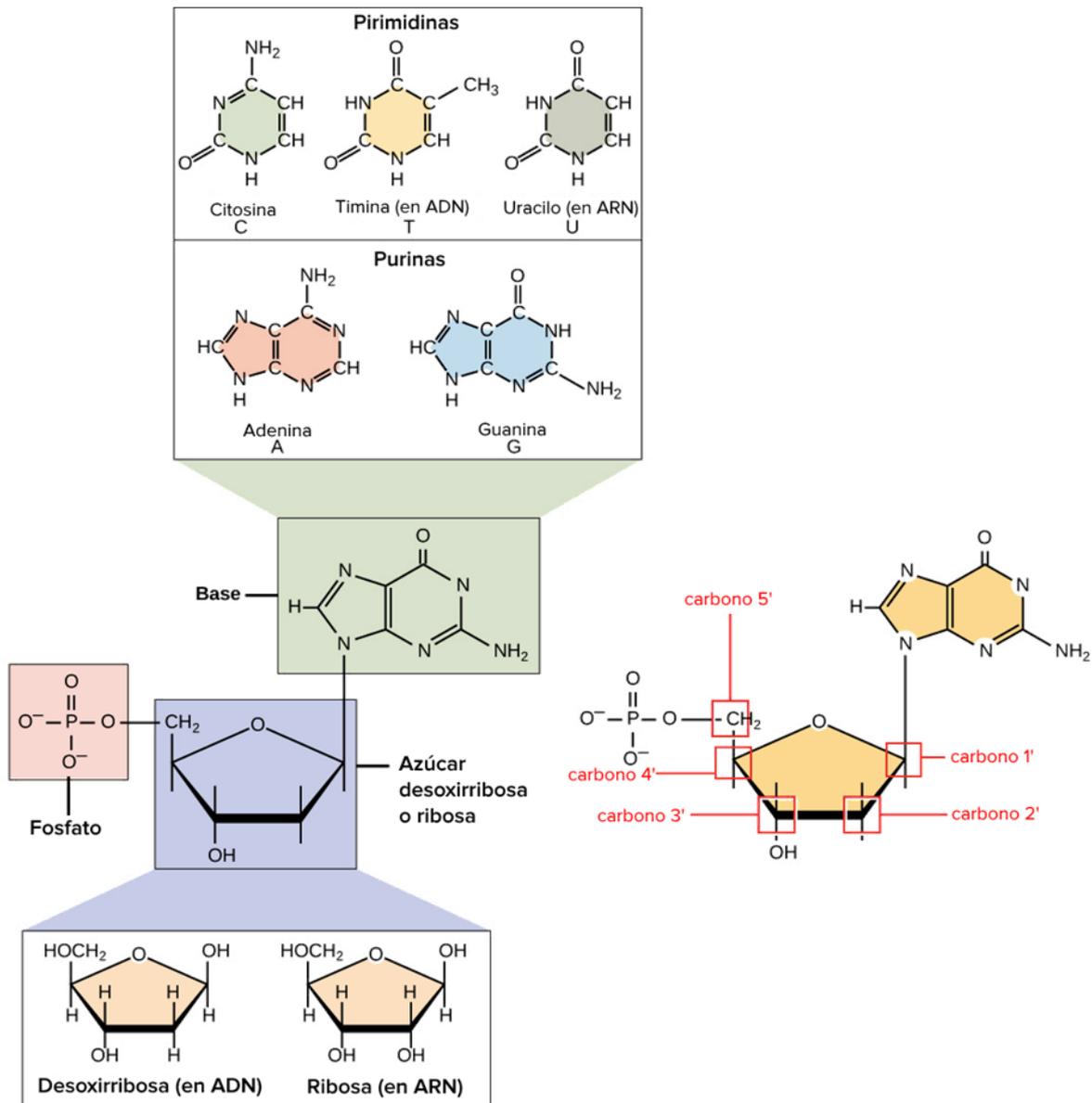


Figura 65: Descripción de la conformación de los diferentes nucleótidos.

Ácido desoxirribonucleico ADN

La molécula de ADN 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. Las cuatro bases características de las unidades de desoxirribonucleótidos del ADN 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 (Figura 66).

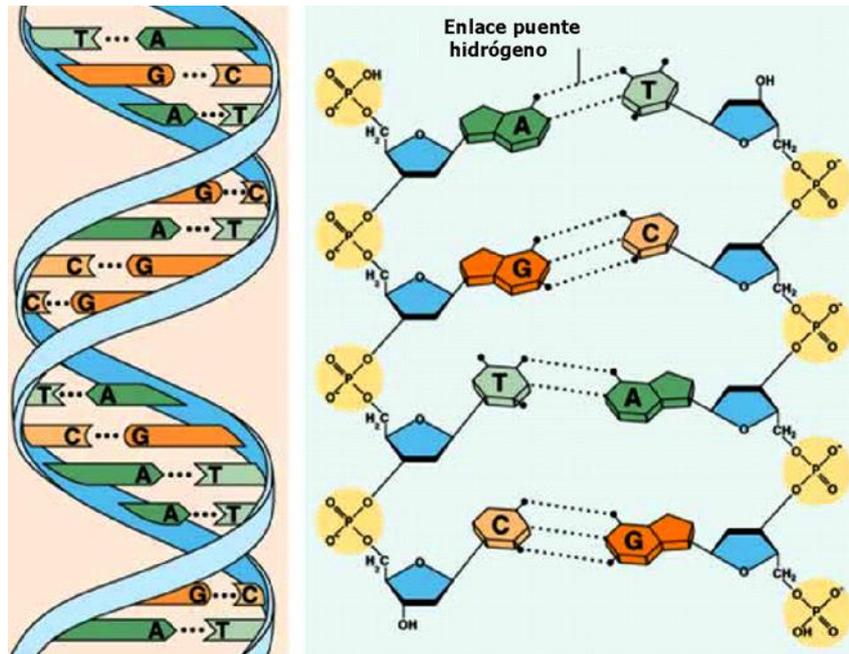


Figura 66: Conformación del ADN. Enlaces puente hidrógeno entre las cadenas de nucleótidos.

Ácido ribonucleico ARN

El ARN está formado por una única cadena de nucleótidos. Como en el ADN, los componentes principales de los ARN son cuatro ribonucleótidos diferentes; contienen las bases púricas adenina y guanina, y las bases pirimidínicas citosina y uracilo. Como azúcar, este ácido nucleico contiene una pentosa, la ribosa a diferencia del azúcar del ADN, que es la desoxirribosa a la que le falta un grupo oxhidrilo en el carbono 2 (Figura 67).

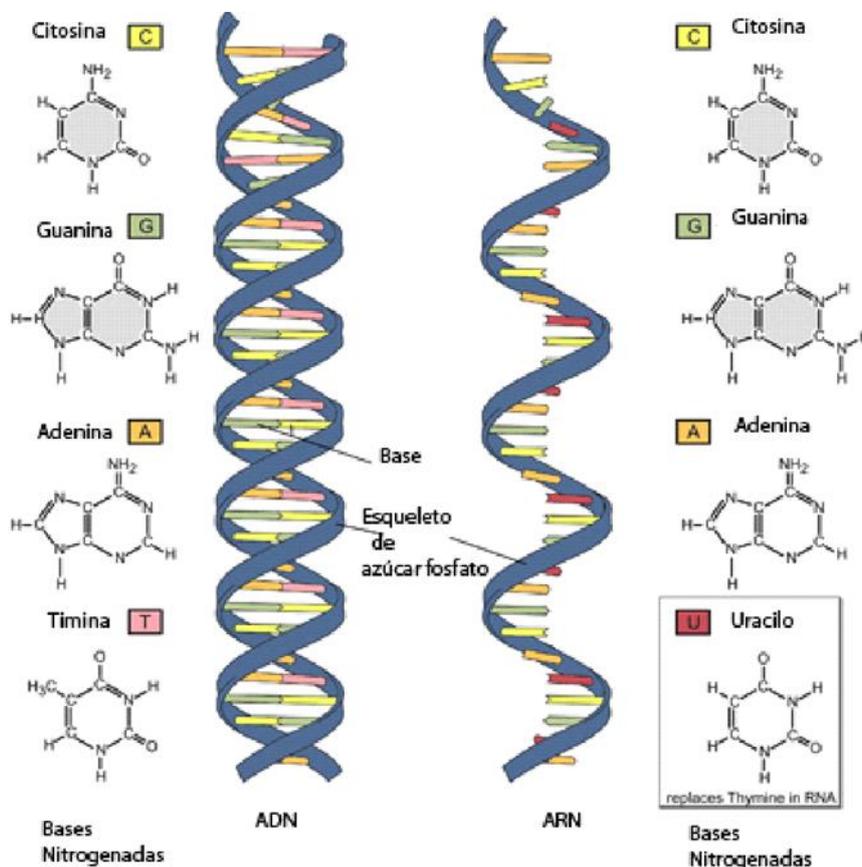


Figura 67: Diferencias entre el ADN y el ARN.

	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

Figura 68: Diferencias entre el ADN y el ARN.

Podemos distinguir tres tipos diferentes de ARN (Figura 69):

- **ARN mensajero (ARNm):** 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.
- **ARN ribosómico (ARNr):** es el más abundante y forma parte de la estructura de los ribosomas. Estas organelas proporcionan el sostén molecular para las reacciones químicas que dan lugar a la síntesis proteica.
- **ARN de transferencia (ARNt):** 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 específicamente y transportarlos hasta los ribosomas, donde se lleva a cabo la síntesis de una proteína.

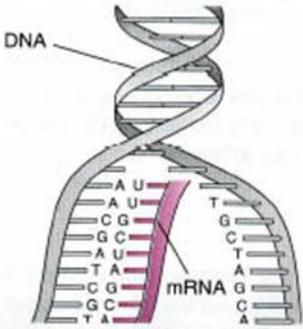
RNA mensajero (mRNA)	RNA de transferencia (tRNA)	RNA ribosómico (rRNA)
		
Se encarga de transportar la información que contiene el ADN a los ribosomas.	Transportan los aminoácidos según la secuencia determinada por el ARNm.	Junto a proteínas constituyen la estructura de los ribosomas, lugar donde se unen los aminoácidos.

Figura 69: Diferentes tipos de ARN.

Fundamento central de la biología molecular

Antiguamente conocido como el dogma central de la biología reconoce los procesos que explican el pasaje de información desde el ADN hasta las PROTEÍNAS en cada ser vivo.

Se reconocen tres procesos: la replicación donde las moléculas de ADN se duplican, la transcripción donde la información contenida en el ADN pasa al ARN y la traducción donde la información contenida en el ARN se utiliza para la síntesis de una proteína (Figura 70).

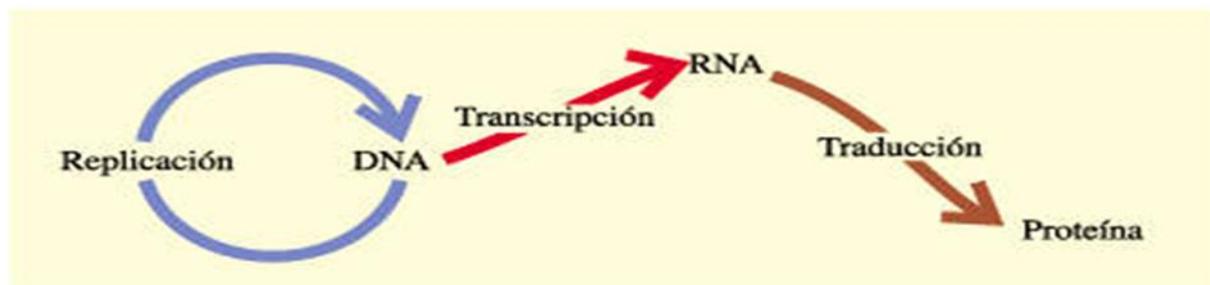


Figura 70: Caminos de la información genética.

Actividades

Compuestos inorgánicos y agua

1. Proporcionar ejemplos de dos elementos químicos biológicamente relevantes de cada grupo, indicando las funciones que desempeñan en los seres vivos.
2. Representar la molécula de agua mediante un esquema, señalando las zonas con carga parcial positiva y negativa.
3. Explicar las consecuencias de la polaridad de la molécula de agua y su importancia en los sistemas biológicos.
4. Justificar por qué se rompe una botella de agua al ser olvidada en un congelador.
5. Explicar de qué manera el alto calor específico y el alto calor de vaporización del agua benefician a los organismos vivos.
6. Completar el siguiente cuadro con valores de pH o concentración de iones hidrógeno:

Tabla 1: pH de sustancias.

Ejemplo	[H ⁺] (mol/L)	pH
Agua	0.0000001	
Café	0.00001	
Vinagre		3
Limpiahornos		13
Clara de huevo	0.00000001	
Orina		6

Carbohidratos

1. Identificar las propiedades químicas del átomo de carbono que lo convierten en un elemento adecuado para formar esqueletos moleculares complejos.
2. Diferenciar los siguientes pares de conceptos:
 - Monómeros / Polímeros
 - Monosacáridos / Oligosacáridos
 - Polisacárido estructural / Polisacárido de reserva
3. Responder las siguientes cuestiones:
 - a. ¿Qué es, desde el punto de vista químico, un carbohidrato?
 - b. ¿Cómo se clasifican los carbohidratos según el número de unidades de azúcar y de átomos de carbono por unidad?
 - c. ¿Cuál de las funciones de los carbohidratos puede considerarse más relevante? Fundamentar.
 - d. Explicar por qué los seres humanos no pueden digerir ciertos vegetales, mientras que los rumiantes sí lo hacen.
4. Indicar ejemplos de carbohidratos biológicamente importantes:
 - **Hexosas:**
 - **Pentosas:**
5. Justificar brevemente la importancia biológica de la glucosa.
6. Mencionar dos disacáridos e identificar las unidades monoméricas que los componen.
7. Explicar por qué el almidón, el glucógeno y la celulosa, a pesar de estar compuestos por el mismo monómero, presentan propiedades diferentes. Indicar las causas de estas diferencias.

Lípidos

1. Investigar en qué alimentos se encuentran los ácidos grasos omega-9 y omega-6. Identificar cuáles son más consumidos y describir los efectos sobre la salud.
2. Seleccionar dos funciones biológicas de los lípidos y explicar qué propiedades químicas permiten su cumplimiento.
3. Explicar los efectos en la salud del consumo de grasas trans y saturadas producidas por exposición prolongada al calor, en comparación con las grasas insaturadas naturales.
4. Representar esquemáticamente un fosfolípido, señalando sus componentes estructurales y propiedades.
5. Indicar la importancia biológica de:
 - Triglicéridos
 - Fosfolípidos
 - Esteroides
6. Analizar las siguientes bicapas de fosfolípidos (a y b) y responder:
 - ¿Qué diferencia estructural se observa entre ambas?
 - ¿Qué efecto tendría la incorporación de colesterol en cada una? Justificar.

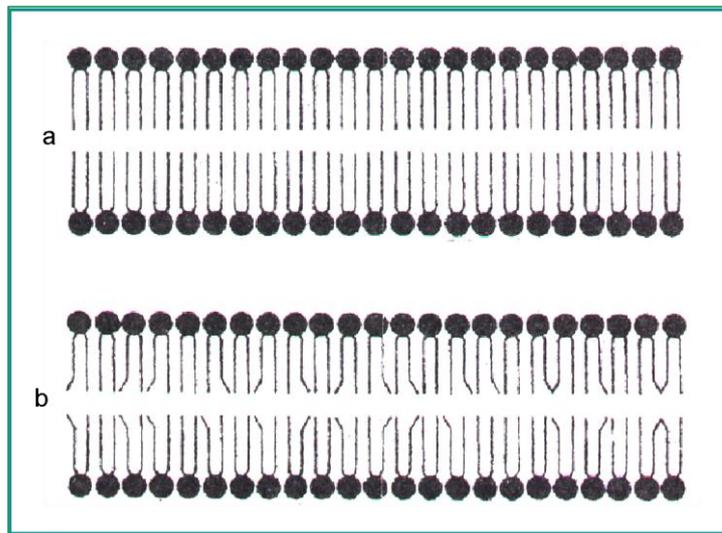


Figura 71: Bicapas de fosfolípidos.

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

Proteínas

1. Definir el concepto de *conformación nativa*.
2. Representar esquemáticamente un aminoácido e indicar los grupos funcionales presentes.
3. Definir los siguientes conceptos:
 - Unión peptídica
 - Polipéptido
 - Glucoproteínas
 - Lipoproteínas
4. Identificar y describir los niveles estructurales de las proteínas. Complementar con esquemas ilustrativos.
5. Completar el cuadro comparativo entre proteínas fibrosas y globulares.

Tabla 2: Tipos de proteínas.

	Proteínas fibrosas	Proteínas globulares
Estructura		
Solubilidad en agua		
Función		
Ejemplos		

- Explicar el proceso responsable del alisado del cabello tras la aplicación de calor. Indicar si se trata de un proceso reversible. Brindar al menos dos ejemplos de desnaturalización reversible e irreversible.

Ácidos nucleicos

- Definir qué son los nucleótidos e identificar sus componentes.
- Describir las diferencias estructurales y funcionales entre ADN y ARN.
- Explicar a qué se debe la alta estabilidad estructural de la doble hélice del ADN.
- Indicar si las siguientes afirmaciones son verdaderas (V) o falsas (F). Justificar las respuestas en caso de falsedad:
 - Los ácidos nucleicos son polímeros de aminoácidos.
 - Las bases púricas citosina, adenina y guanina son compuestos bicíclicos.
 - Adenina y timina se unen mediante dos puentes de hidrógeno.
 - El ARN mensajero está constituido por polinucleótidos y aminoácidos.
 - El azúcar presente en los ácidos nucleicos es la ribosa.
 - Los nucleótidos se unen mediante enlaces fosfodiéster.
 - El ARN transferencial forma parte de la estructura de los ribosomas.
- Mencionar aplicaciones actuales del análisis y manipulación del ADN.
- Dada la siguiente secuencia de ADN:

A - T - T - G - G - G - G - A - A - A - C - T - T - C - G - A - T

 - Construir la cadena complementaria, indicando el tipo de enlace entre las bases.
 - Escribir la hebra de ARN que se sintetizaría a partir de esta cadena. Indicar si corresponde a ARN mensajero, ribosomal o transferencial.

Preguntas de integración

- Completar el siguiente cuadro en función del contenido abordado en esta unidad. En caso de no contar con la información necesaria, indicar con una "X".

Tabla 3: Cuadro comparativo de moléculas biológicas.

MONÓMERO	POLÍMERO	FUNCIÓN	EJEMPLOS
	Almidón		
			Fosfolípidos
Aminoácidos			
		Repositorio de información genética	

2. A partir de la observación de la imagen correspondiente a la membrana plasmática, identificar los compuestos estudiados en esta unidad y consignarlos en el cuadro que se presenta a continuación.

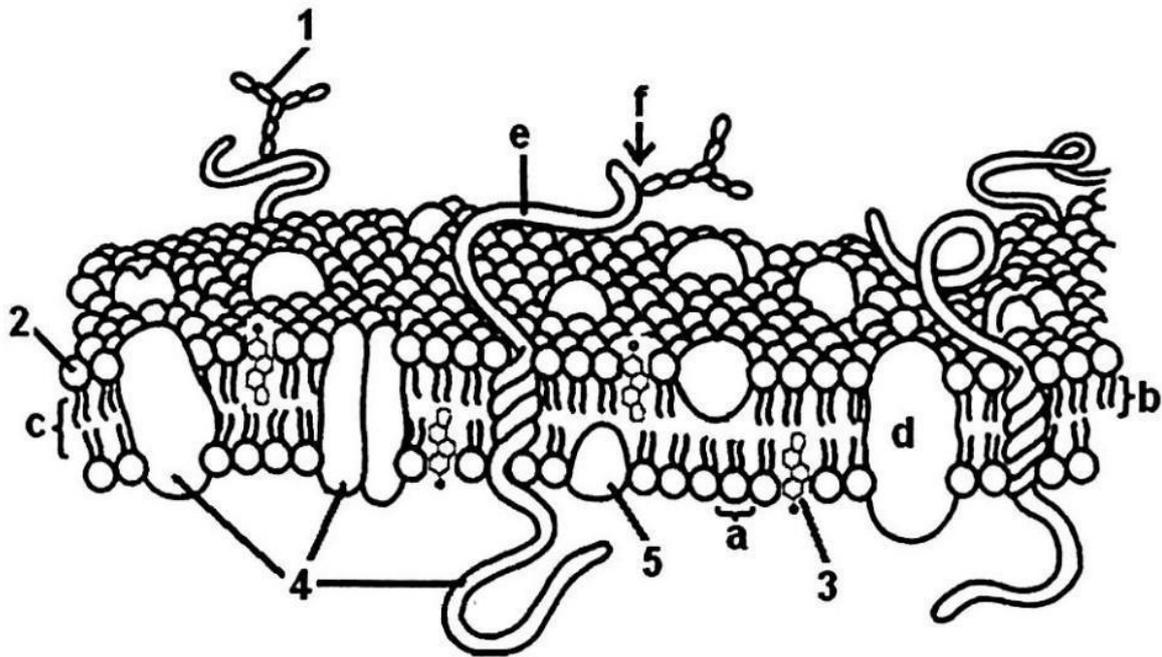


Figura 72: Membrana plasmática.

Tabla 4: Estructuras de membrana.

	Molécula		Molécula
1		a	
2		b	
3		c	
4		d	

3. Considerando que el término *heterogéneo* hace referencia a un conjunto compuesto por elementos o partes de distinta naturaleza, que no presentan uniformidad en su composición, aplicar esta definición para analizar el siguiente enunciado: “Los lípidos son un grupo heterogéneo de compuestos orgánicos. Dentro de ellos se encuentran las grasas. Su estructura química varía y sus propiedades y funciones también, dependiendo de su composición.”
4. La siguiente imagen representa una versión simplificada del denominado fundamento central de la biología molecular, principio aceptado por la comunidad científica para explicar el flujo de la información genética en las células.

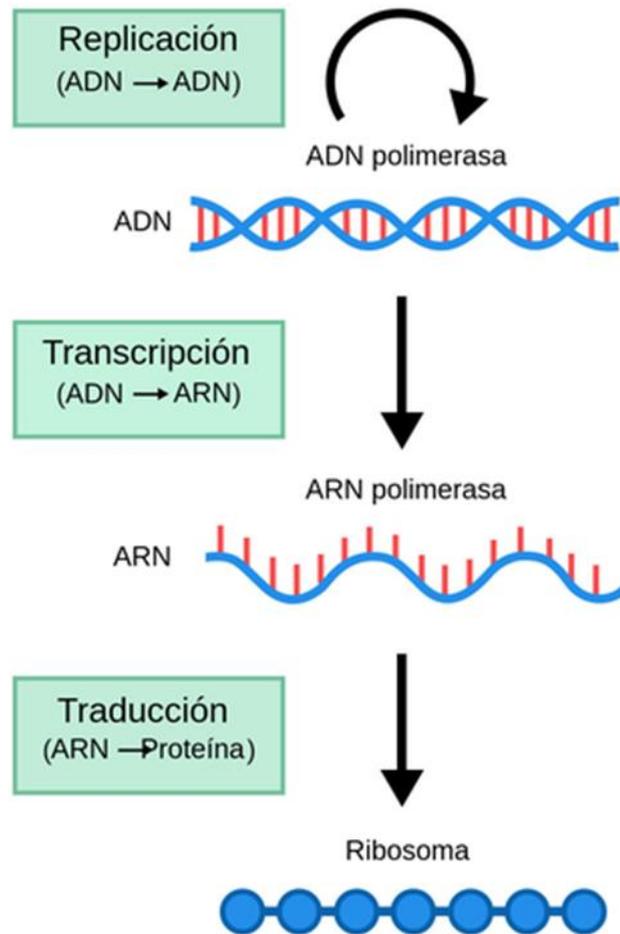


Figura 73: Fundamento central de la biología molecular.

Este proceso culmina en la síntesis de proteínas, macromoléculas fundamentales para la vida debido a sus diversas funciones: estructurales, catalíticas, transportadoras, reguladoras, entre otras. Según este modelo, cada gen (segmento de ADN) contiene la información necesaria para sintetizar una proteína específica.

Definir brevemente cada una de las etapas involucradas en el proceso:

- **Replicación**
- **Transcripción**
- **Traducción**

5. A partir del siguiente esquema del proceso de traducción, responder:

Traducción

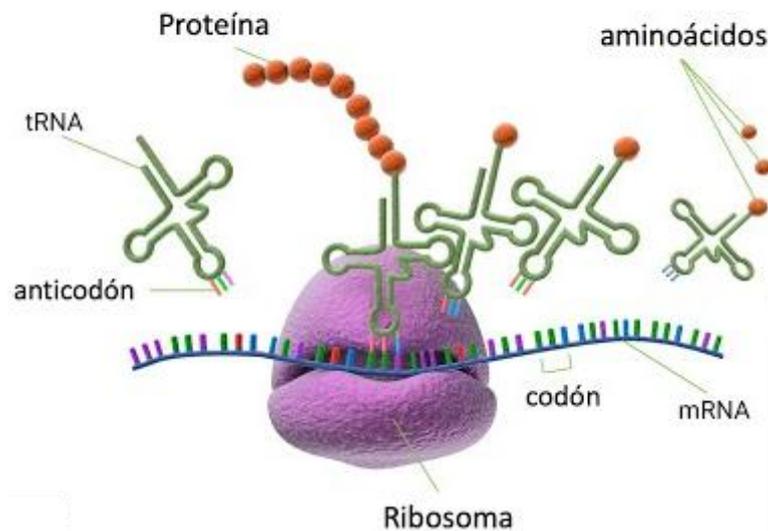


Figura 74: Traducción.

- a. ¿Cuál es el origen de los aminoácidos presentes en el citoplasma? Explicar cómo llegaron hasta allí.
 - b. El ARN de transferencia que acaba de liberar el aminoácido *triptófano*, ¿qué función desempeñará a continuación? ¿Con qué nuevo aminoácido se unirá y por qué?
 - c. Según la figura presentada, explicar la función específica de cada uno de los tipos de ARN involucrados en el proceso.
6. La acondroplasia es una condición genética asociada al enanismo, causada por una mutación que produce una proteína malformada. Esta alteración corresponde a un error en:
- el ADN
 - la traducción
 - el ARN
- Indicar la opción correcta y fundamentar la respuesta.

Bibliografía

- Curtis, H., Barnes, S., Schnek, A., & Flores, G. (2000). *Biología* (6.^a ed.). Médica Panamericana.
- Curtis, H., Barnes, S., Schnek, A., & Massarini, A. (2008). *Biología* (7.^a ed.). Médica Panamericana.
- Campbell, N., & Reece, J. (2007). *Biología* (7.^a ed.). Médica Panamericana.
- Solomon, E. P., Berg, L. R., Martin, D. W., & Vilee, C. A. (1998). *Biología de Vilee* (3.^a ed.). McGraw-Hill Interamericana.
- Cox, M. M., & Nelson, D. L. (2001). *Lehninger: Principios de bioquímica*. Ediciones Omega.
- Visualavi. (2021, octubre 1). *Relación de la química con la biología*. <https://www.visualavi.com/relacion-de-la-quimica-con-la-biologia/>
- Genomasur. (s.f.). *Capítulo 2: Composición química de los seres vivos*. http://www.genomasur.com/BCH/BCH_libro/capitulo_02.htm

UNIDAD 3: 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 reacciones 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** (Figura 75).
7. Pueden responder cuando perciben estímulos, lo que se denomina **irritabilidad o excitabilidad**.

8. Son capaces 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.



Figura 75: 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 simples hasta las más complejas. 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 autoensamblaron 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 (digestivo, nervioso, circulatorio, excretor, reproductor, entre otros).

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 forma 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** (Figura 76).

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.

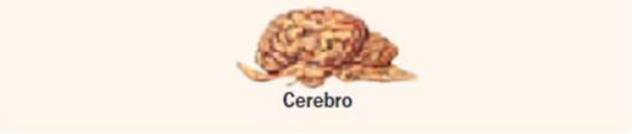
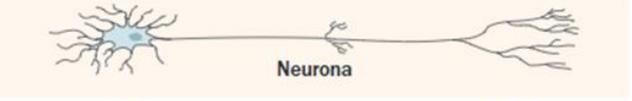
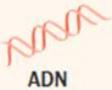
Biosfera	La parte de la Tierra habitada por seres vivos, incluye tanto componentes vivos como no vivos.	
Ecosistema	Una comunidad junto con los elementos no vivos que la rodean.	
Comunidad	Dos o más poblaciones de diferentes especies que viven e interactúan en la misma área.	
Población	Miembros de una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

Figura 76: 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 (Figura 77).

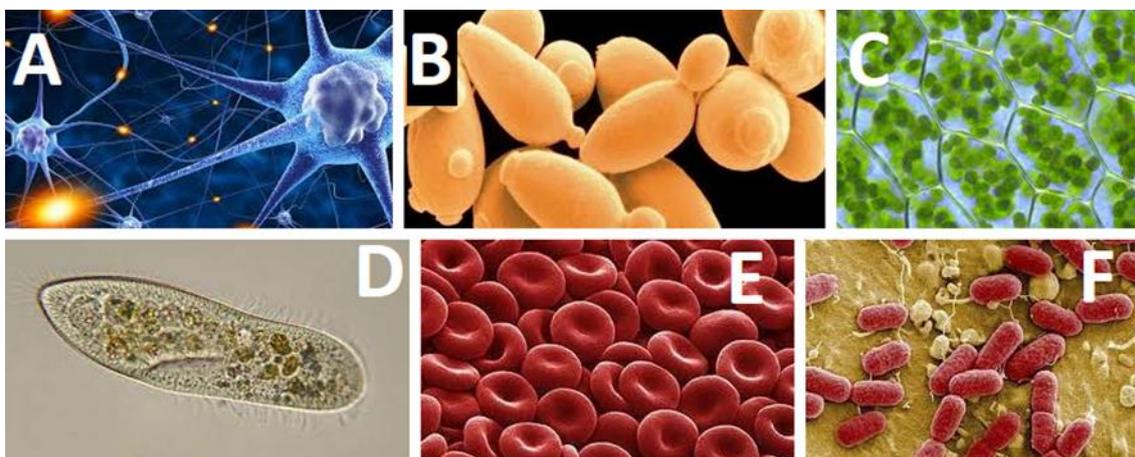


Figura 77: A) Neuronas; B) Levaduras; C) Células vegetales; D) Paramecio; E) Glóbulos rojos y F) Bacterias.

Con base en los avances que sucedieron hasta el siglo XIX en lo referido a los conocimientos de las células, se dio 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, cuyo material genético se encuentra disperso en su citoplasma (Figura 78).

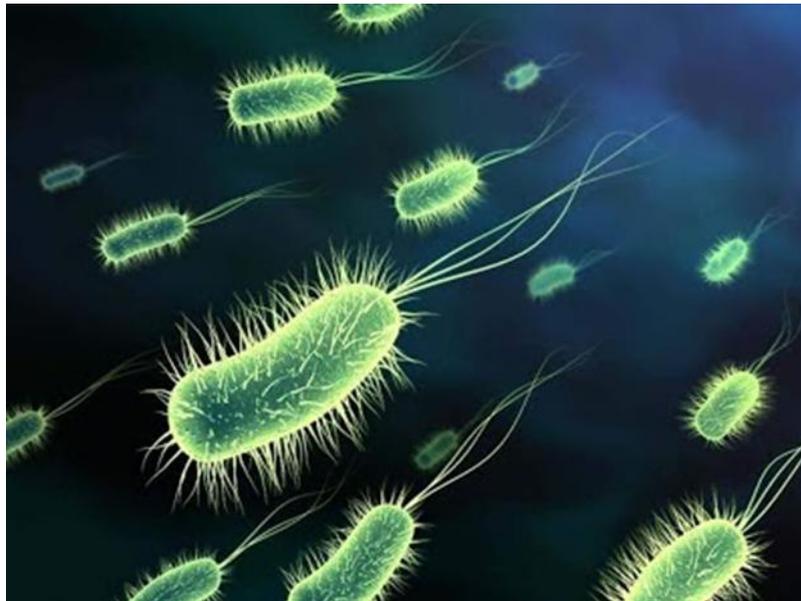


Figura 78: Dentro de las células procariotas se incluyen las bacterias.

► 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 (Figura 75). Todos los seres vivos que forman los reinos Fungi, Plantae y Animalia y el grupo Protistas poseen este tipo de células.

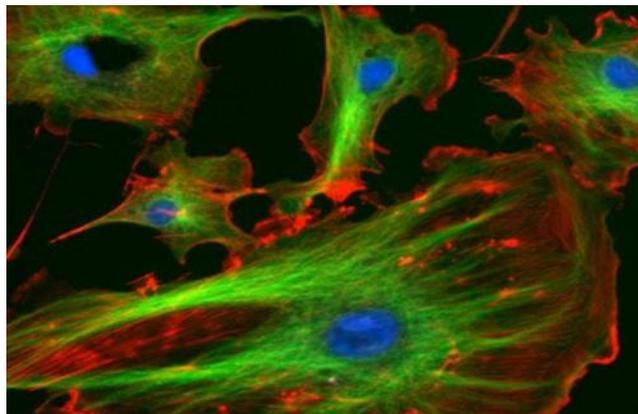


Figura 79: Células endoteliales con el núcleo teñido de azul por un marcador fluorescente.

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

- ▶ Obtención de Energía: en forma de energía luminosa o energía química.
- ▶ 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 (Figura 80):

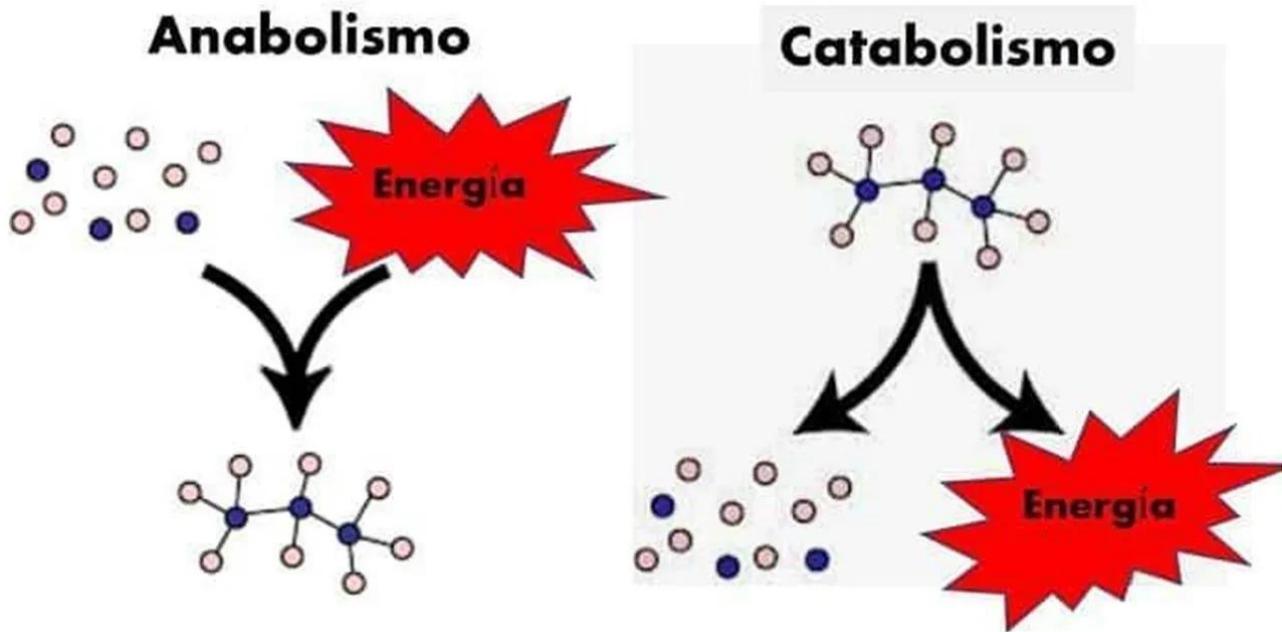


Figura 80: Esquema de las reacciones anabólicas y catabólicas.

- ▶ **Reacciones 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.



Figura 81: Catabolismo = destruir.

- ▶ **Reacciones 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.

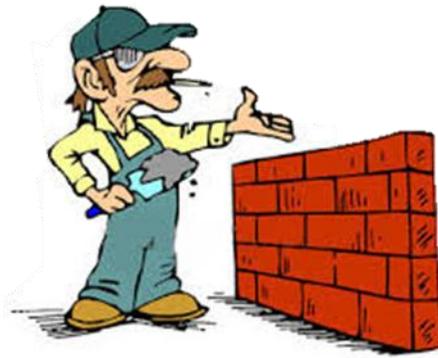


Figura 82: Anabolismo = construir.

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:

1. 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).
2. 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 conceptos básicos a tener en cuenta: materia y energía, reacciones endergónicas y reacciones exergónicas.

- **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 estas formas son capaces de producir trabajo.
- **Reacción endergónica:** es aquella donde la energía del estado final es superior a la energía del estado inicial. Este proceso no puede ocurrir espontáneamente. Para que se produzca es necesario una entrada de energía.
- **Reacción exergónica:** es aquella donde la energía del estado final es siempre menor a la energía 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.

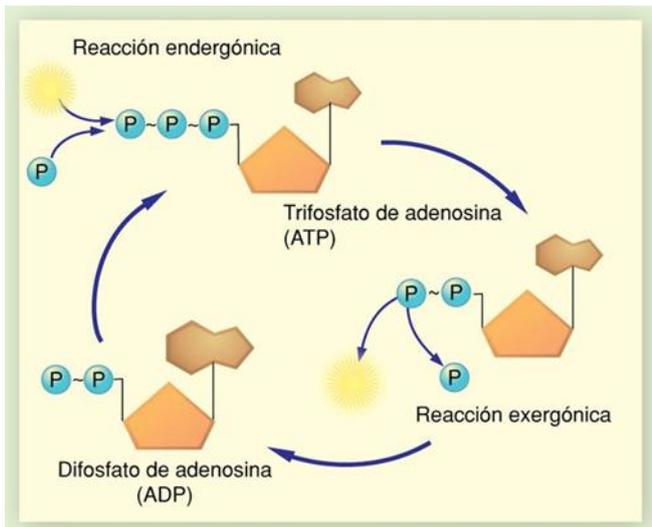


Figura 83: En los sistemas biológicos, las reacciones endérgicas, como las de biosíntesis, se producen gracias a la energía liberada en las reacciones exérgicas con las que están acopladas. En la mayoría de las reacciones acopladas, el ATP es el intermediario que conduce la energía de una reacción a otra. Fuente: Curtis et al. (2008), Biología.

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 exérgicas, 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 exérgicas y endérgicas, 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 vivo sólo podrá permanecer vivo si continuamente utiliza materia y energía proveniente del ambiente (Figura 84).

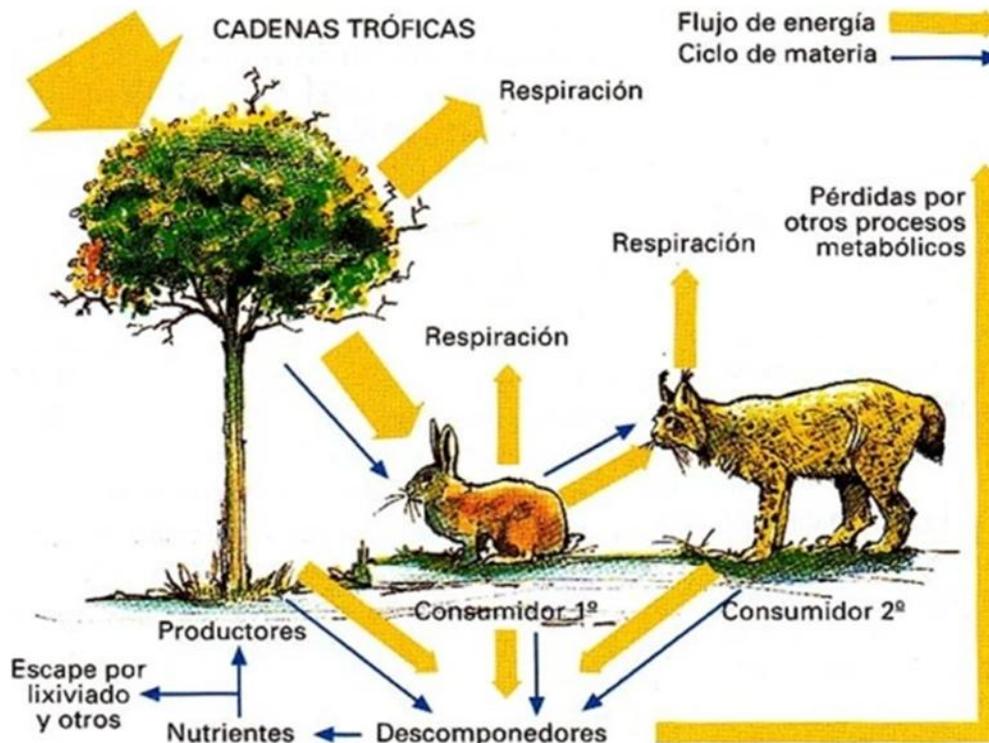


Figura 84: Flujo y transformación de energía en el mundo biológico.

¿Recuerdan la unidad 2 cuando hablamos de nucleótidos? Uno de los intermediarios energéticos más utilizados por las células es el **adenosín trifosfato (ATP)**, un nucleótido de adenina (Figura 83). 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 adenosín 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 unión de alta energía y se representa con

La fuente primaria de energía para el mundo biológico es la energía luminosa proveniente del sol, que sólo puede ser usada por las plantas, algas y bacterias 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 como azúcares y liberar oxígeno al ambiente. Este proceso se denomina **fotosíntesis**. Cuando las plantas, los animales u otros organismos eucariotas y procariotas necesitan la energía almacenada en estas moléculas orgánicas, se lleva a cabo la respiración celular con el fin de convertir su energía química (almacenada en sus enlaces entre átomos de carbono), en moléculas de ATP que pueden ser utilizadas de manera inmediata por las células.

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:

- **Nutrición autótrofa:** la llevan a cabo organismos fotosintetizadores (vegetales, bacterias y algas) y quimiosintetizadores (bacterias y arqueas). Los organismos fotosintetizadores son capaces de incorporar sustancias simples como H_2O , CO_2 y sales minerales y sintetizar compuestos orgánicos como por ejemplo los azúcares que luego son usados por estos organismos para organizar su estructura y obtener energía (Figura 85). Los organismos quimiosintetizadores obtienen energía a través de la quimiosíntesis, un proceso biológico que utiliza sustancias químicas como fuente de energía, en lugar de la luz solar como en la fotosíntesis.

Estos compuestos orgánicos pueden degradarse por el mecanismo de la respiración celular en las mitocondrias, obteniéndose energía útil para los trabajos biológicos ATP (adenosín trifosfato).

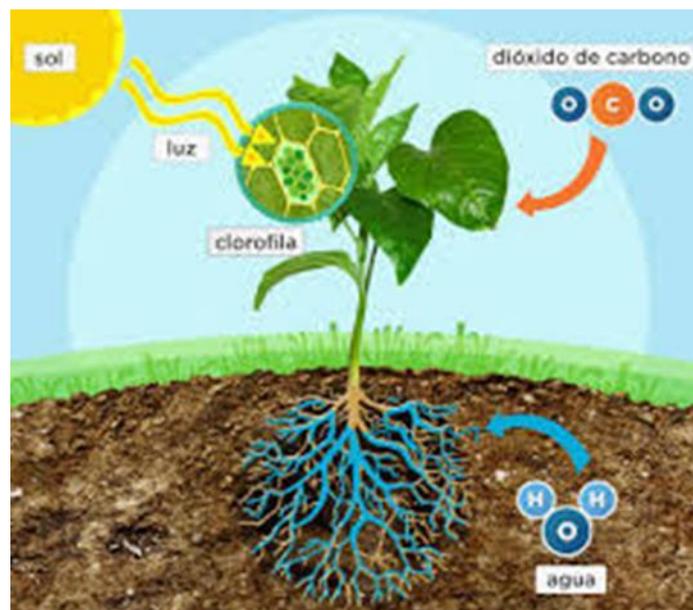


Figura 85: Proceso de la Fotosíntesis.

- **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:

1. **Ingestión:** ingreso de nutrientes.
2. **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.
3. **Absorción:** los productos de la digestión son absorbidos principalmente en el intestino delgado, 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.
4. **Excreción:** proceso biológico mediante el cual un organismo elimina desechos y sustancias tóxicas de su cuerpo, esto ocurre a nivel del intestino grueso. Es una función vital para la salud del organismo.

Con estos nutrientes las células pueden construir moléculas nuevas y también obtener energía.

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, algunos animales (como planarias y estrellas de mar), hongos

y muchas plantas. 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 ADN bacteriano circular y después se forma una pared transversa por crecimiento interno de la membrana plasmática y la pared celular (Figura 86). La fisión binaria ocurre con notable rapidez.

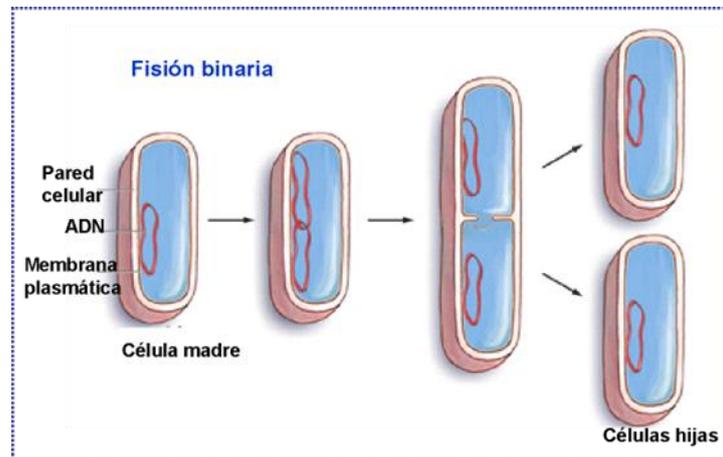


Figura 86: Fisión binaria. Fuente: <http://biol1c201.blogspot.com>

- **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 procariontas *Clostridium botulinum* y en protistas como los parásitos del género *Plasmodium*, causante de la malaria.

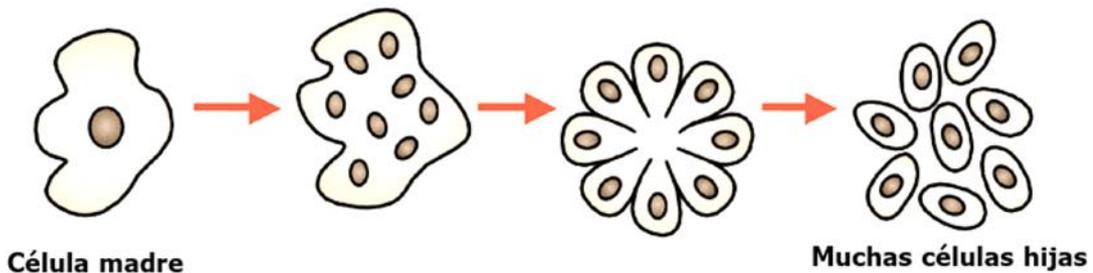


Figura 87: Fisión múltiple. Fuente: <https://www.onsalus.com/definicion-de-fision-multiple-18710.html>

- **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) (Figura 88).

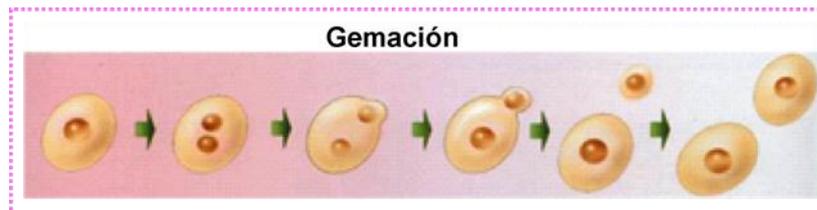


Figura 88: Gemación. Fuente: <http://www.aula2005.com>

- **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 (Figura 89).

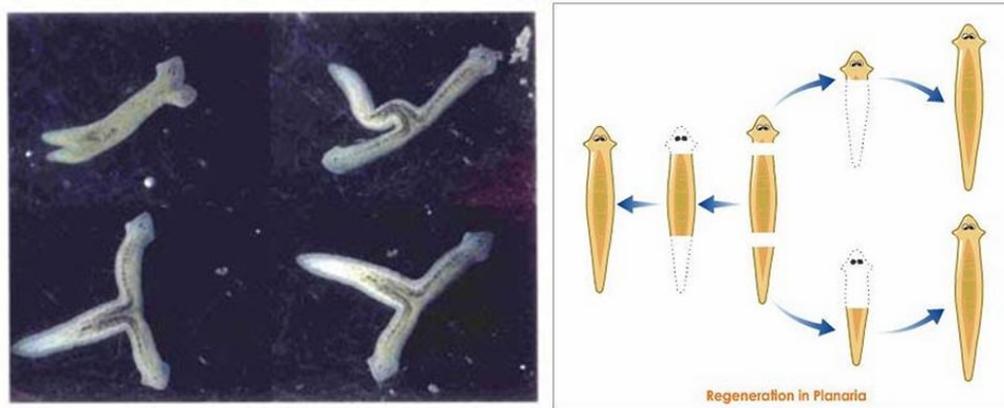


Figura 89: Fragmentación. Fuente: <http://www.aula2005.com>

Reproducción sexual

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

La **meiosis** es un tipo especial de división celular por el cual las células reducen la cantidad de material genético a la mitad. Esto permite que, después de la fecundación, la célula resultante: el cigoto, posea la misma cantidad de material genético que los progenitores. Durante la meiosis hay intercambio de información genética de los progenitores (padre y madre) de modo que cada célula hija resultante tenga una combinación virtualmente única de genes.

La **fecundación** es el medio por el cual los gametos se fusionan en una sola célula (Figura 90), 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.

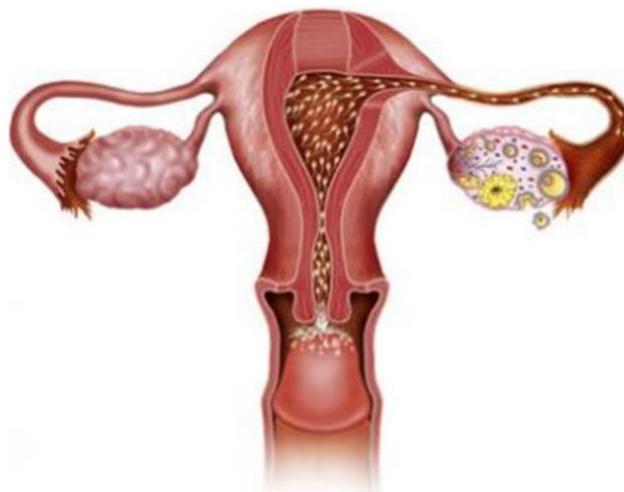


Figura 90: Fecundación interna. Fuente: <https://www.clinicasabortos.mx/reproduccion-humana>

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 (Figura 91).

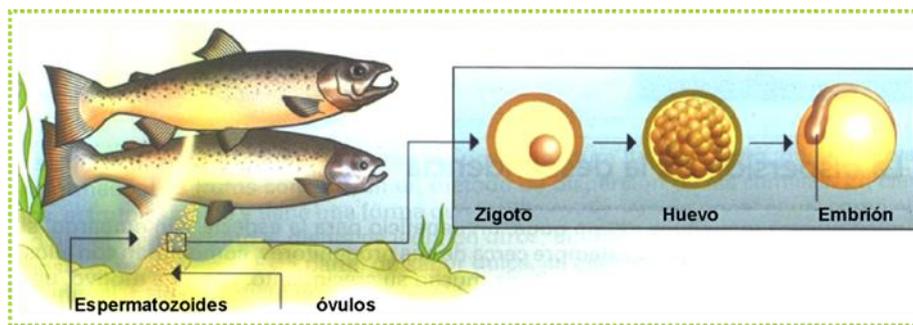


Figura 91: Fecundación externa en peces.

En las plantas vasculares con semilla, también hay fusión de gametos (Figura 92): 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.

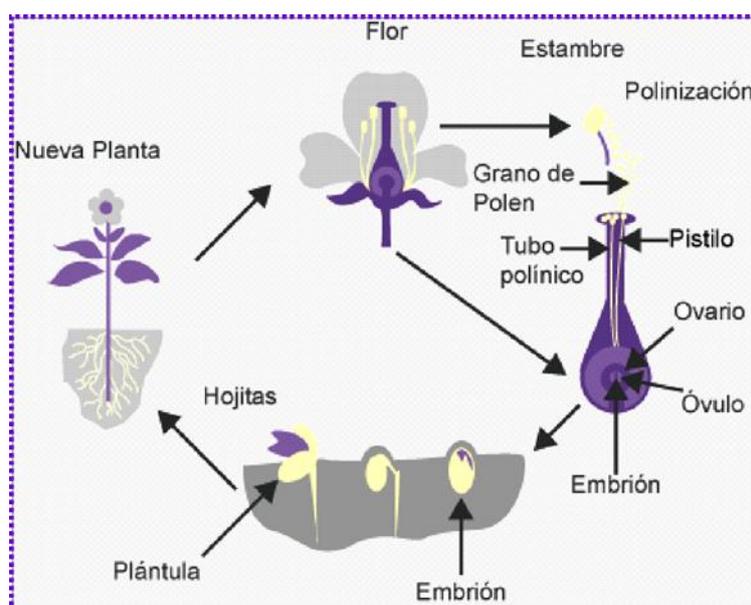


Figura 92: Reproducción sexual en plantas vasculares con semillas. Fuente: <http://www.evp.edu.py>

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.

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. Este tipo 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 (Figura 93).

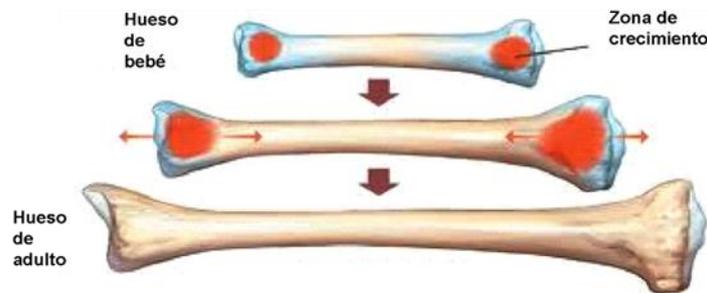


Figura 93: Cuando un niño se transforma en un adulto, los cartilagos de crecimiento se endurecen para formar hueso sólido.

En los vegetales el crecimiento no se detiene pero se produce solamente en tejidos de tipo embrionario denominado **meristemas** (Figura 94). 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.

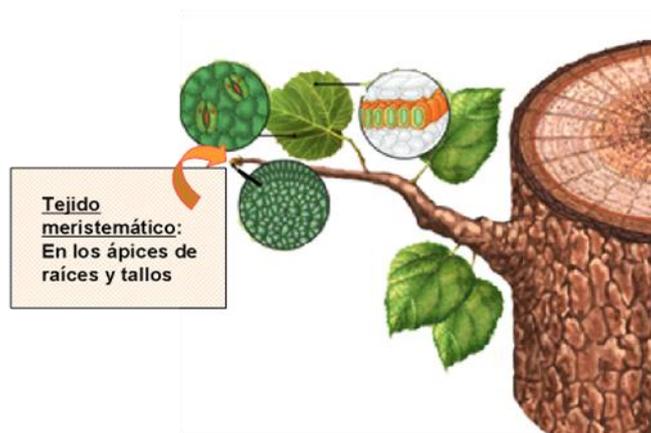


Figura 94: Zonas de crecimiento vegetal. Fuente: <http://naturales9je.netne.net>

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. 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 hayan formado.

Este logro asombroso da origen a preguntas tales como: ¿Cómo hacen las células provenientes de la división de un óvulo fecundado para organizarse y 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 (Figura 95) partiendo de una sola célula llamada huevo o cigoto que al dividirse repetidamente logra un embrión que va aumentando el número de sus células.

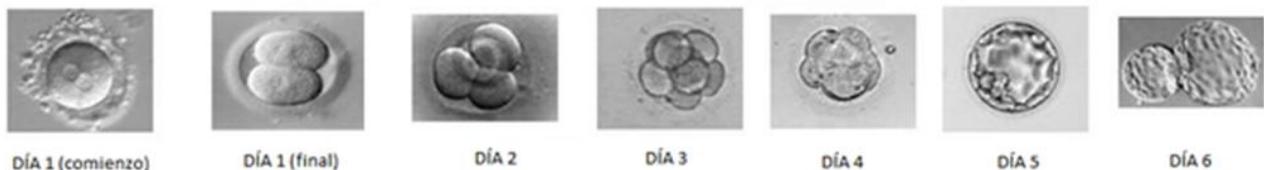


Figura 95: Células embrionarias en división a partir de la fusión de los núcleos de los gametos.

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 (Figura 96).

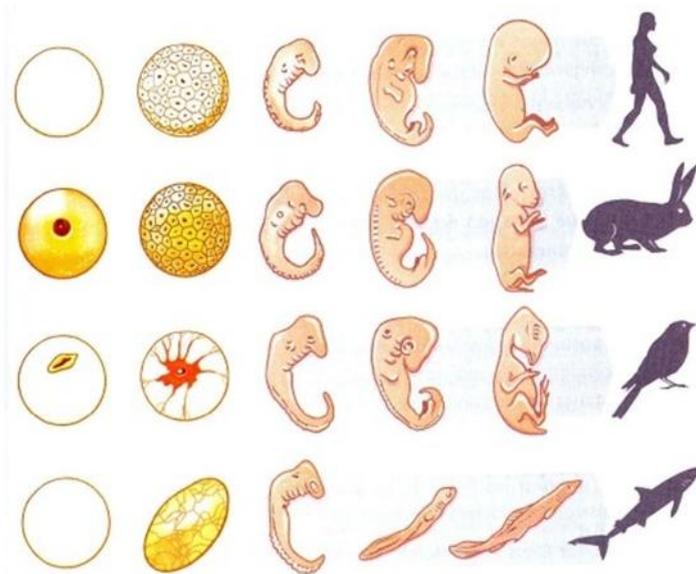


Figura 96: Reproducción animal: Si bien los tipos de gestación difieren de una especie a otra, se pueden apreciar sus semejanzas. Fuente: <https://bioraimondo.wordpress.com/2017/06/16/desarrollo-embrionario/>

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, esto significa 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.

Movimiento

El **movimiento** es una característica de los seres vivos, que requiere gasto de energía metabólica. La materia viva está en constante movimiento; desde las corrientes citoplasmáticas o ciclosis que determinan el desplazamiento del contenido celular 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 deslizantes** de las células animales como los que producen los glóbulos blancos (Figura 97) también conocido como movimiento ameboide, se caracteriza por la formación de pseudópodos (pies falsos) que se extienden y se contraen, impulsando el movimiento de la célula. En este tipo de movimiento la célula se desplaza sobre una superficie, utilizando la extensión y contracción de pseudópodos para "arrastrarse" hacia adelante.

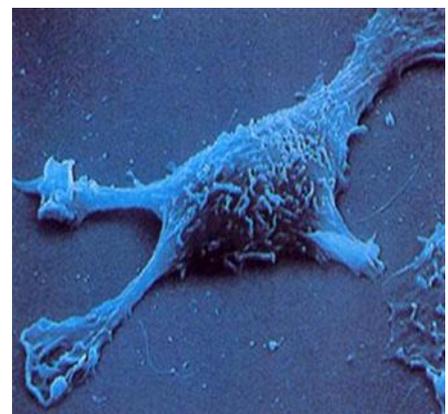


Figura 97: Movimiento deslizante de un macrófago. Fuente: Curtis et al. (2008) Biología.

- Contracción muscular:** Se debe al movimiento producido entre las proteínas fibrosas actina y miosina. El músculo del esqueleto consiste en haces o paquetes de fibras musculares (Figura 98). 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.

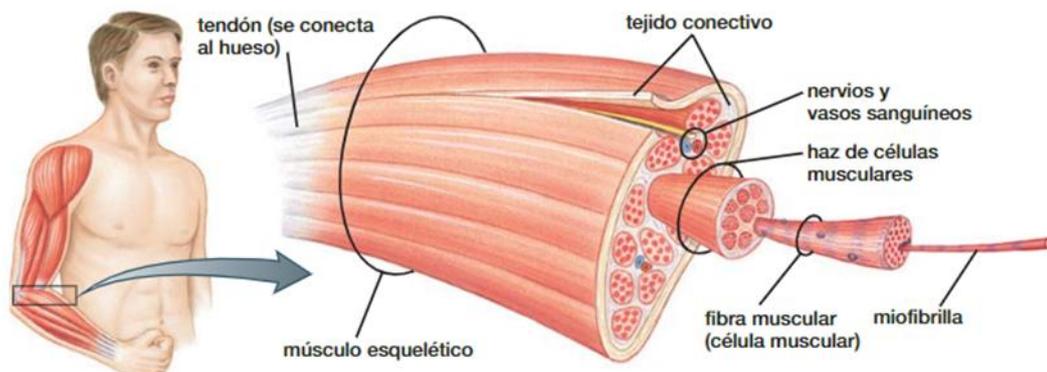


Figura 98: Componentes de la fibra muscular.

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^{2+} .

- Cilios y flagelos:** Son prolongaciones de la membrana plasmática que contienen microtúbulos y participan en los movimientos celulares.

Muchas células poseen estructuras móviles a manera de látigos. 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 (Figura 99). 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 superficies.

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 células eucariotas tienen similitud estructural.

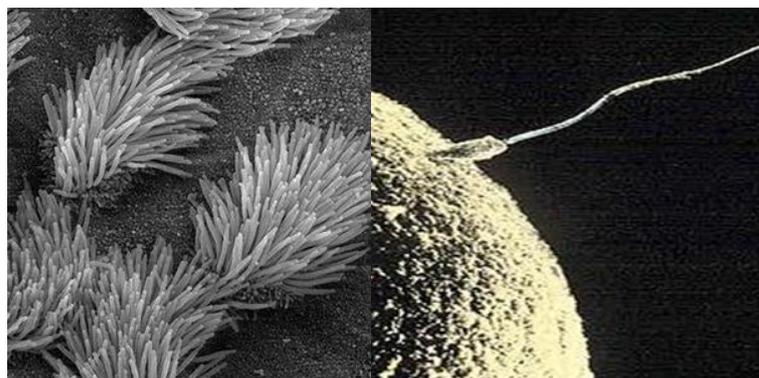


Figura 99: Microfotografías de cilios del epitelio respiratorio y el flagelo en un espermatozoide. Fuente: www.sanemiro.blogspot.com/2009/04/hola-de-nuevo.html

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.

- **Tropismos:** Son reacciones 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 mientras que las raíces crecen hacia abajo, orientadas al 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.

Entre las trepadoras están las enredaderas, cuyos tallos abrazan soportes, *tigmotropismo*, 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.

- **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 (Figura 100).

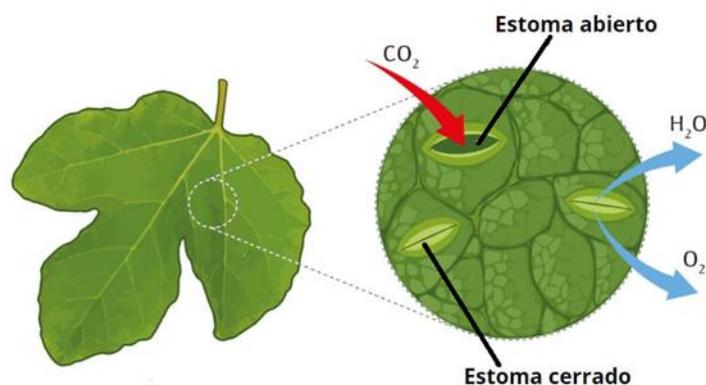


Figura 100: Células oclusivas denominadas Estomas en la superficie de la hoja.

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 (Figura 101).



Figura 101: 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.

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 (proviene desde el exterior-ambiente) o internos (si se producen dentro del mismo organismo). Un estímulo es una variación física o química del ambiente interno o externo. 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 una 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 se ajustan a su intensidad. 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 estas. 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:

- **Sistema endocrino:** funciona mediante sustancias químicas llamadas hormonas y en este caso las respuestas son lentas, pero de larga duración en el tiempo (Figura 102)

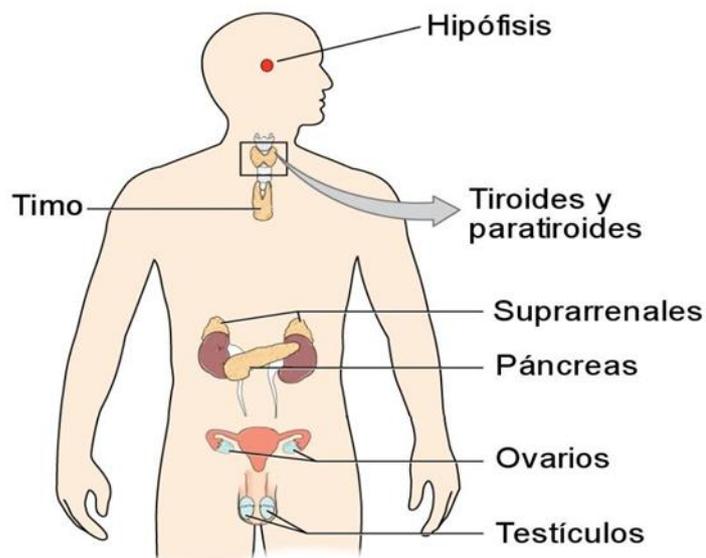


Figura 102: Sistema endócrino.

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 (Figura 103).

- 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 (Figura 104) con el fin de responder a los cambios externos e internos. Cada una de estas etapas es controlada por poblaciones especializadas de neuronas.

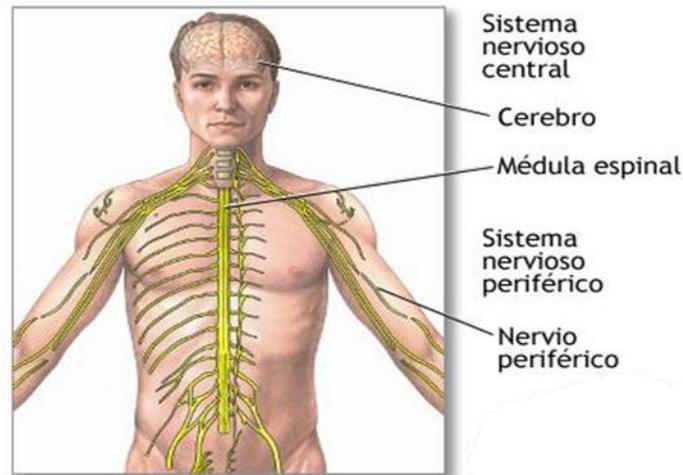


Figura 103: Sistema nervioso.

- 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 CO₂ 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.

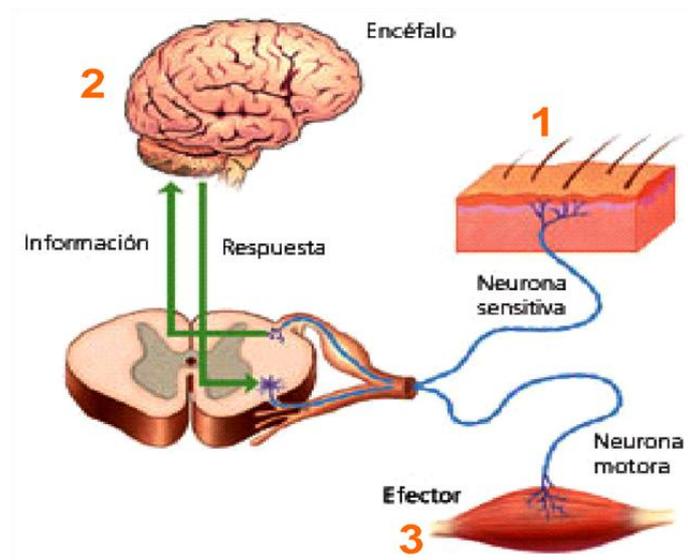


Figura 104: Procesamiento de la información por los sistemas nerviosos: 1.- Recepción sensorial. 2- Integración. 3- Respuesta motora. Fuente: Campbell, Reece (2007), Biología.

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, ver fotos de pelos erizados y el sudor.

Gran parte del medio interno está constituido por un líquido que baña a las células, 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.



Figura 105: Homeostasis.

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 de sistemas o redes de comunicaciones integrados denominados sistemas de retroalimentación. Estos sistemas 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 las redes 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 sistemas tienen los mismos elementos básicos y actúan de manera idéntica.

¿Cuáles son estos elementos básicos de un mecanismo de control?

- Sensor
- Centro de integración o control
- Efecto

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

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 o variables que controlan y envían señales (impulsos nerviosos u hormonas) al **centro de control**.

Cuando un centro de control del sistema de retroalimentación (alguna región cerebral particular) recibe información procedente de un sensor homeostático. 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 del sistema de control, el **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 sistema de retroalimentación es un sistema de calefacción central automatizado. Como se describe en la Figura 106, 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

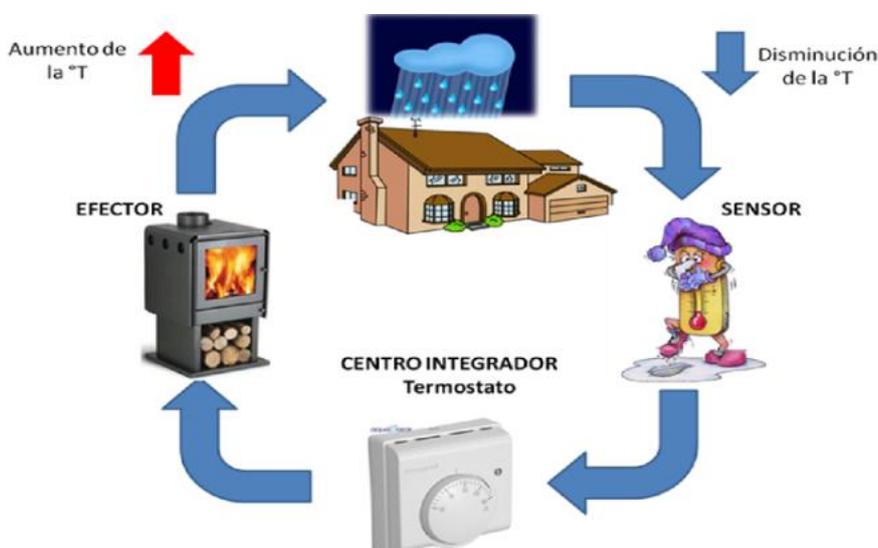


Figura 106: Sistema de calefacción central automatizado.

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).

En la Figura 107 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 elevan y 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.

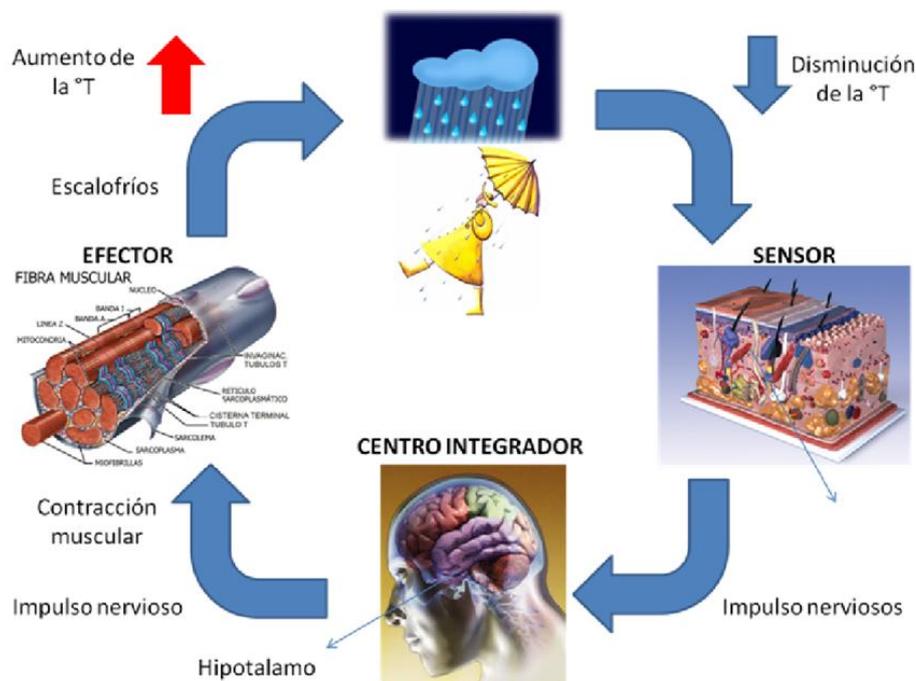


Figura 107: Regulación de la temperatura corporal. Elementos que componen un sistema de control homeostático.

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.

Otro ejemplo biológico de retroalimentación negativa es la regulación de la presión arterial ante una situación de estrés (Figura 108). 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 y como consecuencia la frecuencia cardíaca disminuye y la presión arterial desciende hasta su valor normal.

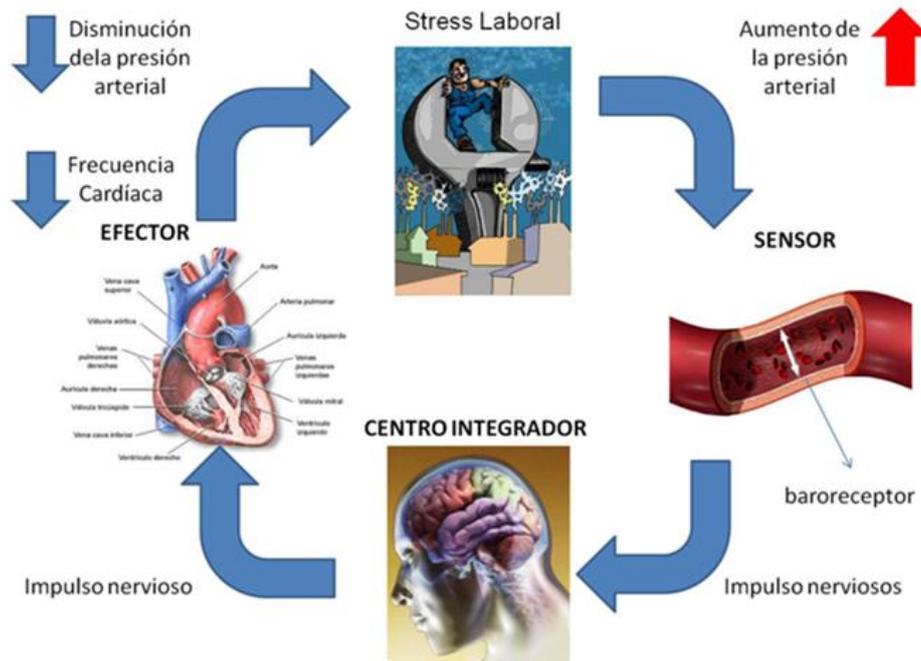


Figura 108: Regulación de la presión arterial ante una situación de estrés.

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 (Figura 109), 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.

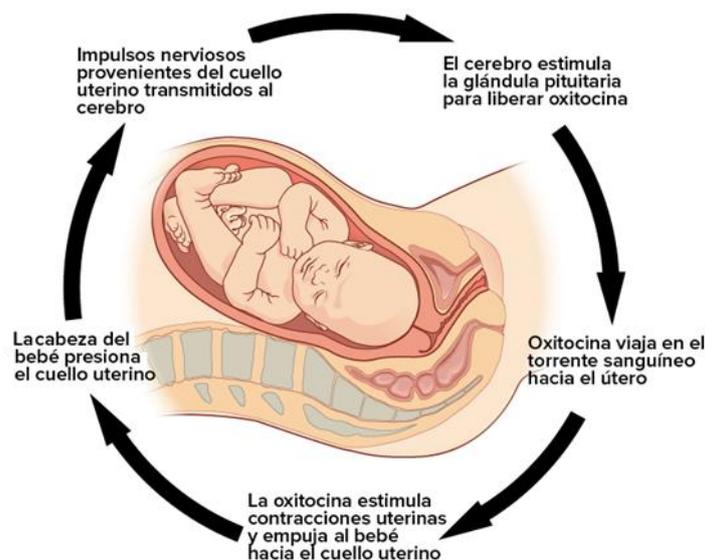


Figura 109: El parto como ejemplo de retroalimentación positiva.

Adaptación

Es la capacidad de los seres vivos para adecuarse a las condiciones variables del medio. La **adaptación** es gradual y progresiva, y se manifiesta en las poblaciones a lo largo de varias

generaciones mediante cambios en su metabolismo estructuras, tamaños, colores o comportamientos. Estos cambios mejoran su oportunidad para sobrevivir y dejar descendencia fértil.

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. Podemos ver estas diferencias en las siguientes fotografías.



Figura 110: Adaptaciones de plantas.

La adaptación es un 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 resultarían 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 y a los depredadores.

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 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 35° y 41° 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 compacta 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) (Figura 111).

A su vez, los pingüinos presentan comportamientos para mantener sus plumas en muy buenas condiciones para que los aisle 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 inferiores a -60°C y ventiscas de 250 Km/h.



Figura 111: Adaptaciones del pingüino emperador *Aptenodytes forsteri*.

Al considerar cambios morfológicos, fisiológicos o de comportamiento se puede pensar que adquirir un bronceado que mejora nuestra respuesta a la radiación solar, o un tratamiento de ortodoncia que mejora nuestra mordida podría ser considerado adaptativo, pero no es así, porque claramente estos ejemplos no pueden heredarse a la descendencia. Se trata de características adquiridas que no forman parte de la información genética incluida en el ADN.



Actividades

Metabolismo y nutrición

1. Definir el concepto de metabolismo y explicar la función que cumplen los procesos metabólicos en el mantenimiento de la vida.
2. Elaborar un cuadro comparativo entre reacciones endergónicas y exergónicas, detallando sus principales características.
3. Considerando que los seres humanos, como organismos heterótrofos, obtienen energía a partir del consumo de otros seres vivos, responder:
 - A. ¿Por qué no es necesario alimentarse inmediatamente antes de cada actividad?
 - B. ¿Qué significa ATP y cuál es su función en las células vivas?
 - C. ¿De qué manera el ATP actúa como nexo entre reacciones exergónicas y endergónicas?

4. Explicar qué aportan los procesos anabólicos y catabólicos a la célula, y cómo se interrelacionan.
5. Proporcionar ejemplos representativos de reacciones anabólicas y catabólicas.
6. Diferenciar los términos autótrofo y heterótrofo, e incluir ejemplos de organismos correspondientes a cada tipo.

Reproducción

1. Elaborar un cuadro comparativo entre los mecanismos de reproducción sexual y asexual.
2. Analizar las diferencias en los estilos de vida de organismos que presentan fecundación externa frente a aquellos con fecundación interna.

Crecimiento y desarrollo

1. Leer el texto sobre las teorías de la preformación y la epigénesis, y vincularlas con los conceptos actuales del desarrollo. Evaluar críticamente si se reconoce algún aspecto verosímil en la teoría preformacionista.

Por casi 200 años los científicos discutieron la teoría de la preformación, según la cual el espermatozoide contenía 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, tomando forma humana a medida que el desarrollo avanza.

2. Investigar sobre la técnica del bonsái como ejemplo de crecimiento vegetal controlado. Identificar los tejidos que deben intervenir para inhibir el desarrollo normal del árbol y precisar su ubicación.
3. Observar la imagen provista y responder: ¿El crecimiento en gallinas y mariposas se produce a través del mismo mecanismo? Indicar qué particularidad se observa en el desarrollo de las mariposas.

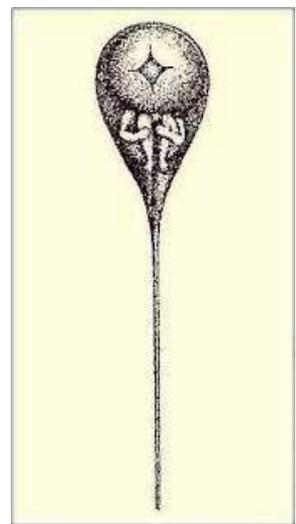


Figura 112: La teoría de la preformación, también conocida como preformismo, postula que el desarrollo de un embrión no es más que el crecimiento de un organismo ya preformado.

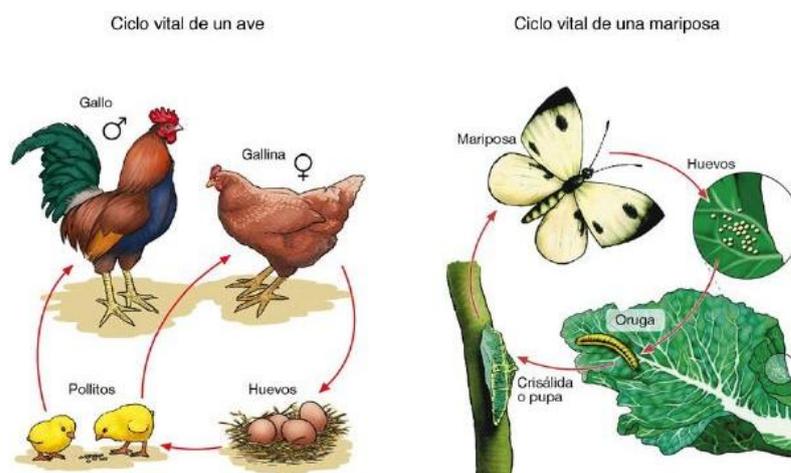
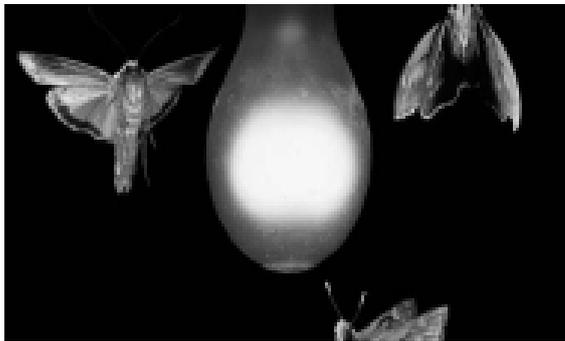


Figura 113: Ciclos vitales de aves y mariposas.

Movimiento

1. Investigar y redactar una definición del concepto de taxismo. A partir de las imágenes, distinguir si los movimientos observados corresponden a tropismos o taxismos, e indicar el estímulo correspondiente.



(A)



(B)



(C)

Figura 114: Tropismos y taxismos.

2. Observar la fotografía del tallo de vid e identificar la estructura señalada. Indicar el tipo de movimiento que representa.



Figura 115: Tallo de la vid.

3. Investigar los tipos de movimientos especializados presentes en amebas y paramecios, e indicar su denominación.
4. Indagar la existencia de seres vivos que no presenten movimiento. Fundamentar la respuesta con base biológica.

Irritabilidad y homeostasis

1. A partir del concepto de homeostasis, identificar los sistemas de retroalimentación (positiva o negativa) involucrados en las siguientes situaciones:

- A. Una persona sale a correr y aumenta su frecuencia cardíaca.
- B. Durante la actividad física siente sed y decide hidratarse.
- C. Luego de la actividad física intensa, experimenta somnolencia.

Investigar cada proceso fisiológico (aumento de la frecuencia cardíaca, percepción de la sed y necesidad de dormir), identificando los componentes del sistema de retroalimentación (señales, tejidos u órganos implicados) y explicar su asociación funcional.

2. Observar el esquema propuesto e identificar los sistemas de retroalimentación presentes en dos situaciones ambientales distintas:

- A. En condiciones de calor.
- B. En condiciones de frío.

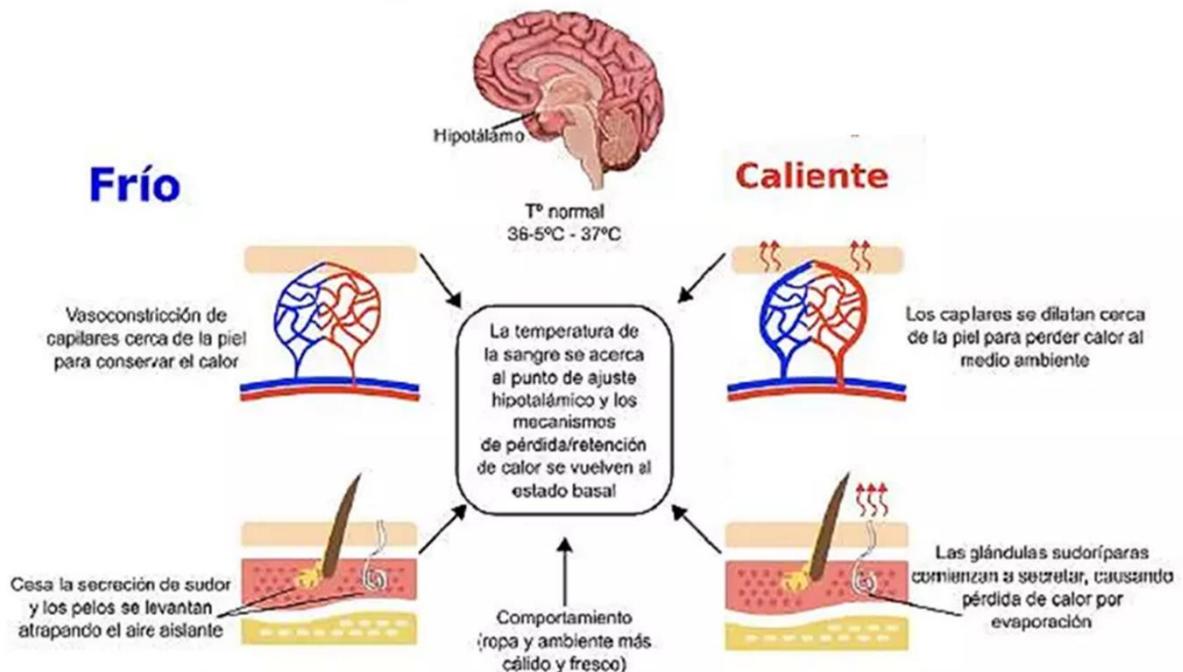


Figura 116: Sistemas de retroalimentación.

3. Leer el siguiente texto y reconocer los elementos que conforman el sistema homeostático. Indicar el tipo de retroalimentación implicado.

Al iniciarse el parto, el niño es expulsado de la matriz o útero hacia el canal del parto o vagina. Los receptores de tensión en la pared uterina detectan la distensión causada por el movimiento fetal. Esta información se transmite al cerebro, que estimula a la hipófisis para liberar oxitocina. La hormona, a través del torrente sanguíneo, llega al útero y provoca contracciones más intensas, incrementando la distensión y estimulando una nueva liberación de oxitocina. Este ciclo continúa hasta la expulsión del niño.

4. Investigar el funcionamiento del eje hipotálamo–hipófisis–tiroides, señalando las vías aferentes y eferentes implicadas en la regulación de las hormonas tiroideas T3 y T4.

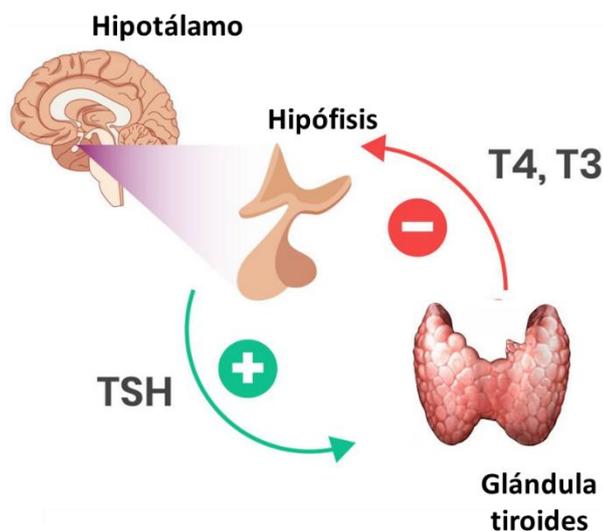


Figura 117: Eje hipotálamo-hipófisis-tiroides.

Adaptación

1. A partir del texto proporcionado, formular hipótesis acerca de la menor longitud del tubo digestivo en carnívoros y su relación con la frecuencia alimentaria.

Los mamíferos herbívoros tienen una serie de adaptaciones intestinales.

La celulosa, polisacárido 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

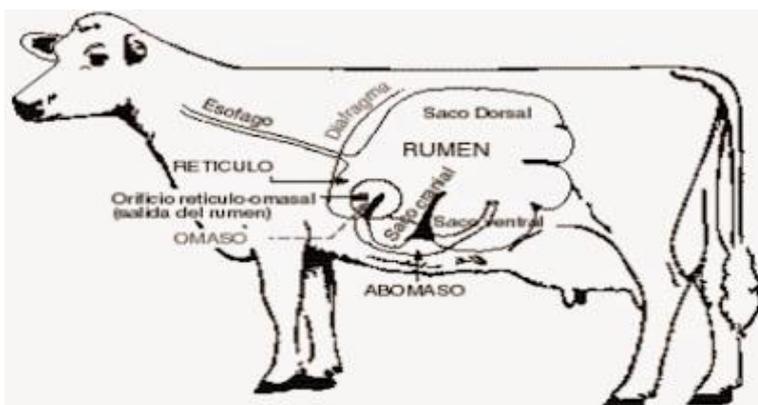


Figura 118: Sistema digestivo de la vaca.

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 redcilla 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.

(Fuente: Principios integrales de zoología. Hickman, Roberts y Parson. McGraw-Hill Interamericana, 2000.)

2. Observar las fotografías y analizar si es posible que ocurra la adaptación morfológica representada. Fundamentar la respuesta.



(A)



(B)

Figura 119: Adaptaciones hipotéticas.

Bibliografía

- Audesirk, T., Audesirk, G., & Byers, B. E. (2008). *Biología: La vida en la Tierra*. Pearson Educación.
- Gama Fuertes, M. A. (2012). *Biología 1* (2.^a ed.). Serie Competencias + Aprendizaje + Vida. Pearson Educación de México.
- Curtis, H., Barnes, S., Schnek, A., & Massarini, A. (2008). *Biología* (7.^a ed.). Médica Panamericana.
- Curtis, H., & Barnes, S. (2000). *Biología* (6.^a ed.). Médica Panamericana.
- Campbell, N. A., & Reece, J. B. (2007). *Biología* (7.^a ed.). Médica Panamericana.
- Purves, W. K., Sadava, D., Orians, G. H., & Heller, H. C. (2003). *Vida: La ciencia de la biología* (6.^a ed.). Médica Panamericana.
- Alberts, B., Bray, D., Hopkin, K., Johnson, A., Lewis, J., Raff, M., Roberts, K., & Walter, P. (2006). *Introducción a la biología celular* (2.^a ed.). Médica Panamericana.
- Alberts, B., Johnson, A., Lewis, J., Raff, M., Roberts, K., & Walter, P. (2004). *Biología molecular de la célula* (4.^a ed.). Omega.
- Lodish, H., Berk, A., Zipursky, L., Matsudaira, P., Baltimore, D., & Darnell, J. (2005). *Biología celular y molecular* (5.^a ed.). Médica Panamericana.
- Curtis, H., & Barnes, S. (2006). *Biología* (6.^a reimpresión). Médica Panamericana.
- Wolpert, L., Jessell, T., Lawrence, P., & Meyerowitz, E. (2000). *Embriología del desarrollo*. Médica Panamericana.
- Tortora, G. J., & Derrickson, B. (2006). *Principios de anatomía y fisiología* (11.^a ed.). Médica Panamericana.
- Thibodeau, G. A., & Patton, K. V. (2008). *Anatomía y fisiología* (6.^a ed.). Harcourt.

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 $-\text{COOH}$ 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.
- **Adenosín 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 mARN, tARN y rARN. El ARN 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:** Término 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 semiconservadora:** 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.