



Material
Didáctico
para Estudiantes

GUÍA DE TRABAJOS PRÁCTICOS:
MÓDULO DE INGRESO DE
BIOLOGÍA

FQByF

Facultad de Química, Bioquímica y Farmacia



Universidad Nacional
de San Luis

SERIE DIDÁCTICA: MATERIAL DIDÁCTICO PARA ESTUDIANTES

Guías de Trabajos Prácticos: MÓDULO DE INGRESO DE BIOLOGÍA

Alejandra CANGIANO

Aldo DAGUERRE

Silvia DÁVILA

Andrea ISAGUIRRE

Mariana JOFRÉ

Marta MOGLIA

Cynthia ORTIZ

Eloy SALINAS

Susana SÁNCHEZ

Andrea VIDELA

Sofía ZABALA

FACULTAD DE QUÍMICA, BIOQUÍMICA Y FARMACIA



UNIVERSIDAD NACIONAL DE SAN LUIS

2020

Decana

Dra. Mercedes Edith CAMPDERRÓS

Vice Decana

Dra. Lucía Beatriz FUENTES

Secretaria académica

Dra. Estela Isabel GASULL

Comisión de la Serie Didáctica

Coordinadora

Dra. María Cristina ALMANDOZ

Integrantes

Departamento de Bioquímica
y Ciencias Biológicas

Dra. Susana I. SÁNCHEZ

Dra. Verónica P. FILIPPA

Departamento de Farmacia

Dr. Luis A. DEL VITTO

Dra. Alejandra O. MARIA

Departamento de Química

Dra. Yamina A. DÁVILA

Dra. María de los Ángeles ÁLVAREZ

SUMARIO

La publicación periódica Serie Didáctica ha sido creada en el ámbito de la Facultad de Química, Bioquímica y Farmacia de la Universidad Nacional de San Luis (Ordenanza N° 008/07-CD) con el fin de proporcionar material de estudio a los estudiantes de las Carreras de grado impartidas en la Facultad.

Actualmente, la SERIE DIDÁCTICA: MATERIAL DIDÁCTICO PARA ESTUDIANTES (Resolución N° 269/16) ofrece guías de Trabajos Prácticos de Laboratorio y de campo, guías de resolución de problemas, material teórico, propuestas de estudios dirigidos y comprensión de textos, entre otros materiales, elaborados por el cuerpo docente de las diferentes Áreas de Integración Curricular de la Facultad. Estas producciones didácticas significan un aporte para cubrir necesidades académicas acorde al enfoque de cada asignatura o que no se encuentran habitualmente en bibliografía específica. Las mismas están disponibles en la página de la UNSL (<http://www.fqbf.unsl.edu.ar/mda.html>) lo que facilita la accesibilidad por parte de los estudiantes, docentes y comunidad educativa en general, garantizando la calidad de la visualización y la amplia difusión del material publicado en este sitio. De igual modo, la Serie Didáctica realiza una extensión invitando a docentes y alumnos de diferentes niveles educativos a participar, crear, producir y utilizar este espacio fomentando así el vínculo entre esta Institución y la comunidad.

En nuestra opinión, es de vital importancia producir y compartir el conocimiento con los estudiantes y la sociedad. De este modo, se tiende a facilitar los procesos de enseñanza y de aprendizaje y la transmisión de una idea directriz de conducta humana y científica, fortaleciendo los vínculos entre docentes-alumnos-conocimientos y sociedad.

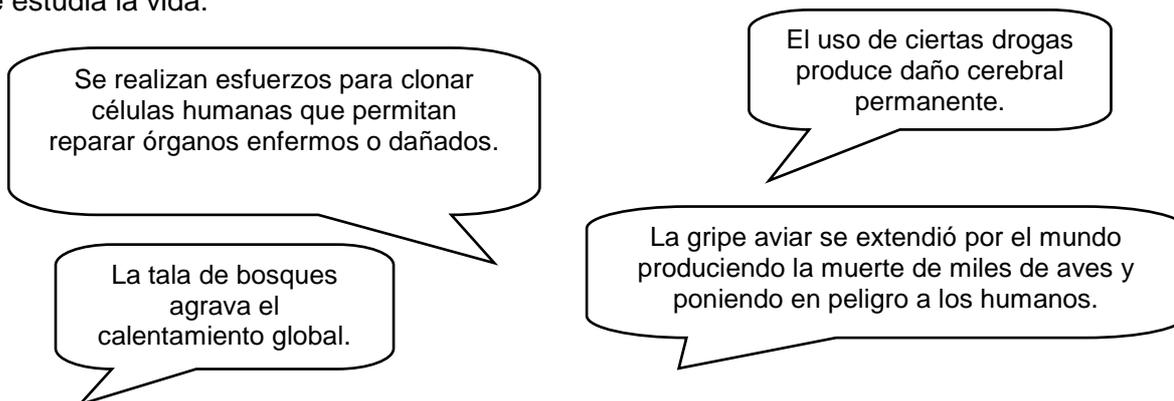
Dado que la presente SERIE DIDÁCTICA resulta de la participación de numerosos actores, ante los posibles errores humanos y cambios en la ciencia, ni los editores ni cualquier otra persona que haya participado en la preparación del material didáctico garantizan íntegramente que la información sea precisa o completa.

La Biología es apasionante. Es una disciplina con mucha historia y con un presente arrollador. Muchos años de investigaciones han generado información detallada sobre los componentes de los sistemas complejos que caracterizan la vida (genes, células, organismos, ecosistemas) y todo este conocimiento ha comenzado a fusionarse en un mayor entendimiento de cómo todos estos componentes funcionan juntos como sistemas. En la actualidad y gracias a la colaboración con físicos, geólogos, informáticos, matemáticos e ingenieros, los biólogos pueden conocer los sistemas complejos con más detalle que nunca, desde eventos moleculares en células individuales hasta ciclos globales y además predecir y controlar sus actividades.

La Biología involucra dos ideas basales: en primer lugar todos los organismos se encuentran relacionados por la evolución, por lo tanto un gen, una célula o una especie son directamente relevantes para entender a los otros, ya que los procesos pueden ser idénticos o altamente similares entre organismos diferentes, debido a la descendencia en común. Segundo, el proceso de evolución ha generado una variación inconmensurable de organismos con numerosas y variadas adaptaciones a diversos ambientes, haciendo imprescindible la comparación.

Los “naturalistas” del siglo XVII combinaban observaciones de biología, geología y física para describir el mundo natural. La Biología actual, luego de décadas de especialización altamente productiva, está volviendo a ser interdisciplinaria, combinando campos muy disímiles de manera de diseñar nuevos enfoques.

Mucho de lo que escuchamos a nuestro alrededor habla de BIOLOGÍA, la ciencia que estudia la vida:



El estudio de la vida gira alrededor de varias ideas interconectadas: la base celular de la vida, la información genética y la herencia, la materia y la energía, el crecimiento, desarrollo y reproducción, el mantenimiento de equilibrios, la evolución, la relación entre estructura y función, la unidad y la diversidad, la interdependencia en la naturaleza y la ciencia como una forma de conocer. ¡Intentaremos empezar a conocer algunas de estas ideas!

AUTORES:

ALEJANDRA CANGIANO

ALDO DAGUERRE

SILVIA DÁVILA

ANDREA ISAGUIRRE

MARIANA JOFRÉ

MARTA MOGLIA

CYNTHIA ORTIZ

ELOY SALINAS

SUSANA SÁNCHEZ

ANDREA VIDELA

SOFÍA ZABALA

La presente Guía teórico-práctica, pertenece al Módulo de Ingreso de Biología, el cual se imparte para las Carreras de:

ANALISTA QUÍMICO

FARMACIA

INGENIERÍA EN ALIMENTOS

LICENCIATURA EN BIOLOGÍA MOLECULAR

LICENCIATURA EN BIOQUÍMICA

LICENCIATURA EN BIOTECNOLOGÍA

LICENCIATURA EN CIENCIAS BIOLÓGICAS

LICENCIATURA EN CIENCIA Y TECNOLOGÍA DE LOS ALIMENTOS

LICENCIATURA EN QUÍMICA

PROFESORADO UNIVERSITARIO EN BIOLOGÍA

PROFESORADO EN QUÍMICA

TECNICATURA UNIVERSITARIA EN ESTERILIZACIÓN

TECNICATURA UNIVERSITARIA EN LABORATORIOS BIOLÓGICOS

TECNICATURA UNIVERSITARIA EN SEGURIDAD E HIGIENE DEL TRABAJO

INDICE

| | | |
|-------------------------------|--|----|
| Presentación de la asignatura | | I |
| Índice | | IV |
| Tema 1 | La Biología | 1 |
| Tema 2 | Composición química de los seres vivos | 22 |
| Tema 3 | Características de los seres vivos | 73 |

TEMA 1

LA BIOLOGÍA

Objetivos

- Conocer las características del conocimiento científico.
- Identificar los pasos del método científico.
- Conocer a los personajes más importantes de la historia de la Biología y sus descubrimientos.

Introducción

LA CIENCIA

Y, al principio, todo fue curiosidad...

La curiosidad, el imperativo deseo de conocer, no es una característica de la materia inanimada. Tampoco lo es de algunas formas de organismos vivos, a los que, por este motivo, apenas podemos considerar vivos.

El cerebro humano es la más estupenda masa de materia organizada del Universo conocido, y su capacidad de recibir, organizar y almacenar datos supera ampliamente los requerimientos ordinarios de la vida.

Por sí mismo, el conocimiento busca sólo resolver cuestiones tales como: ¿A qué altura está el firmamento?», o « ¿Por qué cae una piedra?». Esto es la curiosidad pura, la curiosidad en su aspecto más estéril y, tal vez por ello, el más perentorio.

Isaac Asimov, Introducción a la Ciencia, 1973

Ver, mirar, observar...

Hay tres verbos en español que se emplean para recrear, mediante el lenguaje, el sentido de la vista, y que no tienen el mismo significado, por lo menos de forma directa, pero que están interrelacionados. Estos son:

- ver: implica percibir o conocer mediante el uso de la vista (sinónimos: avistar, presenciar, testimoniar, reparar en, notar). La percepción es un proceso que nos permite -gracias al modo en que la luz se refleja en los objetos y dependiendo de las condiciones físicas del ojo- darnos cuenta de aquello que nos rodea.

- mirar: según el diccionario de la Real Academia Española, en una primera acepción, tiene que ver con “dirigir la vista hacia un objeto”, es decir, enfocar algo en particular (sinónimos: apuntar, dirigir la vista hacia, contemplar, fijar la vista).
- observar: nos dice el diccionario que es, en primera instancia, examinar atentamente algo o a alguien. Esto significa que para observar tenemos que ver y mirar al mismo tiempo. Observar transmite la idea de prestar atención cuidadosa sobre algo o sobre alguien. Está relacionado con las asociaciones que podemos hacer sobre aquello a donde dirigimos la vista y sobre lo que nos formamos un juicio. Este fenómeno está sustentado, en buena parte, en lo que miramos y en buena medida en nuestra experiencia previa.

¿Qué es la Ciencia entonces?

La ciencia no es sólo una colección de datos, pues, aunque los datos son una parte muy importante de la ciencia (el agua se congela a cero grados centígrados, la Tierra gira alrededor del sol), ella incluye mucho más:

- observar lo que está sucediendo,
- clasificar u organizar la información,
- predecir lo que sucederá,
- comprobar predicciones bajo condiciones controladas para ver si son correctas
- y sacar conclusiones.

La ciencia incluye probar y cometer errores, realizando pruebas, fracasando e intentando nuevamente. La ciencia no brinda todas las respuestas. Requiere de algún nivel de escepticismo para que las "conclusiones" científicas se puedan modificar o cambiar enteramente según se generan nuevos conocimientos.

La ciencia (del latín *scientia*, “conocimiento”) es un proceso de adquisición y de organización del conocimiento. El conocimiento científico es producto de una práctica humana con reglas establecidas, cuya finalidad es obtener por diversos medios un conjunto de reglas o leyes universales, generalmente de índole matemática, que dan cuenta del comportamiento de un sistema y predicen cómo actuará dicho sistema en determinadas circunstancias.

¿Y por qué es tan importante la ciencia?

La influencia de la ciencia en nuestra vida diaria es más que evidente. No sólo a través de la tecnología que utilizamos y de la que dependemos para ya casi cualquier actividad: radio, televisión, computadoras, teléfonos celulares, Internet; o a través de

aplicaciones que han cambiado por completo la forma en que vivimos: medicamentos y vacunas, fibras sintéticas y nuevos materiales de construcción. Ya que, además de proporcionar beneficios materiales, la ciencia ofrece algo quizás más valioso: una forma de comprender el mundo -y de resolver los problemas que ese mundo nos plantea- de manera racional.

Las explicaciones científicas, a diferencia de las que ofrecen otras formas de aproximarse al mundo, tienen la triple ventaja de ser lógicas: se pueden entender (y por tanto se pueden compartir); reproducibles: se pueden comprobar; y confiables: funcionan cuando se aplican a problemas concretos. Además, el conocimiento científico se puede poner en duda y, según el caso, confirmarse, refutarse o corregirse.

Clasificaciones fundamentales de la ciencia

Una clasificación general ampliamente usada es la que agrupa a las disciplinas científicas en dos grandes grupos:

| | | | |
|-------------------------------|---|--------------------|---|
| Ciencias formales | Estudian las formas válidas de inferencia (inducción, deducción)*: lógica y matemática. No tienen contenido concreto; es un contenido formal, en contraposición al resto de las ciencias fácticas o empíricas. | | |
| Ciencias fácticas o empíricas | Sus objetos de estudios son procesos o entes materiales, susceptibles de observación y experimentación. Sus enunciados se refieren a sucesos o procesos que deben ser verificables. Necesitan de la observación y/o experimentación y su verificación es incompleta o temporaria. | Ciencias naturales | Son aquellas disciplinas científicas que tienen por objeto el estudio de la naturaleza: astronomía, biología, física, geología, química, geografía física y otras. |
| | | Ciencias sociales | Son aquellas disciplinas que se ocupan de los aspectos del ser humano, cultura y sociedad. El método depende particularmente de cada disciplina: administración, antropología, ciencia política, demografía, economía, derecho, historia, psicología, sociología, geografía humana y otras. |

* Estos procesos se explican en las páginas 8 de la presente unidad.

El conocimiento científico. Características

El **conocimiento científico** es un proceso que se retroalimenta permanentemente y que surge de aplicar un procedimiento estructurado conocido como **método científico**. Sus principales motores son la búsqueda de una explicación racional a la realidad circundante y

la posibilidad de prever eventos a futuro. Sólo es posible generar conocimiento científico si se dispone de métodos adecuados y de un pensamiento crítico, no atado a preconcepciones ni intereses particulares.

El conocimiento científico es:

- 1. Sistemático:** consiste en establecer un orden o coherencia entre los conocimientos producidos en la investigación. Un conocimiento científico sirve de base al que le sigue y así sucesivamente, de modo que una cadena de observaciones y razonamientos conducen al nuevo conocimiento.
- 2. Verificable:** debe existir la metodología necesaria para establecer el grado de certidumbre o exactitud de lo que ese conocimiento afirma. Es un proceso mediante el cual se someten a prueba afirmaciones sobre hechos, para confirmar si son verdaderas o falsas, y que cualquier científico o persona lo puede comprobar.
- 3. Universal:** independiente del lugar o la época. Cualquier conocimiento tiene validez para todos los objetos del conjunto a que se refieren las afirmaciones.
- 4. Transformador:** cambia a las sociedades y a sus modos de vida.
- 5. Analítico:** normalmente se accede a un conocimiento científico descomponiendo el todo en sus elementos o partes, a fin de simplificar el abordaje y descubrir así relaciones y mecanismos internos subyacentes.
- 6. Sintético:** una vez analizadas minuciosamente las partes del problema, se debe poder relacionarlas para formular una idea abarcadora.
- 7. Específico:** la ciencia analiza fenómenos y situaciones particulares, pues resulta imposible pensar en una ciencia de lo universal.
- 8. Explicativo:** el objetivo último del conocimiento científico es tratar de entender y explicar los hechos formulando leyes o principios.
- 9. Comunicable:** debe poder expresarse de modo que se pueda comprender.
- 10. Fáctico:** se aferra a los hechos tal como son y se presentan.
- 11. Objetivo:** trata a los hechos y se apega a ellos evitando introducir explicaciones sobrenaturales, valores sentimentales o emocionales.
- 12. Provisional:** no debe tomarse como definitivo o inmutable, pues mantiene su validez en la medida en que no existan nuevas investigaciones científicas que lo cuestionen.

Otros tipos de conocimiento:

1. Conocimiento intuitivo: es aquel conocimiento que utilizamos en nuestra vida cotidiana y nos permite acceder al mundo que nos rodea, de forma inmediata a través de la experiencia. Es decir, tratando de relacionarla con algún evento o experiencia que hayamos

vivido y tenga que ver con lo que estamos apreciando. Nos permite resolver problemas, reaccionar a estímulos, enfrentar nuevos obstáculos y situaciones inéditas. Es un conocimiento que se adquiere sin la necesidad de emplear un análisis o un razonamiento anterior. Ejemplo: saber cuándo una persona está feliz o triste o en general, saber cuándo una persona presenta diversos estados de ánimo.

2. Conocimiento religioso: es aquel que nos permite sentir confianza, certidumbre o fe respecto a algo que no se puede comprobar. Se basa en un tipo de creencia que no se puede demostrar. Gracias a este conocimiento, muchas personas sienten confianza para actuar y relacionarse con los demás.

3. Conocimiento empírico: se refiere al saber que se adquiere por medio de la experiencia, percepción, repetición o investigación. Este tipo de saber se interesa por lo que existe y sucede, no se ocupa de lo abstracto. Es la experiencia que se tiene del medio natural, se produce a través de nuestros sentidos y de la manera en cómo se percibe la realidad. A este tipo de conocimiento corresponden los siguientes ejemplos: aprender a escribir; el conocimiento de idiomas, que sólo es posible si se los practica de manera escrita y además si se escucha a personas hablando; el reconocimiento del color de las cosas que ocurre por medio de la experiencia y aprendizaje inconsciente que nos han inculcado nuestros padres; aprender a caminar o andar en bicicleta, manejar un vehículo.

4. Conocimiento filosófico: es aquel razonamiento puro que no ha pasado por un proceso de praxis o experimentación metodológica para probarlo como cierto. A través de la historia de la humanidad, las necesidades por conocer lo que es el hombre, el mundo y saber hacia dónde nos dirigimos, han generado una gran inquietud.

El método científico en las Ciencias Biológicas

El método científico (“camino hacia el conocimiento”, del griego: *-μετά, μετά* = hacia, a lo largo- *-ὁδός hodós* = camino; y del latín: *scientia* = conocimiento) es un método de investigación (Figura 1.1) usado principalmente en la producción de conocimiento en las ciencias.

El método científico posee dos características fundamentales:

- la **reproducibilidad**, es decir, la capacidad de repetir un determinado experimento (si se trata de un ciencia experimental) en cualquier lugar y por cualquier persona. Se basa, esencialmente, en la comunicación y publicidad de los resultados obtenidos.
- la **falsabilidad**, es decir, que toda proposición científica tiene que ser susceptible de ser refutada o falsada (falsacionismo). Esto implica que se pueden diseñar experimentos que en el caso de dar resultados distintos a los predichos, negarían lo propuesto originalmente.

Etapas del método científico

1.- Observación y planteamiento del problema

La observación es el primer paso en cualquier investigación. Permite percibir, detectar, mirar precisa y detenidamente. Cuando se observa científicamente un objeto o un fenómeno, se debe hacer con objetividad y tratando de abarcar todas las dimensiones de lo observado. La observación se hace con un orden y en forma detallada. He ahí la diferencia entre ver y observar: se observa con disciplina y rigurosidad y se ve con desorden. A partir de la observación es posible el planteamiento del problema.

La característica del problema es que se plantea en forma de pregunta muy precisa y parte necesariamente de la observación. ¿Qué determina que las plantas sean verdes? ¿Cómo se nutren las plantas? ¿Cómo se explica el parecido entre padres e hijos? ¿Cómo se originó la vida? ¿Cómo la luz solar calienta la superficie terrestre? ¿Cómo ocurren los eclipses?

2.- Hipótesis

La hipótesis es una respuesta provisional a la pregunta planteada previamente, una suposición que establecemos como una forma de explicarnos la naturaleza del fenómeno estudiado. Es una respuesta ingeniosa, cargada de conocimiento previo, se constituye en la columna vertebral del trabajo científico. A partir de la hipótesis se desarrollan experimentos o procedimientos para generar datos que demuestren su veracidad o falsedad.

Las hipótesis deben ser comprobables: esto es, debe existir una manera de ponerlas a prueba y verificar su validez. Además, las hipótesis deben ser refutables: es decir, debe existir alguna observación o experimento que intente revelar que la hipótesis no es verdadera.

3.- Experimento (ciencias experimentales)

Es la parte más atractiva de la investigación, ya que requiere no sólo del ingenio, experiencia y conocimientos del investigador, sino también de esfuerzo físico. El diseño del experimento exige mucha creatividad, hay hipótesis que han estado formuladas por varias décadas sin que se diseñara el experimento que las pusiera a prueba. Por ejemplo, la hipótesis propuesta por Oparín “la vida se originó por evolución química”, fue comprobada

más de 30 años después, cuando se diseñó el experimento, donde se utilizó una bobina Tesla, para simular las descargas eléctricas de la atmósfera primitiva.

El reto en esta etapa es diseñar formas que permitan el control de las variables que en ella intervienen. Las variables de investigación son factores o condiciones que pueden cambiar durante la realización de un experimento, que pueden ser medidos o evaluados. La repetición del experimento, bajo las mismas condiciones en que fue formulado, da la oportunidad de que otros verifiquen los resultados cuantas veces sea necesario. La cuantificación de los datos, da mayor certeza del comportamiento del fenómeno. Conforme la investigación avanza, las hipótesis falsas se rechazan una a una, hasta obtener la respuesta más plausible entre todas las hipótesis que se presentaron inicialmente.

Los **experimentos controlados** sirven para estudiar el efecto de una variable eliminando los efectos de cualquier otra variable no deseada. En un experimento controlado: el grupo experimental se compara con un grupo de control. Los grupos experimentales y control difieren solamente en el factor para cuyo estudio se ha diseñado el experimento.

4.- Conclusión

En esta fase, se decide si la hipótesis es verdadera o falsa. Muchas veces se llega a conclusiones que no estaban previstas, para lo cual, teniendo en cuenta los resultados del experimento, se debe plantear nuevamente el problema, en función de los nuevos datos o conocimientos del fenómeno. No siempre se plantean nuevas teorías o se descubren leyes de comportamiento general, la mayoría de los investigadores se conforman con arribar a conclusiones que den una respuesta convincente de lo que se busca.

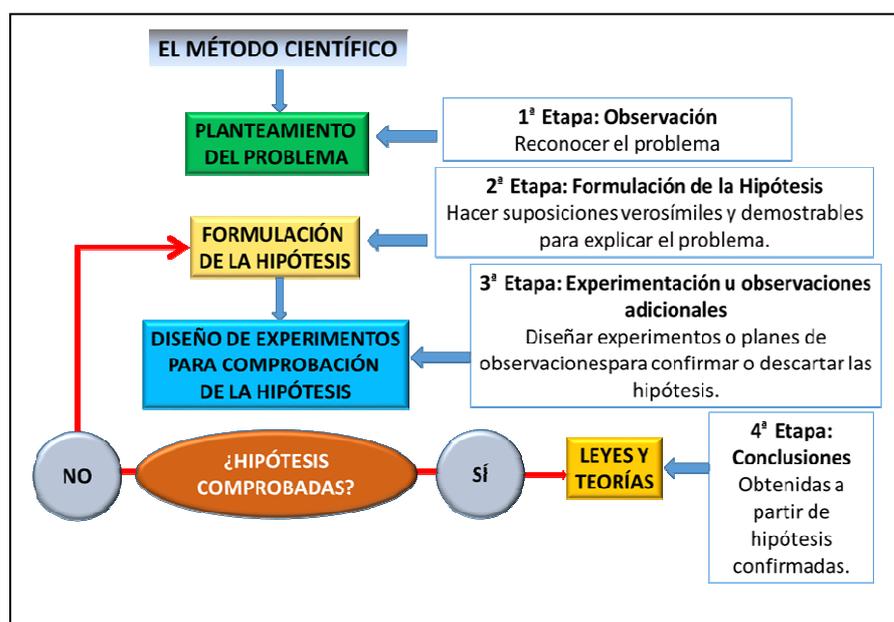


Figura 1.1. Representación esquemática de los pasos del método científico. (De <http://metodocientificoladrosophila.blogspot.com.ar/2015/03/metodo-cientifico.html>).

El proceso de investigación en Biología

La Biología combina dos procesos esenciales de la investigación: la ciencia del descubrimiento (descriptiva) y la ciencia basada en hipótesis.

1. La ciencia del descubrimiento (descriptiva)

Consiste en su mayor parte en la descripción de la naturaleza. En Biología se describen las estructuras y los procesos de la naturaleza con la mayor exactitud posible por medio de la observación cuidadosa y el análisis de datos. Por ejemplo, la comprensión de la estructura celular y las bases de datos de los genomas de las distintas especies. Permite llegar a conclusiones basadas en un tipo de razonamiento: la **inducción** o razonamiento inductivo, por ejemplo: “todos los organismos están formados por células”. Se define a la **inducción** como un razonamiento a partir de un conjunto de observaciones específicas para alcanzar una conclusión general.

2. La ciencia basada en hipótesis

Intenta la explicación de la naturaleza. Las observaciones y las **inducciones** de la ciencia del descubrimiento estimulan a buscar las causas y explicaciones naturales de estas observaciones. Por ejemplo: ¿cuál es la causa de que la raíz de una planta con semillas crezca hacia abajo y el tallo que contiene los brotes crezca hacia arriba? En ciencia, estos interrogantes siempre implican la propuesta y la verificación de explicaciones hipotéticas o **hipótesis**. La ciencia basada en la hipótesis incorpora otro tipo de razonamiento: la **deducción**. Una hipótesis es la respuesta posible a una pregunta claramente formulada. Es una explicación para verificar, un postulado basado generalmente en experiencias pasadas y en los datos disponibles de la ciencia del descubrimiento, que se pone a prueba mediante observaciones adicionales o mediante el diseño de experimentos. La **deducción** se opone a la inducción. En el razonamiento deductivo la lógica fluye al revés: de lo general a lo particular. A partir de afirmaciones generales se concluyen los resultados específicos (si las afirmaciones fueron ciertas).

Ejemplo de razonamiento deductivo

- **Afirmación 1** (general): si todos los organismos están formados por células
- **Afirmación 2:** y los seres vivos son organismos,

- **Conclusión** (particular): los seres humanos (seres vivos) están constituidos por células (predicción deductiva sobre un caso específico).

En la ciencia basada en las hipótesis, la deducción generalmente toma la forma de predicción. Predicción sobre qué resultados deberían esperarse de los experimentos o las observaciones, si una hipótesis particular (respuesta, afirmación) es correcta. La predicción en el contexto científico es una declaración precisa de lo que ocurrirá en determinadas condiciones especificadas. Se puede expresar a través del silogismo: "Si A es cierto, entonces B también será cierto."

Predicción científica: es una hipótesis cuyo valor de verdad no se conoce aún, una conjetura que se formula a partir del conocimiento teórico -generalmente basado en leyes- que se posee en una cierta disciplina científica, por ello no es caprichosa ni una mera profecía.

Por ejemplo, si se parte de que todos los metales se dilatan cuando son calentados - una ley- y se toma una vara de metal para luego calentarla -las condiciones iniciales- se puede luego predecir "esta vara de metal se dilató". El hecho ya ha ocurrido, es pasado que se dilató, pero se trata de una auténtica predicción, un pasaje de lo conocido a lo desconocido, que luego deberá ser contrastado con la observación o el experimento.

Teorías y leyes científicas

Una hipótesis que adquiere credibilidad porque sobrevive a muchos intentos de refutarla, puede convertirse en **teoría**. Una teoría se establece sólo cuando una hipótesis ha sido sustentada por resultados consistentes de muchos experimentos y observaciones. Por lo tanto, una teoría científica tiene un ámbito mucho más amplio que una hipótesis. Además, una teoría es suficientemente general como para abarcar muchas nuevas hipótesis que pueden ponerse a prueba.

- **Ejemplo de hipótesis:** "Parecerse por mimetismo a las serpientes venenosas es una adaptación que les permite a las serpientes no venenosas defenderse de los predadores".
- **Ejemplo de teoría:** "Las adaptaciones evolutivas se producen por Selección Natural"

Una **ley** puede considerarse como una teoría que ha sido verificada de forma consistente a través de la observación y la experimentación. Tiene validez para todos los

hechos o fenómenos que abarca. Por ejemplo las leyes de la herencia, que se refieren a la transmisión de los rasgos hereditarios, tienen validez para todos los seres vivos en todo el universo conocido... ya se trate de una ameba, una planta de zanahoria o un hipopótamo.

Ciencia y tecnología

La ciencia puede diferenciarse en ciencia básica y aplicada, siendo esta última la aplicación del conocimiento científico a las necesidades humanas y al desarrollo tecnológico. La ciencia básica es la actividad científica que no se pone como objetivo inmediato una aplicación concreta, sino la obtención de conocimiento. La ciencia aplicada, como su nombre lo indica, consiste en aplicar el conocimiento de uno o varios campos de las ciencias a problemas prácticos. Muchas ciencias aplicadas pueden ser consideradas tipos de ingeniería.

La relación entre ambas es esencial en la retroalimentación de investigación, desarrollo e innovación cuyo estudio es objeto de la disciplina denominada **ciencia, tecnología y sociedad** (CTS).

La Biología como ciencia

La Biología es la ciencia que estudia a los seres vivos. Surge de manera formal en el siglo XIX y ha definido su objeto de estudio a lo largo de la historia; ha establecido conceptos, teorías y principios y varios enfoques metodológicos para abordar el estudio de la vida. Este campo de conocimiento, que inició como la descripción y la clasificación del mundo viviente, se ha transformado en una ciencia que busca comprender las funciones y las estructuras de los seres vivos e integra temas fundamentales en el estudio de los organismos. Entre los principios y teorías fundamentales de la Biología podemos mencionar la Teoría Celular, la Teoría de la Evolución y la Teoría del Gen, que le dan unidad al pensamiento biológico.

La Biología en la actualidad ha conformado una gran trama conceptual y metodológica que ha logrado comprender y explicar la enorme complejidad de los seres vivos. Además, sus conocimientos tienen importantes consecuencias en la sociedad ante la crisis ambiental y la necesidad de plantear nuevas estrategias en el uso de los recursos naturales. A su vez, la Biología se relaciona de manera interdisciplinaria con otras ciencias básicas como la Matemática, la Física y la Química.

La Biología es una ciencia dinámica, de gran importancia en la actualidad, que está siendo reestructurada constantemente en la mente de los científicos, para responder a

múltiples preguntas relacionadas con el acontecer de los organismos y así poder conocerlos. Pero existen preguntas que siempre han estado presentes en los estudiosos de la naturaleza, y estas son: ¿Qué es la vida? ¿Cómo se formó la vida? ¿Cómo surgieron la gran cantidad de organismos, que junto con nosotros forman la diversidad de los seres vivos que pueblan la Tierra? Preguntas que en la actualidad siguen estando vigentes, y a las que se les sigue buscando la respuesta más plausible.

Nos resulta fácil definir términos como el de clima, homeostasis, célula, fotosíntesis..., pero si intentamos dar respuesta directa a ¿Qué es la vida? comenzamos a titubear y a lo máximo que llegaremos es a caracterizarla. Al hacerlo descubrimos que estas características incluyen una organización precisa y una gama amplia de reacciones químicas (metabolismo) que favorecen el crecimiento, la irritabilidad y la adaptación.

HISTORIA DE LA BIOLOGÍA

“En la ciencia, más que en ninguna otra institución humana, es necesario investigar el pasado para comprender el presente y afrontar el futuro. La ciencia, en sus inicios, no era tal como ahora se conoce; por tal motivo, su desarrollo, en su devenir histórico, contribuyó al avance de las diferentes ramas del saber científico. La interpretación científica del desarrollo histórico de la naturaleza resulta fundamental para todos los que se abocan al estudio de las ciencias y específicamente, a la *Biología* y su desarrollo, sin lo cual no puede lograrse una apreciación exacta de los progresos alcanzados”.

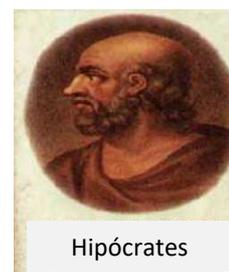
Banasco-Almentero y Hernández-Mujica, 2014

La Biología en la antigüedad

Alrededor del 600 antes de Cristo (a. C.) surgió en Jonia (en la costa del Mar Egeo que hoy pertenece a Turquía) un grupo de filósofos que iniciaron un movimiento que iba a modificar todas las creencias que se tenían en ese momento. El primero de ellos fue **Tales (640-546 a. C.)**, quien negaba lo sobrenatural y suponía, en cambio, que los fenómenos naturales se desarrollaban conforme a un esquema fijo e inalterable. Suponían la existencia de la causalidad, es decir, que cada fenómeno obedecía a una causa y que determinada causa producía inevitablemente determinado efecto, lo que no podía ser modificado por una voluntad caprichosa. Según otro supuesto, existía una “ley natural” que regía el universo, y tenía características tales que la mente humana podía aprehenderla y deducirla a partir de principios primigenios o de la observación. El racionalismo ingresó en la Biología cuando la

maquinaria interna del organismo de los animales comenzó a estudiarse con fines de conocimiento y no para interpretar indicios de mensajes divinos.

El nombre más importante que puede asociarse a los comienzos racionalistas de la Biología es el de **Hipócrates (460-377 a. C.)**. La gran contribución de Hipócrates a la biología fue reducir a Asclepios (el dios griego de la medicina) a un papel puramente honorario. Según la concepción hipocrática, ningún dios podía influir sobre la medicina. En síntesis, la tarea del médico, según Hipócrates, consistía en permitir que la ley natural produjese la curación.

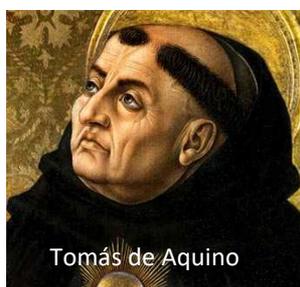


La Biología griega, e indudablemente la ciencia antigua en general, en cierto modo culminó con **Aristóteles (384-322 a. C.)**. Fue el más completo y versátil de los filósofos griegos. Escribió sobre casi todos los temas, desde Física hasta Literatura, desde Política hasta Biología. Aristóteles fue el fundador de la Zoología (el estudio de los animales), pero, si nos atenemos a las obras que perduraron, no estudió mucho las plantas. Sin embargo, después de su muerte, su discípulo **Teofrasto (380-287 a. C.)**, que lo sucedió en la dirección de su escuela, subsanó esta omisión del maestro e inició la Botánica (el estudio de los vegetales).

Por su parte, **Dioscórides (90-40 a. C.)**, que prestaba servicios en los ejércitos romanos, superó a Teofrasto al describir seiscientas especies vegetales. Prestó especial atención a las propiedades medicinales y puede ser considerado el fundador de la Farmacología (el estudio de las drogas y medicamentos).

Edad media

1. La edad oscura



Según el pensamiento cristiano (opuesto, por cierto, al de los filósofos jónicos), lo importante no era el mundo de los sentidos, sino la “Ciudad de Dios”. El acceso a ella sólo sería posible mediante la revelación, para la cual la Biblia, los escritos de los Padres de la Iglesia y la inspiración de la misma Iglesia eran los únicos guías seguros. El italiano



Tomás de Aquino (1225-1274), fue quien trató de armonizar la filosofía de Aristóteles con la fe cristiana.

2. Renacimiento

Durante el Renacimiento apareció un nuevo naturalismo en el arte. El más famoso de los artistas anatomistas es tal vez **Leonardo da Vinci (1452-1519)**, que disecó cadáveres humanos y de animales. Tenía la ventaja sobre los anatomistas comunes de poder ilustrar sus descubrimientos con dibujos de primera calidad. Estudió, e ilustró, la disposición de los huesos y de las articulaciones.



Vesalio (1514-1564) publicó en 1543 "De la estructura del cuerpo humano", que se considera el primer libro correcto de anatomía humana. Por otro lado, **Fallopio (1523-1562)**, discípulo de Vesalio, hizo sus investigaciones sobre el sistema nervioso y los órganos generativos.

3. El nacimiento de la Biología Moderna

Generalmente se considera que el comienzo de la llamada "Revolución científica" data de 1543. Ese año el astrónomo polaco **Nicolás Copérnico (1473-1543)** publicó un libro donde describe una nueva concepción del sistema solar según la cual el Sol ocupa el centro y la Tierra es un planeta que gira en una órbita como los demás.

El microscopio (la palabra griega significa "para ver lo pequeño") fue uno de los grandes avances en la Biología (Figura 1.2). Ya los antiguos sabían que los espejos curvos y las esferas de cristal llenas de agua aumentaban el tamaño de las imágenes. En las primeras décadas del siglo XVII se iniciaron experiencias con lentes a fin de lograr el mayor aumento posible. Para ello se basaron en otro instrumento con lentes, el telescopio, usado por primera vez con fines astronómicos por Galileo en 1609. **Antón van Leeuwenhoek (1632-1723)** fue quien perfeccionó dicho instrumento logrando ver pequeños organismos invisibles a simple vista, al estudiar aguas estancadas.

Robert Hooke (1635-1703) científico inglés, en 1665 dio el nombre de célula a los compartimentos que observó al examinar un trozo de corcho y que le recordaban las celdas de un panal de abejas. Fue pionero en realizar investigaciones microscópicas y publicó sus observaciones, entre las que se encuentra el descubrimiento de las células vegetales.

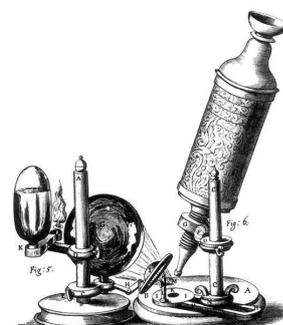
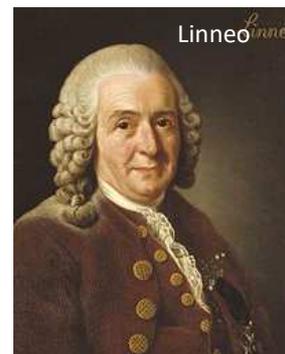


Figura 1.2. Microscopio utilizado por Hooke en 1665 (De <http://primeroprojectobiologia2014.blogspot.com.ar/>).

El siglo XVIII para la Biología

Carlos Linneo (1707-1778) es llamado con frecuencia el Padre de la Taxonomía, gracias al sistema que ideó para nombrar, ordenar y clasificar a los organismos vivos, a partir de una nomenclatura binomial. Creó una clasificación de las plantas basándose en la estructura y disposición de los órganos reproductores, carpelos y estambres, y fue el creador del método científico en el estudio de la historia natural.



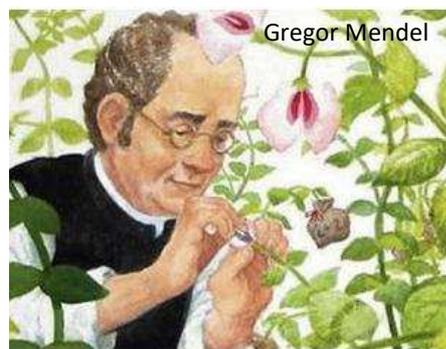
Dentro de la misma rama de la clasificación, se dio a conocer el biólogo francés **Georges Cuvier (1769-1832)**, quien dedicó su vida a clasificar y comparar las estructuras de diferentes animales, convirtiéndose así en el padre de la anatomía comparada. Durante todo este siglo prevalece la Teoría de la generación espontánea.

La Biología en el siglo XIX

1. El surgimiento de la teoría celular y la genética

En 1838, el botánico **Matthias Jakob Schleiden (1804-1881)** y en 1839, el fisiólogo **Theodor Schwann (1810-1882)** arriban a conclusiones iguales trabajando con tejidos vegetales y animales respectivamente. Es así que surge la Teoría Celular, finalmente formulada por **Rudolf Virchow (1821-1902)** en 1858 (quien unificó las ideas de Schleiden y Schwann), que establece que la célula es la unidad básica de la vida y que todas las células se originan en células preexistentes.

Gregor Johann Mendel (1822-1884) fue un monje de la iglesia católica que estableció los principios que gobiernan la herencia de los caracteres específicos. Este naturalista trabajó con plantas de guisantes (o arvejas) que eran fáciles de cultivar y se podían autofecundar. Es así que cruzó guisantes con caracteres que se manifestaban de



formas diferentes, como por ejemplo el color de la semilla, la altura de la planta, el color de la flor, y pudo establecer que algunos caracteres dominaban sobre otros. Usó el nombre **elementos o factores** para referirse a las entidades hereditarias separadas.

Los elementos/factores recibieron posteriormente infinidad de nombres, pero hoy se conocen de forma universal como genes, término empleado en 1909 por el

biólogo danés **Wilhem Ludwig Johannsen (1857-1927)**.

2. El evolucionismo

El término evolucionismo se le atribuye al científico francés **Pierre Louis Moreau de Maupertuis (1698-1759)**, quien llegó a la conclusión de que la capacidad de adaptación al medio de los organismos debía desempeñar un papel decisivo en el futuro de la especie.

Jean-Baptiste Lamarck (1744-1829), fue un naturalista francés que utilizó por primera vez una clave dicotómica para clasificar las plantas. Además fue el primero que intentó explicar la teoría evolucionista. Propuso como causa de la evolución la adaptación de los órganos a las condiciones ambientales y la transmisión hereditaria de estos caracteres de una generación a otra. Su teoría se asentó en la aseveración de que los caracteres adquiridos son hereditarios. Según Lamarck "la necesidad crea el órgano" y la inactividad de éste origina su atrofia y desaparición. En el ejemplo del cuello de las jirafas, el más empleado para representar la idea de Lamarck, se explica que la necesidad de alcanzar las hojas más altas de los árboles sería la razón por la que estos organismos, poco a poco, alargaran su cuello; es decir, que son las condiciones ambientales las que determinan las variaciones en las estructuras de los organismos (Figura 1.3).

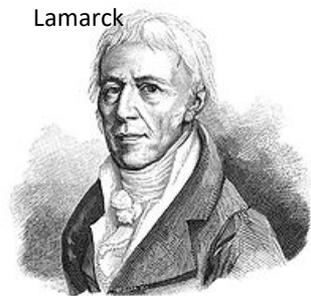
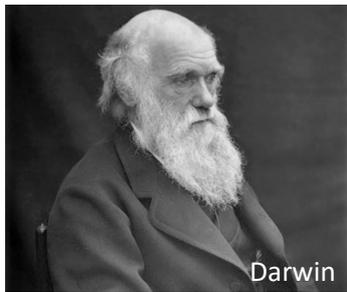


Figura 1.3. La evolución de las jirafas según Lamarck. (De <http://bioevolutio.webnode.cl/http://bioevolutio.webnode.cl/teorias-de-la-evolucion-biologica/>).

Charles Darwin (1809-1882), fue el autor del libro denominado "El origen de las especies". En él expuso sus ideas sobre la evolución de las especies por medio de la selección natural. Es considerado el padre de las teorías evolucionistas. La Teoría de Evolución por Selección Natural sostiene que los individuos más adaptados al medio tienen mayor probabilidad de supervivencia y reproducción, y los menos adaptados tienden a



desaparecer. La selección natural opera de modo que favorece la supervivencia de los individuos más adaptados. En el ejemplo de las jirafas, Darwin hubiera expuesto que en la población original de jirafas donde había variabilidad, es decir, algunas jirafas con cuellos cortos y otras con cuellos largos, estas últimas se veían favorecidas por la selección natural para alimentarse de hojas de árboles de gran altura, lo que posibilitó su supervivencia y reproducción, y transmitieron esta característica (el cuello largo) a su descendencia (Figura 1.4).

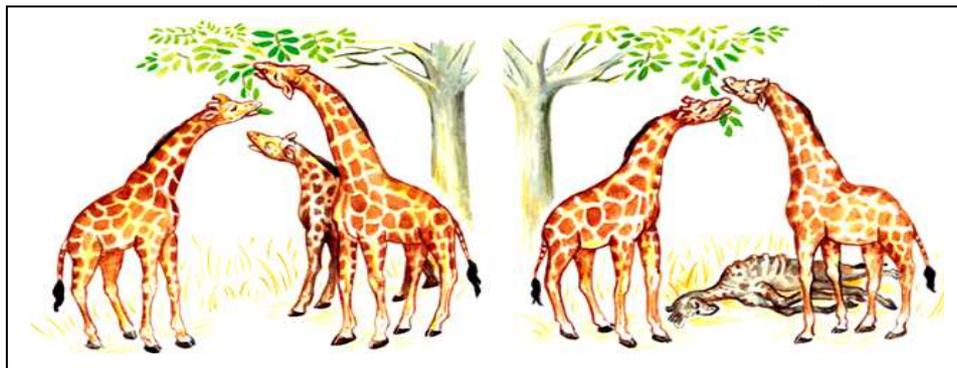


Figura 1.4. La evolución de las jirafas según la teoría de selección natural propuesta por Darwin (De <http://laevolucionbg.blogspot.com.ar/>).

La Biología en los Siglos XX y XXI

1. Neodarwinismo o teoría sintética de la evolución

Surge en la década de 1930 por el afán de fusionar el darwinismo con la teoría genética moderna, de la mano de científicos como **J. Huxley (1887-1975)**, **G. G. Simpson (1902-1984)**, **E. Mayr (1904-2005)**, entre otros. Esta teoría explica los fenómenos evolutivos por medio de las mutaciones (las variaciones accidentales de las que hablaba Darwin), sumadas a la acción de la selección natural. Así la evolución se debe a la acumulación de pequeñas mutaciones que favorecen a algunos individuos de una población y que son preservadas por la selección natural y resultan, con el tiempo, en la producción de nuevas especies.

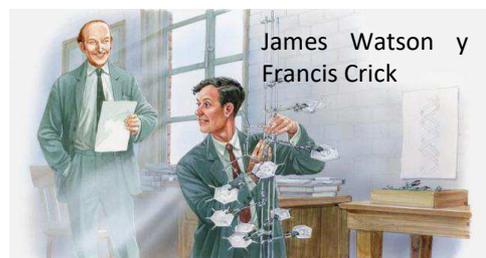
2. Teoría cromosómica de la herencia

En 1902, **W. Sutton (1817-1916)** y **T. Boveri (1862-1915)** plantearon la relación entre los cromosomas y la herencia, proponiendo que los “elementos” de Mendel, es decir, los genes, estaban en los cromosomas, dispuestos uno a continuación de otro. Ésta fue la

primera formulación de la Teoría Cromosómica de la Herencia, demostrada más tarde, en la década de 1920, por **T. H. Morgan (1866-1945)**.

3. Estructura del ADN

En el año 1953, dos científicos estadounidenses, **J. Watson (1928-)** y **F. Crick (1916-2004)** desarrollaron el modelo de estructura del ácido desoxirribonucleico (ADN). Gracias a este gran aporte a la ciencia, se inició la era de la Biología Molecular.



4. El ADN y la Ingeniería Genética

Una vez que se conoció la estructura del ADN, se generaron para la ciencia nuevos desafíos, el estudio del ADN con el fin de manipularlo dio origen a la ingeniería genética que, en otras palabras, es la manipulación genética de organismos con un propósito determinado. Las aplicaciones de esta tecnología van desde la medicina hasta la industria.

5. La Biotecnología

Consiste en la utilización de bacterias, levaduras y células animales en cultivo para la fabricación de sustancias específicas en gran cantidad. Esta aplicación de la Biología y de otras disciplinas constituye lo que se conoce como bioindustria, la que se relaciona con actividades industriales de diversos campos. En la industria química, para la producción, por ejemplo, de sustancias aromáticas saborizantes; en el campo energético, la producción de etanol, metanol, biogás e hidrógeno; en la industria alimentaria, que produce masivamente levaduras, algas y bacterias con el fin del suministro de proteínas y vitaminas; en la industria farmacéutica, para la generación masiva de vacunas, hormonas y antibióticos; en la protección del medio ambiente, para el tratamiento de aguas residuales, transformación de desechos domésticos, fabricación de compuestos biodegradables, entre otras.

ACTIVIDADES

1. Complete el siguiente párrafo utilizando cada uno de los siguientes términos, o pares de términos (cada término o par de términos, corresponde a un casillero, no pueden repetirse).

resultados experimentales - experimentos – hipótesis – leyes
- revistas científicas – teoría - válida - verificar

Cuando los científicos dan a conocer _____ en _____, otros investigadores pueden tratar de _____ los resultados, repitiendo los _____. En general, cuando los datos obtenidos por varios científicos apoyan una _____, se considera que es _____. Si con el tiempo, los resultados de muchas observaciones y experimentos apoyan una hipótesis, ésta se convierte en una _____. Algunos hechos ya comprobados en la naturaleza, como la gravedad, se conocen como _____

2. Teniendo en cuenta las siguientes afirmaciones señale con V o F (verdadero o falso) según corresponda. En el caso de ser falso justifique su respuesta.

- a. El método científico incluye la observación, la formulación de una hipótesis y la experimentación. _____
- b. Una ley es un enunciado que es comprobable y que representa una posible solución a un problema. _____
- c. Durante un experimento controlado, se somete a dos grupos a las mismas condiciones de prueba, excepto dos de ellas. _____
- d. Una teoría es una ley que ha sido confirmada por muchos experimentos. _____

3. Lea el siguiente párrafo y resuelva las consignas.

En agosto de 1995, un grupo de estudiantes de la escuela media de Minnesota (EEUU), que recorrían una zona de humedales en una salida de campo, descubrieron una cantidad de ranas jóvenes, la mayoría de ellas con patas deformadas, faltantes o en exceso. Este hallazgo fue una noticia nacional y llamó la atención del público sobre alteraciones en las poblaciones de anfibios, un tema que ya estaba siendo estudiado por muchos científicos.

- a. Redacte una pregunta que le interesaría investigar en relación a las malformaciones presentes en las ranas. Esta pregunta ¿qué parte del método científico representa?
- b. ¿Qué explicación podría plantear para estas malformaciones que presentan las ranas de esa zona? Recuerde que esta explicación es la respuesta a la pregunta planteada. ¿Qué parte del método científico representa?

4. A continuación se describen los experimentos de Francesco Redi (1626-1697) y de Louis Pasteur (1822-1895), realizados para poner a prueba la hipótesis de “generación

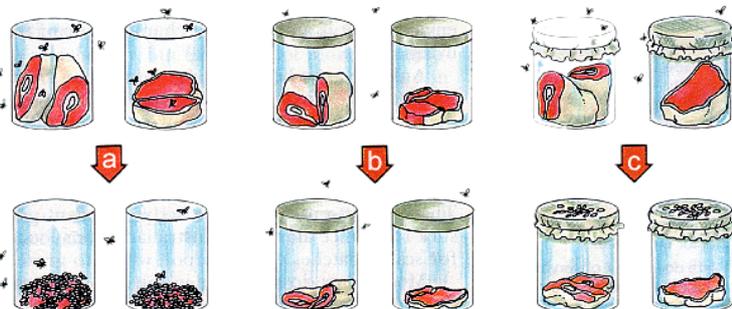
espontánea”. Identifique en cada caso: el problema planteado, las hipótesis establecidas, el diseño experimental, los materiales utilizados y los resultados obtenidos.

Experimento de Redi

La generación espontánea supone el surgimiento de la vida a partir de condiciones, tales como la humedad, la temperatura y materia orgánica. Hasta la época moderna, se daba por sentado que seres como los gusanos y los insectos se desarrollaban a partir de la carne u otras sustancias en descomposición. El ejemplo clásico presentado como evidencia de generación espontánea era la aparición de larvas en la carne en descomposición. Parecía obvio que esos pequeños organismos, semejantes a gusanos, se habían originado en dicha materia.

El primero en poner en tela de juicio esta creencia y someterla a experimentación fue el médico italiano Francesco Redi. En 1668, decidió comprobar si los huevos y larvas de las moscas realmente se formaban a partir de la carne en descomposición. Preparó ocho frascos que contenían varias clases de carne. Cerró herméticamente cuatro de ellos, dejando abiertos los demás. Las moscas solo podían posarse en estos últimos, y solo en ellos se desarrollaron larvas. La carne contenida en los frascos cerrados entró en descomposición y se pudrió, pero en ella no se desarrollaron larvas. Redi repitió la experiencia cubriendo los frascos con gasa, en lugar de cerrarlos herméticamente. En esta forma, el aire llegaba a la carne, no así las moscas. Tampoco aparecieron larvas. De esta manera

postuló: “Habiendo considerado los hechos anteriores principié a pensar si las larvas fuesen los renuevos de las moscas y no derivados de la descomposición de la carne. La hipótesis me pareció plausible, porque antes de la aparición de las larvas siempre encontraba sobre la carne moscas adultas del mismo tipo de las que surgían de las pupas”.

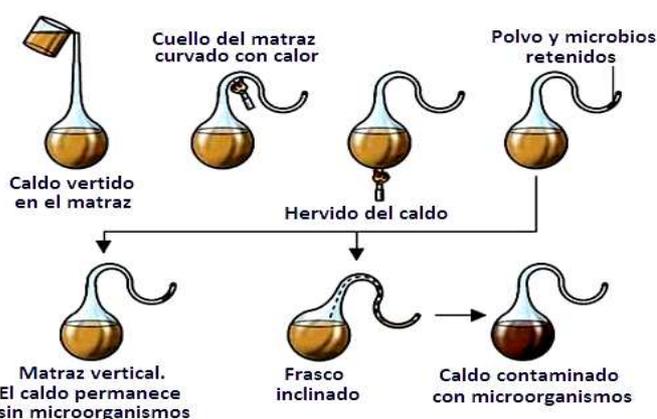


A partir de ese momento, la Biología

podía haber abandonado el concepto de generación espontánea. Pero las consecuencias del experimento de Redi fueron atenuadas por el descubrimiento de los protozoarios, que por la misma época realizó van Leeuwenhoek.

Experimento de Louis Pasteur

Louis Pasteur, ideó un experimento para mostrar que los microorganismos aparecían solamente por causa del aire contaminado, no espontáneamente como sostenían sus opositores. En sus experimentos usó matraces con cuello de cisne, porque permitían la entrada de oxígeno elemento que se creía necesario para la vida mientras en sus cuellos largos y curvos quedaban atrapadas bacterias, esporas de hongos y otros tipos de vida microbiana, impidiéndose así que el contenido de los matraces se contaminara. Pasteur mostró que si se hervía el líquido en el matraz (lo cual mataba a los microorganismos presentes) y se dejaba intacto el cuello del frasco, no aparecería ningún microorganismo, solamente si se rompía el cuello del matraz permitiendo que los contaminantes entren en el frasco, aparecerían microorganismos (algunos de sus matraces originales todavía estériles permanecen en exhibición en el Instituto Pasteur de París).



5. Elabore una línea de tiempo de los hitos más importantes en la historia de la Biología, consignando a los principales exponentes y sus logros. Para realizar dicha actividad se puede utilizar el programa CRONOS.

Sitio de descarga http://www.educ.ar/recursos/ver?rec_id=92550

BIBLIOGRAFÍA

- Asimov I., (1966), *Breve Historia de la Biología*. Buenos Aires, Argentina. EUDEBA.
- Asimov I., (1973), *Introducción a la Ciencia*. Barcelona. Plaza & Janés, S. A., Editores.
- Becker W. M., Kleinsmith L. J. y Hardin J., (2007). *El mundo de la célula*. Madrid, España. Pearson Educación, S. A.
- Curtis H., Barnes S., Schnek A. y Massarini G., (2008), *Curtis Biología*. Buenos Aires, Argentina. Ed. Médica Panamericana.
- Gonzalez Ramos O. (2009). *Biología I. Guía Didáctica Ilustrada*. Maestría en Ciencias en Enseñanza de las Ciencias. Programa del Sistema Tecnológico Nacional, México.
- Sadava D., Heller G., Orians G., Purves W., Hillis G., (2009), *Vida. La Ciencia de la Biología*. Buenos Aires, Argentina. Ed. Médica Panamericana.
- Banasco-Almentero J., Hernández-Mujica J. L., (2014), *La historia de la Biología en el proceso de enseñanza-aprendizaje en la formación inicial de los estudiantes de las carreras Biología-Química y Biología-Geografía*. Universidad Pedagógica Enrique José Varona. La Habana, Cuba.
- Sosa C. y Drewniak M. E., (2017). *Ciclo de Introducción a los Estudios Universitarios*. Departamento de Ingreso, Facultad de Ciencias Exactas, Físicas y Naturales, Universidad Nacional de Córdoba.
- Wolovelsky E., (2003). *Que viva el coyote*. Colección "La ciencia, una forma de leer el mundo" Nautilus 3, Centro Cultural Rector Ricardo Rojas. UBA.

Recursos en la web

- Biology the Dynamic of Life. Refuerzo y guía de estudio. *Edición para el estudiante*. Columbus, Ohio, EEUU. Glencoe Science-McGraw Hill. Descargado de: <https://es.slideshare.net/TsubasaLee/biologa-la-dinmica-de-la-vida-gua-de-estudio>.
- Cuadernillo de Nivelación y Ambientación. (2012). Universidad Nacional del Nordeste, Facultad de Ciencias Exactas y Naturales y Agrimensura. Descargado de: http://exa.unne.edu.ar/alumnos/Ingreso2012/Complementarias_Biologia2.pdf.

- Español al día. Descargado de: <https://espanolaldia.wordpress.com/tag/diferencias-entre-ver-mirar-y-observar/>
- Real Academia Española. Descargado de: <http://www.rae.es/>
- Educación Inicial. Descargado de: <http://www.educacioninicial.com/EI/contenidos/00/2450/2452.asp>
- Revista Investigación y Ciencia. Descargado de: <http://www.investigacionyciencia.es/>
- ¿Cómo ves? Revista de Divulgación de la ciencia de la UNAM. Descargado de: <http://www.comoves.unam.mx/numeros/ojodemosca/100>
- Características. Tu portal educativo. Descargado de: <http://www.caracteristicas.co/conocimiento-cientifico/#ixzz4ObJi6cKM>
- Madrid+ Blogs. Un universo bajo nuestros pies. Los úselos y la vida. Descargado de: <http://www.madrimasd.org/blogs/universo/2008/05/03/90765>
- La observación y el método científico. Descargado de: https://www.codelcoeduca.cl/biblioteca/naturales/1_naturales_NB5-7B.pdfV
- Recursos Tic. Descargado de: http://recursostic.educacion.es/secundaria/edad/4esoetica/quincena3/quincena3_contenidos_4b.htm
- Leonardo da Vinci. Paintings, Drawings, Quotes, Biography. Descargado de: <http://www.leonardodavinci.net/>
- Biografías y Vidas. Enciclopedia biográfica en línea. Descargado de: http://www.biografiasyvidas.com/biografia/t/tomas_deaquino.htm, <http://www.biografiasyvidas.com/monografia/darwin/>
- Wikipedia. La enciclopedia libre. Descargado de: https://es.wikipedia.org/wiki/Carlos_Linneo, <https://es.wikipedia.org/wiki/Lamarckismo>
- Blog Información genética: terminología sobre genética. Descargado de: <http://biologiacma9blo.blogspot.com.ar/2013/02/terminologia-sobre-genetica-y-ejercicios.html>
- Educ.ar, Portal educativo del Ministerio de Educación y Deportes de la Nación. Descargado de: <http://www.educ.ar/sitios/educar/recursos/ver?id=111416>
- La ciencia y sus doctores. Blog educativo sobre ciencia y científicos. Descargado de: <http://cienciaycientificos.blogspot.com.ar/2012/08/la-doble-helice.html>
- Bio-estación, un lugar para detenerse, aprender, participar y compartir en relación con las Ciencias de la Naturaleza y las vivencias escolares. Descargado de: <http://bio-est.blogspot.com.ar/2011/11/origen-de-la-vida.html>
- Biología II, preparatoria Univas, México. Descargado de: http://prepaunivas.edu.mx/v1/images/pdf/libros/biologia_II.pdf

TEMA 2

COMPOSICIÓN QUÍMICA DE LOS SERES VIVOS

Objetivos

- Reconocer los elementos químicos importantes en los seres vivos.
- Diferenciar entre los compuestos químicos inorgánicos y orgánicos.
- Analizar las propiedades físicas del agua y su importancia biológica.
- Utilizar la escala de pH, describir las propiedades de ácidos, bases y sustancias amortiguadoras.
- Reconocer la importancia biológica de los compuestos orgánicos.
- Establecer diferencias estructurales y funcionales entre carbohidratos, lípidos, proteínas y ácidos nucleicos.

ELEMENTOS QUÍMICOS

La **materia** (todo lo que ocupa un espacio y posee masa, forma, peso y volumen) está formada por la combinación de unos 92 elementos químicos naturales. Un **elemento químico** es un tipo de **sustancia** (materia con composición química definida) que no se puede convertir o separar en otras sustancias más sencillas mediante reacciones químicas ordinarias y cuya unidad más pequeña es el átomo.

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*).

Solamente unos 70 elementos naturales, forman parte de la materia viva y las proporciones en las que se encuentran en la misma, difieren de las que se presentan en la atmósfera y en la litósfera. A los elementos que forman parte de la materia viva se los denomina **bioelementos o elementos biogénicos**. No son elementos nuevos, sino que son algunos de los presentes en la tierra y que circulan entre los organismos vivos y su entorno inanimado, a través de los denominados ciclos biogeoquímicos (ciclos del carbono, del agua, del nitrógeno, etc.).

Clasificación de los bioelementos

De acuerdo con la proporción porcentual en la que se presentan en los seres vivos, los bioelementos se pueden clasificar en:

Primarios o macroelementos

Son los más abundantes en los seres vivos. Incluyen al oxígeno (O), carbono (C), hidrógeno (H), nitrógeno (N), fósforo (P) y azufre (S) y constituyen más del 96% de la masa de la mayoría de los organismos.

Secundarios o microelementos

Están en menor proporción que los primarios, pero constituyen más del 1% de la materia viva. Incluyen al calcio (Ca), sodio (Na), potasio (K), magnesio (Mg) y cloro (Cl).

Oligoelementos o elementos traza o vestigiales

Están presentes en cantidades mínimas, constituyendo menos del 1% de la materia viva. Entre los mismos se encuentran: boro (B), yodo (I), cobre (Cu), cobalto (Co), manganeso (Mn), zinc (Zn), hierro (Fe), molibdeno (Mo), vanadio (V), silicio (Si), selenio (Se), níquel (Ni) y flúor (F).

Funciones de los principales bioelementos en los seres vivos

Elementos primarios

Estos elementos presentan dos propiedades muy importantes:

- **Peso atómico bajo:** esta cualidad les permite formar combinaciones complejas pero a la vez inestables, lo que resulta muy favorable por el continuo construir y destruir de materia a los que se ven sometidos los seres vivientes por su metabolismo. Además, por tener peso atómico bajo son muy solubles en agua. Esto favorece que sean incorporados a los seres vivos o eliminados desde ellos.
- **Abundan en las capas más externas de la Tierra y, por lo tanto, pueden conseguirse con facilidad.** Los elementos de este grupo son indispensables para la síntesis de las

moléculas orgánicas de la materia viva tales como hidratos de carbono, lípidos, proteínas y ácidos nucleicos.

Carbono: proviene fundamentalmente del CO₂ de la atmósfera. Posee la propiedad de combinarse consigo mismo, mediante uniones covalentes (uniones fuertes en las que se comparten pares de electrones) que pueden ser simples, dobles o triples, formando cadenas lineales, cadenas ramificadas, ciclos, etc. También puede formar uniones covalentes hasta con otros cuatro tipos de átomos. Interviene en la formación de moléculas orgánicas que al degradarse aportan energía.

Hidrógeno: presente en todos los tipos de biomoléculas orgánicas. Componente del agua.

Oxígeno: actúa en la respiración celular. También tiene función estructural, al igual que el hidrógeno y el carbono.

Nitrógeno: es fundamentalmente estructural, como constituyente de las proteínas. Es absorbido por los vegetales en forma inorgánica (nitrato y amonio). Forma parte de las bases nitrogenadas de los ácidos nucleicos.

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

Azufre: forma parte de moléculas orgánicas, como por ejemplo las proteínas. En los animales, el azufre se incorpora al organismo con los aminoácidos que lo contienen. En cambio, en las plantas y en gran parte de los microorganismos, el azufre se incorpora en estado inorgánico (sulfato en mayor proporción).

Elementos secundarios:

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

Sodio: es el catión extracelular más importante. Interviene en la generación de potenciales de membrana y también como cofactor de algunas enzimas.

Potasio: es el principal catión que se encuentra en el interior de la célula. Interviene en la generación de potenciales de membrana y también como cofactor de algunas enzimas. Controla la abertura de los estomas en las plantas.

Cloro: es el anión extracelular más importante. Participa en la regulación de la presión osmótica celular.

Calcio: importante catión extracelular. Es el componente estructural de huesos y dientes, interviene en la coagulación sanguínea, en la contracción muscular y actúa como cofactor. Presente en la laminilla media de la pared celular.

Magnesio: participa como cofactor de algunas enzimas. Forma parte de la molécula de clorofila.

Oligoelementos:

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

Hierro: constituyente de hemoglobina y mioglobina, citocromos y otros transportadores de electrones. Activa determinadas enzimas. Forma parte de la molécula de ferritina, que es una forma de almacenamiento de hierro, que ocurre en el hígado, bazo y en médula ósea.

Cobre: interviene en la absorción del hierro intestinal. Actúa como cofactor enzimático. Forma parte de los citocromos.

Cobalto: interviene como constituyente de la vitamina B12.

Iodo: es esencial en animales vertebrados donde integra las hormonas tiroideas.

COMPONENTES QUÍMICOS DE LA CÉLULA: ORGÁNICOS E INORGÁNICOS

La estructura de la célula es consecuencia de moléculas que se hallan organizadas en un orden muy preciso. Aún cuando queda mucho por descubrir, ya se conocen los principios generales de la organización molecular de la mayoría de las estructuras celulares, como las membranas, los ribosomas, los cromosomas, las mitocondrias y los cloroplastos. La biología de la célula es inseparable de la de las moléculas, porque de la misma manera que las células son los “bloques” con que se edifican los tejidos y los organismos, las moléculas son los “bloques” con que se construyen las células.

Al principio el estudio de la composición química de la célula se hizo por análisis bioquímico de órganos y tejidos enteros, como el hígado, el cerebro, la piel o el meristema vegetal. Estos estudios sólo poseen un valor citológico relativo, porque el material analizado está compuesto generalmente por una mezcla de diferentes tipos celulares y contiene material extracelular. En los últimos años el desarrollo de métodos de fraccionamiento celular y de diversos micrométodos permitió aislar diferentes elementos subcelulares y recoger información más precisa sobre la estructura molecular de la célula.

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

Del total de los componentes de las células un 75 a 85% es **agua**, entre el 2 y el 3% son **sales inorgánicas (componentes inorgánicos)**. El resto son compuestos orgánicos formados por átomos de carbono, que representan las moléculas de la vida. Numerosas estructuras celulares están formadas por moléculas muy grandes denominadas macromoléculas. Las macromoléculas compuestas por unidades repetidas llamadas **monómeros**, que se enlazan por medio de uniones covalentes, se denominan **polímeros**.

En los organismos vivos existen tres ejemplos importantes de polímeros:

- Los **ácidos nucleicos**, conformados por la repetición de cuatro unidades diferentes denominadas nucleótidos; la secuencia lineal de los cuatro nucleótidos en la molécula de ADN es la fuente primaria de la información genética.
- Los **polisacáridos**, que pueden ser polímeros de glucosa, con los cuales se forman almidón, celulosa o glucógeno, o que pueden comprender la repetición de otros monosacáridos, con los que se forman polisacáridos más complejos.
- Las **proteínas** (polipéptidos), se hallan constituidas por 20 tipos de aminoácidos combinados en diferentes proporciones. El orden en que se encuentran unidos estos 20 monómeros da lugar a un extraordinario número de combinaciones, lo que determina no sólo la especificidad, sino también la actividad biológica de las diferentes moléculas proteicas.

Compuestos inorgánicos

Agua

Gran parte de la masa de la mayoría de los organismos consiste en agua. En los tejidos humanos, su porcentaje varía de 20% en los huesos a 85% en las células cerebrales. Alrededor del 70% del peso corporal total de una persona corresponde a agua y la proporción es de hasta 95% en las medusas y algunas plantas. El agua es, a través de la fotosíntesis, la fuente del oxígeno en el aire que respiramos y sus átomos de hidrógeno se incorporan a muchos compuestos orgánicos; también es el solvente de la mayoría de las reacciones biológicas y un reactivo o producto de numerosas reacciones químicas.

El agua no sólo tiene importancia en el interior de los seres vivos, sino que también es uno de los principales factores ambientales que los influyen. Muchos organismos viven en el mar o en los ríos y en lagos o estanques de agua dulce. La combinación única de propiedades físicas y químicas del agua ha permitido que los seres vivos aparezcan, sobrevivan y evolucionen 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 en parte por enlaces puente de hidrógeno, donde este átomo, con su carga positiva parcial, es atraído por el de oxígeno de una molécula adyacente, con carga negativa parcial (Figura 2.1). Cada molécula de agua puede formar enlaces puente de hidrógeno con un máximo de cuatro moléculas adyacentes (Figura 2.2).

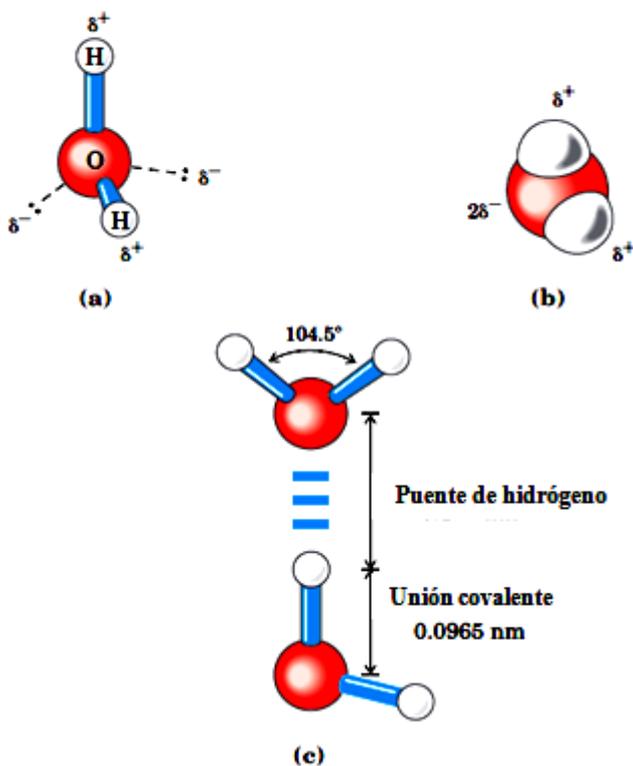


Figura 2.1. Estructura de la molécula de agua. (a) y (b) Modelos que representan la naturaleza dipolar del agua. Las líneas punteadas en (a) representan los orbitales no enlazados. Hay una disposición casi tetraédrica de los pares de electrones de la capa externa alrededor del átomo de oxígeno; los dos átomos de hidrógeno tienen cargas positivas parciales localizadas (δ^+) y el átomo de oxígeno tiene carga negativa parcial (δ^-). (c) Dos moléculas de H_2O unidas por un enlace de hidrógeno (las tres líneas) entre el átomo de oxígeno de la molécula superior y un átomo de hidrógeno de la inferior. Los enlaces de hidrógeno son más largos y más débiles que los enlaces covalentes de O-H. (De Lehninger, Principles of Biochemistry, 2004).

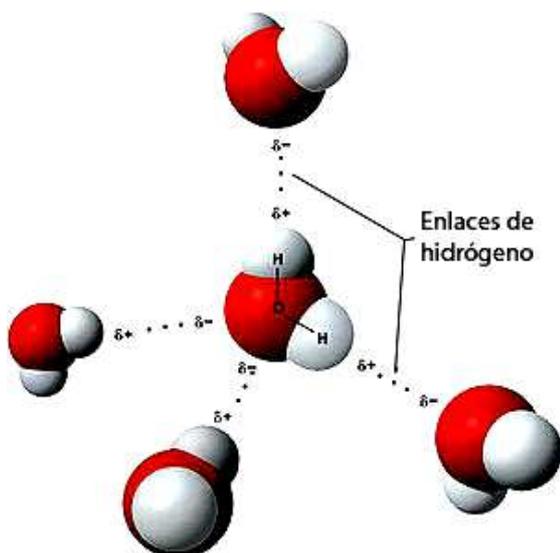


Figura 2.2. Cada molécula de agua puede formar enlaces puente de hidrógeno hasta con otras cuatro adyacentes. (De <https://biologia.laguia2000.com/bioquimica/e-l-agua-propiedades-quimicas>).

El agua es el principal solvente en los organismos

Por sus moléculas polares, el agua es considerada un solvente “universal”, un líquido capaz de disolver muchos tipos de sustancias, en particular compuestos polares e iónicos. Las moléculas de agua, debido a su polaridad, atraen los iones de sustancias iónicas, de manera que éstas se disocian. Sus propiedades de solvente, y la tendencia de los átomos de ciertos compuestos a formar iones cuando están en solución, hacen que el agua tenga una importante función facilitadora en las reacciones químicas. Las sustancias que interactúan fácilmente con el agua se denominan **hidrófilas** ("afines al agua"). Sin embargo, no todos los compuestos presentes en los organismos tienen esta propiedad. Muchas sustancias **hidrófobas** ("que repelen el agua") presentes en los seres vivos 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; esto es, son cohesivas. Tal efecto se debe a la capacidad de formar enlaces puente de hidrógeno entre ellas. Las moléculas de agua también se adhieren a muchos otros tipos de sustancias, muy notablemente a las que tienen grupos de átomos o moléculas con carga eléctrica en su superficie. Estas fuerzas adhesivas explican que el agua humedezca las cosas.

Una combinación de fuerzas adhesivas y cohesivas explica la tendencia del agua, denominada capilaridad, a avanzar en tubos estrechos, aún contra la fuerza de la gravedad (Figura 2.3). Esta acción 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. La absorción de agua del suelo por las raíces de las plantas depende de este hecho.

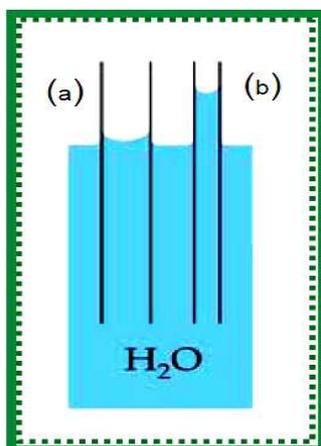


Figura 2.3. Las fuerzas de cohesión y adhesión del agua explican la acción capilar. (a) En un tubo de mayor diámetro, es menor el porcentaje de moléculas de agua que tienen contacto con la superficie del tubo. Por ello, las fuerzas adhesivas no son suficientes para superar las fuerzas cohesivas del agua bajo el nivel superficial del recipiente, y el agua del tubo asciende sólo muy poco. (b) 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 puente de hidrógeno que hay entre las moléculas de agua.

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 moléculas del aire. De este modo, las moléculas de agua que se encuentran en la superficie se atraen fuertemente unas a otras, lo que da por resultado una capa compacta a la que contribuye la atracción adicional que ejercen las moléculas que se encuentran debajo.

Estados del agua

¿Por qué flota el hielo? La respuesta tiene que ver con el hecho de que los enlaces puente de hidrógeno confieren otra propiedad importante al agua. Ésta se expande al congelarse debido a que los enlaces puente 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 (Figura 2.4). Cuando el hielo se calienta y su temperatura se eleva por encima de los 0°C, se rompen enlaces puente de hidrógeno y las moléculas de agua 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 el movimiento de sus moléculas. Como resultado, el agua, tanto congelada como calentada, flota en el agua fría que es más densa. Esta peculiar propiedad del agua ha sido importante para permitir que la vida, tal como la conocemos, surgiera, persistiera y evolucionara en el planeta. Si el hielo tuviera mayor densidad que el agua, se hundiría. Con el tiempo todos los estanques, los lagos y aún los océanos de las zonas más frías del planeta 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, que aísla el agua líquida subyacente impidiendo que se congele y permitiendo de este modo que bajo la superficie helada sobrevivan una variedad de organismos.

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 muestra de una sustancia; la temperatura se refiere a la cantidad *promedio* de energía cinética de las partículas). El agua posee un elevado **calor específico** (cantidad de calor necesaria para aumentar 1°C la temperatura de 1 gr de agua). La mayoría de las demás sustancias tienen valores de calor específico muchos menores.

El elevado calor específico del agua resulta de los enlaces puente de hidrógeno de sus moléculas. Algunos de estos enlaces 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 2.4).

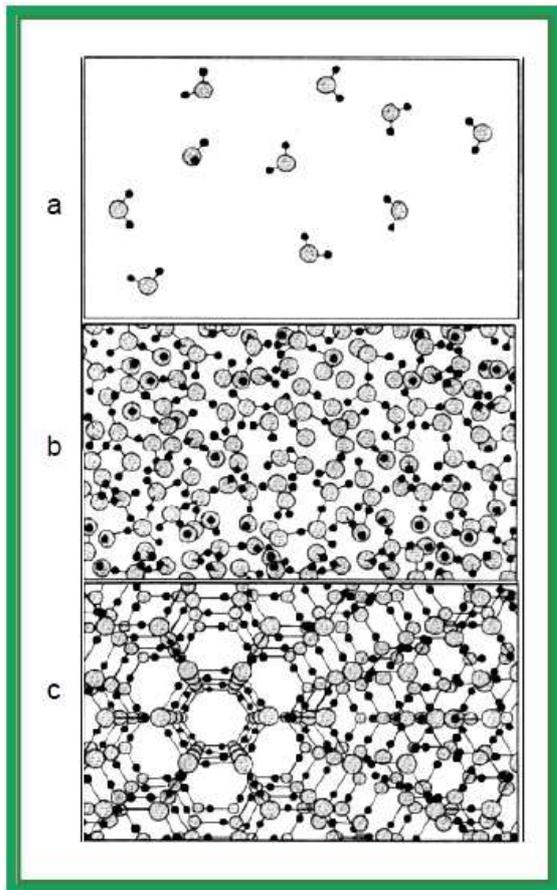


Figura 2.4. El agua puede existir como gas (vapor de agua), líquido o sólido (hielo). Estas tres formas difieren en la magnitud de formación de enlaces puente de hidrógeno. (a) Cuando el agua hierve, se rompen los enlaces puente de hidrógeno. Las moléculas de agua del vapor que se forma están muy separadas entre sí y se mueven con rapidez. (b) En las moléculas de agua al estado líquido, los enlaces puente de hidrógeno continuamente se forman y se rompen y vuelven a formarse. (c) En el hielo cada molécula de agua participa en cuatro enlaces puente 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 puente 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 puente de hidrógeno regulares uniformemente distanciados en la superestructura del hielo. (De Solomon y col. Biología de Villée, 1998).

La gran cantidad de calor que se debe suministrar para que aumente la temperatura del agua (o que debe perderse para que disminuya) hace que los océanos y otros grandes cuerpos de agua tengan temperatura relativamente constante. Así, muchos de los organismos que viven en los océanos cuentan con una temperatura más bien constante en su entorno. Las propiedades del agua son decisivas para la estabilización de la temperatura en la superficie de la Tierra. Aunque la cantidad de agua en la superficie del planeta es sólo una película muy delgada comparada con el volumen terrestre, la cantidad es enorme si se compara con la masa de las tierras emergidas. Esta masa de agua relativamente grande impide el calentamiento y el enfriamiento excesivos a causa de altas y bajas temperaturas,

respectivamente. Además, los enlaces de hidrógeno dan al hielo sus propiedades únicas, con importantes consecuencias en el ambiente.

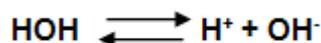
El alto contenido de agua de los seres vivos les ayuda a conservar relativamente constante su temperatura interna. Esta disminución de las fluctuaciones de temperatura es importante porque las reacciones biológicas son posibles sólo en un estrecho intervalo de temperatura.

El hecho de que sus moléculas se mantengan unidas por enlaces puente de hidrógeno hace que el agua tenga **alto calor de vaporización**. Se requieren **540 calorías** para cambiar 1 gramo de agua líquida a 1 gramo de vapor de agua. El calor de vaporización de la mayoría de las sustancias comunes es mucho menor. Cuando se calienta una muestra de agua, algunas moléculas comienzan a moverse más rápido que las otras (esto es, adquieren mayor energía calorífica). Las moléculas de movimiento más rápido tienen mayor probabilidad de escapar de la fase líquida y pasar a la fase de vapor (Figura 2.4). Al hacerlo, llevan consigo su energía térmica (y, con ello, se reduce la temperatura de la muestra). Por esta razón el cuerpo humano puede disipar el calor excesivo cuando el sudor se evapora de la piel, y una hoja vegetal puede mantenerse fresca bajo la luz solar intensa, cuando el agua se evapora de su superficie.

EL pH EN LOS SERES VIVOS

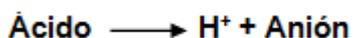
Los ácidos son donadores de protones y las bases sonceptoras de protones

Las moléculas de agua tienen una tendencia leve a ionizarse, o sea, a disociarse en iones hidrógeno (H^+) e hidróxido (OH^-). En el agua pura, es muy pequeño el número de moléculas que se ionizan. Esta ligera tendencia del agua a disociarse es contrarrestada por la de los iones hidrógeno e hidróxido para reunirse y formar agua:



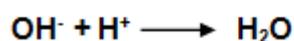
Dado que cada molécula de agua se separa en un ion hidrógeno y otro hidróxido, las concentraciones de estos iones en el agua pura son exactamente iguales ($0,0000001$ o 10^{-7} moles por litro de cada ión). Se dice que una solución como ésta es neutra (no es ácida ni básica o alcalina).

Un ácido es una sustancia que se disocia en solución de manera que se generan iones hidrógeno (H^+) y un anión:



Un ácido es un *donador* de protones (recuérdese que un ión hidrogeno, H^+ , no es más que un protón). Las soluciones ácidas tienen mayor concentración de iones hidrógeno que de iones hidróxido. Cambian a rojo el papel tornasol y tienen sabor agrio. Son ejemplos de ácidos inorgánicos el clorhídrico (HCl) y el sulfúrico (H_2SO_4), y de ácidos orgánicos, el ácido láctico ($\text{CH}_3\text{CHOHCOOH}$) de la leche agria y el ácido acético (CH_3COOH) del vinagre.

Una base se define como un aceptor de protones. La mayoría de las bases son sustancias que se disocian en un ion hidróxido (OH^-) y un catión al disolverlas en agua. Un ion hidróxido puede actuar como base al aceptar un protón (H^+) para formar agua. El hidróxido de sodio (NaOH) es una base inorgánica común.



Algunas bases no se disocian directamente en iones hidróxido. Por ejemplo, el amoníaco (NH_3) actúa como base aceptando un protón del agua, para producir un ión amonio (NH_4^+) y liberar un ión hidróxido.



Una solución básica es aquella en la cual la concentración de iones hidrógeno es menor que la de iones hidróxido. Cambian a azul el papel tornasol rojo y son resbaladizas al tacto. En páginas posteriores se mencionan diversas bases orgánicas, como las bases púricas y pirimídicas, que son componentes de los ácidos nucleicos.

El pH es una medida conveniente de acidez

El grado de acidez de una solución suele expresarse en términos de **pH**, que se define como el logaritmo negativo (base 10) de la concentración de iones hidrógeno (expresada en moles por litro) (Cuadro 2.1).

$$pH = -\log_{10} [H^+]$$

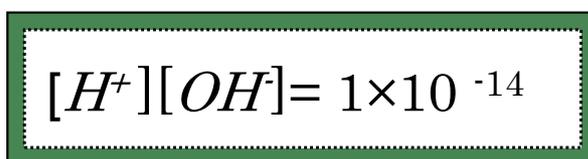
Cuadro 2.1. Fórmula de pH.

Los corchetes en la fórmula del cuadro 2.1, indican concentración. Así, el término $[H^+]$ significa "concentración de iones hidrógeno", que se expresa en moles por litro (mol/L) porque nos interesa el *número* de iones hidrógeno por litro. Dado que el intervalo de posibles valores de pH es muy amplio, una escala logarítmica (en la cual diferencias entre unidades sucesivas representan diferencias de factores de 10) es más conveniente que una escala lineal.

Las concentraciones de iones hidrógeno casi siempre son menores de 1 mol/L. Un gramo de iones hidrógeno disueltos en 1 litro de agua (una solución uno molar (1M) puede no sonar muy impresionante, pero tal solución sería extraordinariamente ácida). El logaritmo de un número menor que la unidad es negativo; así, el logaritmo negativo corresponde a un valor de pH positivo.

Es fácil calcular los valores enteros de pH (Cuadro 2.1). Por ejemplo, considérese el caso del agua pura, que tiene concentración de iones hidrógeno de 0,0000001 (10^{-7}) mol/L. El logaritmo es -7. El logaritmo negativo es 7; por tanto el pH es 7.

Si se conoce la concentración de iones hidrógeno de una solución, es directo el cálculo de la concentración de iones hidróxido. El producto de la concentración de iones hidrógeno y la de iones hidróxido es 1×10^{-14} (Cuadro 2.2).



Cuadro 2.2. Producto de la concentración de iones hidrógeno por la de iones hidróxido.

En el agua pura (recién destilada), la concentración de iones hidrógeno es de 10^{-7} y la de iones hidróxido también es de 10^{-7} . Como ya se dijo, una solución en la cual las concentraciones son iguales es neutra. Las soluciones ácidas (con más iones hidrógeno que iones hidróxido) tienen valores de pH menores de 7; las soluciones básicas (con más iones hidróxido que iones hidrógeno) tienen pH mayor de 7. Una solución más ácida tiene pH menor. La concentración de iones hidrógeno de una solución con pH de 1 es 10 veces la de una solución con pH de 2.

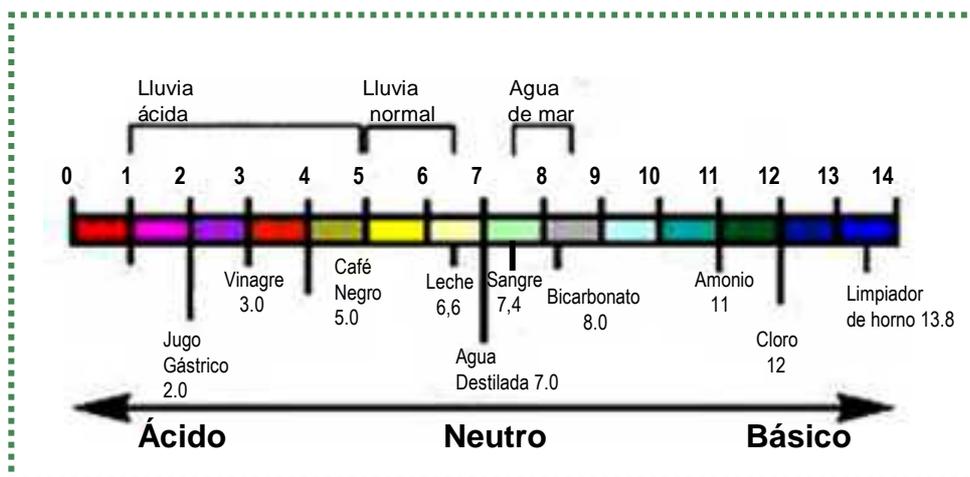


Figura 2.5. Escala de pH. Las soluciones con pH 7 son neutras porque las concentraciones de H^+ y OH^- son iguales. Cuanto más desciende el pH respecto de 7, tanto más iones H^+ están presentes y tanto más ácida es la solución. Al aumentar el pH por encima de 7, la concentración de iones H^+ disminuye y la de iones OH^- aumenta, lo que hace más alcalina o básica la solución.

En la Figura 2.5 se presentan los valores de pH de algunas sustancias comunes. El contenido de la mayoría de las células animales y vegetales no es muy ácido ni muy básico; suele ser una mezcla esencialmente neutra de sustancias ácidas y básicas. Cualquier cambio sustancial en el pH de la célula es incompatible con la vida. El pH de las células vivas por lo común varía entre 7,2 y 7,4.

Los amortiguadores minimizan los cambios del pH

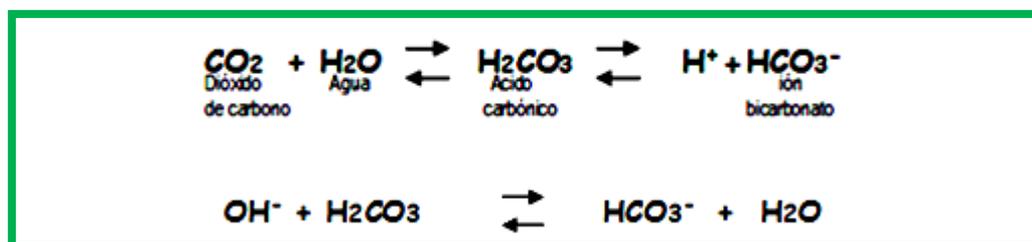
Muchos mecanismos homeostáticos operan para conservar los valores de pH adecuados. Por ejemplo, el pH de la sangre humana es cercano a 7,4; y sus fluctuaciones deben mantenerse dentro de un intervalo muy estrecho. Cuando la sangre se vuelve demasiado ácida (por ejemplo, debido a enfermedades respiratorias), suelen sobrevenir el coma y la muerte. La alcalinidad excesiva tiende a causar hiperexcitabilidad del sistema nervioso e incluso convulsiones.

Los organismos contienen muchos amortiguadores naturales. Un amortiguador (buffer o solución tampón) es una sustancia o combinación de sustancias que resiste los cambios del pH cuando se agrega un ácido o una base. Comúnmente un sistema amortiguador está integrado por ácidos débiles y sus bases conjugadas (aniones que resultan de la ionización de los ácidos) bajo una condición de equilibrio químico, es decir de igualdad de las velocidades de reacción en ambos sentidos.

Uno de los sistemas amortiguadores más comunes que tiene importancia en la sangre humana es el formado por el dióxido de carbono (CO_2), un producto de desecho del

metabolismo celular y el agua, constituyente principal de la sangre. El CO_2 reacciona con el agua para formar ácido carbónico, un ácido débil que se disocia en un ión hidrógeno y un ión bicarbonato (Cuadro 2.3). Como lo indican las flechas, todas las reacciones son reversibles. Dado que el ácido carbónico es débil, siempre hay presentes moléculas sin disociar. La expresión describe el sistema cuando se encuentra en equilibrio, en el cual las velocidades de reacción hacia derecha e izquierda son iguales y las concentraciones relativas de los componentes no cambian. Si un sistema está en equilibrio, puede "desplazarse a la derecha" agregando reactivos o retirando productos. A la inversa, puede "desplazarse a la izquierda" agregando productos o retirando reactivos. Los iones hidrógeno son el producto importante en este sistema.

La adición de un exceso de iones hidrógeno tiene el efecto de desplazar temporalmente el sistema a la izquierda, ya que se combinan con los iones bicarbonato para formar ácido carbónico. Con el tiempo se establece un nuevo equilibrio; en este punto la concentración de iones hidrógeno se hace similar a la concentración original. Si la solución se alcaliniza, el sistema se desplaza a la derecha, debido a que se ioniza el ácido carbónico, con lo que se reponen los iones hidrógeno que disminuyeron.

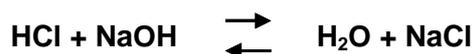


Cuadro 2.3. Sistema amortiguador.

Los organismos contienen muchos ácidos y bases débiles, de modo que mantienen una reserva esencial de capacidad amortiguadora y evitan los extremos de pH. Los aminoácidos y las proteínas también son amortiguadores, ya que son compuestos anfóteros, es decir, pueden tanto ceder protones (ácidos) como captarlos (bases) y, a un determinado pH (en su punto isoeléctrico), tener ambos comportamientos al mismo tiempo. La carga que adquieran dependerá del pH del medio. En un medio muy básico se cargan negativamente, mientras que en el fuertemente ácido lo hacen positivamente. Desde el punto de vista fisiológico este tipo de amortiguadores resulta de especial interés a nivel tisular.

Un ácido y una base reaccionan formando una sal

Cuando se mezclan un ácido y una base, el H⁺ del ácido se une al OH⁻ de la base y se forma una molécula de agua. El resto del ácido (un anión) se combina con el residuo de la base (un catión) y se forma una sal. Por ejemplo, el ácido clorhídrico reacciona con el hidróxido de sodio y se forman agua y cloruro de sodio:



Las células y los líquidos extracelulares (como la sangre) de animales y plantas contienen diversas sales en disolución. Estas son la fuente de muchos iones minerales de importancia, indispensables para el equilibrio ácido-básico de los líquidos, y, en los animales, para las funciones nerviosa y muscular, coagulación sanguínea, formación de huesos y muchos otros aspectos del funcionamiento corporal. Sodio, potasio, calcio y magnesio son los cationes principales, en tanto que cloruro, bicarbonato, fosfato y sulfato son los aniones de importancia (Cuadro 2.4).

Los líquidos corporales de los animales terrestres difieren mucho del agua marina en su contenido total de sal. Sin embargo, se asemejan a dicha agua en los tipos de sales presentes y su abundancia relativa. La concentración total de sales en los líquidos corporales de muchos animales invertebrados marinos equivale a la del agua marina, de casi 3,4%. Los vertebrados, sin importar que sean terrestres, de agua dulce o de agua salada, tienen menos de 1% de sales en sus líquidos corporales.

Aunque la concentración de sales en las células y los líquidos corporales de plantas y animales es pequeña, las cantidades y concentraciones de los cationes y aniones respectivos se mantienen bastante constantes. Todo cambio de importancia obstaculiza las funciones celulares y puede originar la muerte. Si bien la mayoría de las sales se encuentra ionizada en los seres vivos, también se presenta como componente sólido en estructuras tales como huesos, dientes, conchas de caracoles, valvas de diatomeas, etc.

| Nombre | Fórmula | Carga |
|-------------|-------------------------------------|--------------------------------------|
| Sodio | Na ⁺ | 1+ |
| Potasio | K ⁺ | 1+ |
| Hidrogeno | H ⁺ | 1+ |
| Magnesio | Mg ⁺² | 2+ |
| Calcio | Ca ²⁺ | 2+ |
| Hierro | Fe ²⁺ o Fe ³⁺ | 2+ [Hierro (II)] o 3+ [Hierro (III)] |
| Amonio | NH ₄ ⁺ | 1+ |
| Cloruro | Cl ⁻ | 1- |
| Yoduro | I ⁻ | 1- |
| Carbonato | CO ₃ ²⁻ | 2- |
| Bicarbonato | HCO ₃ ⁻ | 1- |
| Fosfato | PO ₄ ³⁻ | 3- |
| Acetato | CH ₃ COO ⁻ | 1- |
| Sulfato | SO ₄ ²⁻ | 2- |
| Hidróxido | OH ⁻ | 1- |
| Nitrato | NO ₃ ⁻ | 1- |
| Nitrito | NO ₂ ⁻ | 1- |

Cuadro 2.4. Algunos iones de importancia biológica.

Compuestos orgánicos

Caracteres generales

Aunque el carbono existe en formas inorgánicas simples, tiene propiedades únicas que permiten la formación de las moléculas grandes y complejas esenciales para la vida. El átomo de carbono tiene un total de seis electrones, dos en el nivel de energía más bajo y cuatro electrones de valencia en el nivel más alto. Esto significa que un átomo de carbono puede completar su capa más externa formando un total de cuatro enlaces covalentes. Cada enlace puede unirlo a otro átomo de carbono o a un átomo de un elemento distinto. El carbono es particularmente adecuado para funcionar como el "esqueleto" de moléculas grandes, en virtud de que los enlaces carbono-carbono son fuertes y no se rompen con

facilidad. Sin embargo, no son tan fuertes como para que se requiera una gran cantidad de energía a fin de romperlos. Los enlaces carbono-carbono no son sólo del tipo sencillo (que comparten solamente un par de electrones). Dos átomos de carbono pueden compartir entre sí dos pares de electrones, formando enlaces dobles o tres pares de electrones formando triples enlaces (Cuadro 2.5).



Cuadro 2.5: Enlaces múltiples entre átomos de carbono.

Los átomos de carbono pueden unirse en forma lineal conformando cadenas o en forma circular formando anillos. Existen compuestos, en los 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.

Cuando un átomo de carbono forma cuatro enlaces covalentes sencillos con otros átomos, los orbitales de electrones de su nivel de energía exterior se alargan y se proyectan desde el átomo de carbono hacia los vértices del tetraedro (Figura 2.6). El ángulo entre cualquiera de estos dos enlaces, de casi $109^{\circ} 5'$ es similar en diversos compuestos orgánicos.

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. En la Figura 2.6 se muestra un átomo de carbono y los cuatro enlaces covalentes que puede formar en el espacio tridimensional. En el esquema (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. En el (b) se aprecia que 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. Mientras que en el (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.

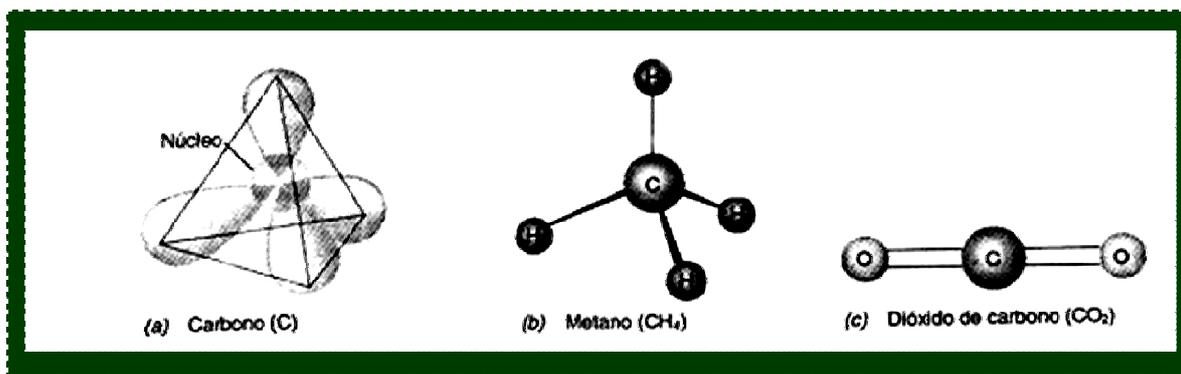


Figura 2.6. Un átomo de carbono puede formar cuatro enlaces covalentes en el espacio tridimensional. (a) Los enlaces de un átomo de carbono apuntan a los cuatro vértices de un tetraedro, disposición que maximiza la distancia entre los átomos unidos con el de carbono. (b) El metano consiste en un solo átomo de carbono unido a cuatro de hidrógeno. Estos últimos están enlazados en forma simétrica alrededor del átomo de carbono en los vértices del tetraedro. (c) En el dióxido de carbono, cada átomo de oxígeno está unido por un enlace doble al de carbono. Cada enlace es polar; el carbono tiene carga parcial positiva y cada oxígeno tiene carga parcial negativa. Sin embargo, en esta molécula lineal los enlaces apuntan en sentidos opuestos, y la molécula en conjunto es no polar. (Modificado de Bioquímica de Lehninger. 1983).

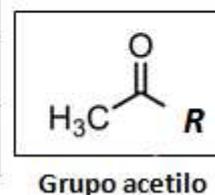
Los grupos funcionales modifican las propiedades de las moléculas orgánicas

Los enlaces covalentes entre hidrógeno y carbono son no polares. Por lo tanto, los hidrocarburos¹ carecen de regiones con carga bien localizadas, son muy hidrófobos y no interactúan con facilidad con otros compuestos. Sin embargo, las características de una molécula pueden modificarse en modo muy notable sustituyendo uno de los hidrógenos por un grupo de átomos conocido como **grupo funcional**: átomos o grupos atómicos que unidos a los carbonos de los compuestos orgánicos les otorgan a los mismos propiedades físico-químicas características. Así, 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 enlaces puente hidrógeno) con otras moléculas. Los grupos funcionales son polares y por lo tanto hidrófilos, de manera que se asocian fuertemente con las moléculas de agua.

Como se ilustra en el Cuadro 2.6, cada clase de compuestos orgánicos se caracteriza por la presencia de uno o más grupos funcionales específicos. Nótese el uso del **símbolo R** para indicar el *resto* de la molécula de que es parte el grupo funcional.

¹ Hidrocarburos: los compuestos orgánicos que sólo consisten en carbono e hidrógeno se denominan hidrocarburos. Los organismos vivos utilizan estas sustancias para elaborar diversas *biomoléculas orgánicas*.

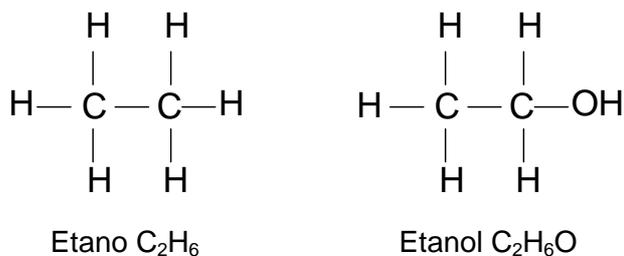
| Grupos funcionales y funciones químicas | | | | |
|---|----------|---|------------------------------------|-------|
| Grupo funcional | | Función química | Sufijo | |
| Nombre | Fórmula | | | |
| Hidroxilo | | R - OH | Alcohol | ol |
| Carbonilo | Aldehído | $ \begin{array}{c} \text{H} \\ \\ \text{R} - \text{C} = \text{O} \\ \text{carbono} \\ \text{primario} \end{array} $ | Aldehído | al |
| | Cetona | $ \begin{array}{c} \\ \text{R} - \text{C} = \text{O} \\ \\ \text{carbono} \\ \text{secundario} \end{array} $ | Cetona | ona |
| Carboxilo | | $ \begin{array}{c} \text{OH} \\ \\ \text{R} - \text{C} = \text{O} \end{array} $ | Ácido carboxílico o ácido orgánico | oico |
| Amino | | R - NH ₂ | Amina | amina |
| Sulfhidrilo | | R - SH | Tiol | |



Cuadro 2.6. Grupos funcionales de importancia biológica.

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

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



El **grupo carbonilo** consiste en un átomo de carbono unido por un doble enlace covalente a un átomo de oxígeno. Este doble enlace es polar debido a la electronegatividad

del oxígeno; de este modo, el grupo es hidrófilo. La posición del grupo carbonilo en la molécula determina la clase a la que ésta pertenece.

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

El **grupo carboxilo** (con la representación abreviada R-COOH) consiste en un átomo de carbono unido por un doble enlace covalente a un átomo de oxígeno, y por un enlace covalente sencillo a otro oxígeno, que a su vez está unido a un átomo de hidrógeno. Dos átomos de oxígeno (electronegativos) en tan estrecha proximidad establecen una condición en extremo polarizada, lo cual puede hacer que el átomo de hidrógeno pierda su electrón y se libere como un ion hidrógeno (H^+). De este modo el grupo carboxilo queda con carga negativa unitaria (R-COO⁻). Los grupos carboxilo son débilmente ácidos; sólo una fracción de las moléculas se ioniza de este modo. Por tanto, este grupo puede existir en uno de dos estados hidrófilos: iónico o polar. Los grupos carboxilo son constituyentes esenciales de los aminoácidos y del piruvato.

El **grupo amino** (que se abrevia 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 (un protón), de modo que adquieren una unidad de carga positiva. Estos grupos son componentes de los aminoácidos y de los ácidos nucleicos.

El **grupo sulfhidrilo** (abreviado R-SH), consistente en un átomo de azufre unido de manera covalente a un átomo de hidrógeno, se encuentra en moléculas llamadas *tioles*. Como se verá, los aminoácidos que contienen un grupo sulfhídrico hacen importantes contribuciones a la estructura de las proteínas.

El **grupo acetilo** (abreviado R-COCH₃), contiene un grupo metilo unido por un enlace simple, a un grupo carbonilo. Es un componente de muchos compuestos orgánicos, incluyendo la acetil-CoA, el neurotransmisor acetilcolina, y, el analgésico aspirina.

Biomoléculas orgánicas

Son moléculas biológicas, sintetizadas por los seres vivos, con una estructura a base de carbono, como las proteínas y los ácidos nucleicos. De éstas, también muchas son **polímeros**, que se producen al enlazarse compuestos orgánicos pequeños, llamados monómeros (Figura 2.7). De igual manera que todas las palabras de esta guía se escriben con diversas combinaciones de las letras del alfabeto, los monómeros pueden unirse para formar una variedad casi infinita de moléculas más grandes. 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.

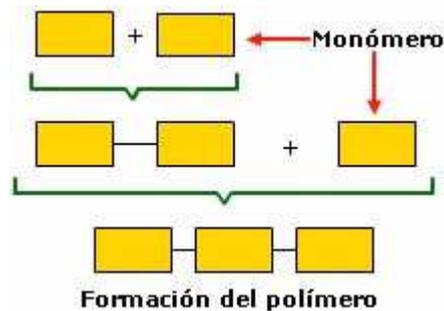


Figura 2.7. Polimerización. Los monómeros se enlazan para formar polímeros. (De <https://es.slideshare.net/escuelasamartin25/polimeros-sinteticos-por-garcia-f-y-segovia-g>).

Cada organismo es singular debido a diferencias en la secuencia de monómeros de su ADN, el polímero de que se conforman los genes. Las células y los tejidos de un mismo organismo también difieren por variaciones en los polímeros que los componen. El tejido muscular se diferencia del cerebral en gran parte, a causa de los distintos tipos y secuencias de aminoácidos en sus proteínas. En última instancia, esta estructura de las proteínas, depende de la secuencia de monómeros en el ADN del organismo, lo cual se expresa de modo un tanto distinto en cada tipo celular.

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

Carbohidratos

Los azúcares, el almidón y la celulosa son carbohidratos. Los azúcares y el almidón sirven como fuente de energía para las células, en tanto que la celulosa es el componente estructural principal de las paredes que rodean a las células vegetales. Los carbohidratos se componen de átomos de carbono, hidrógeno y oxígeno en proporción aproximada de un átomo de carbono por dos de hidrógeno y uno de oxígeno $(CH_2O)_n$. El término carbohidrato (que significa "carbono con agua") refleja la proporción de 2:1 del hidrógeno sobre el oxígeno, que es la misma que está presente en el agua (H_2O) . Los carbohidratos contienen

una unidad de azúcar (monosacáridos), dos unidades (disacáridos) o muchas unidades (polisacáridos).

Los **monosacáridos** por lo general tienen tres a siete átomos de carbono. Los carbohidratos más sencillos son los azúcares de tres carbonos (triosas), el gliceraldehído y la dihidroxiacetona (Figura 2.8). La ribosa, la desoxirribosa y la ribulosa son pentosas comunes, o sea, azúcares de cinco átomos de carbono. Las dos primeras componen los ácidos nucleicos, como ADN, ARN y compuestos afines, mientras que la última interviene en el proceso de fotosíntesis. 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).

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

La **glucosa** ($C_6H_{12}O_6$) es el monosacárido más abundante y reviste suma importancia en los procesos biológicos. Durante la fotosíntesis, tanto algas como plantas la producen a partir de dióxido de carbono y agua, con uso de la luz solar como fuente de energía. Luego, en la respiración celular, las células rompen los enlaces de la molécula de glucosa y liberan la energía almacenada, que utilizan en sus actividades.

Como se observa en la Figura 2.8, la glucosa y la fructosa poseen fórmula molecular idéntica, pero sus átomos están dispuestos de manera distinta. En la fructosa, que es una cetona, el oxígeno tiene enlace doble con un átomo de carbono del interior de 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, si bien ambas son hexosas y aldehídos (aldohexosas), se diferencian en la disposición de sus átomos y, en consecuencia, poseen diferentes propiedades.

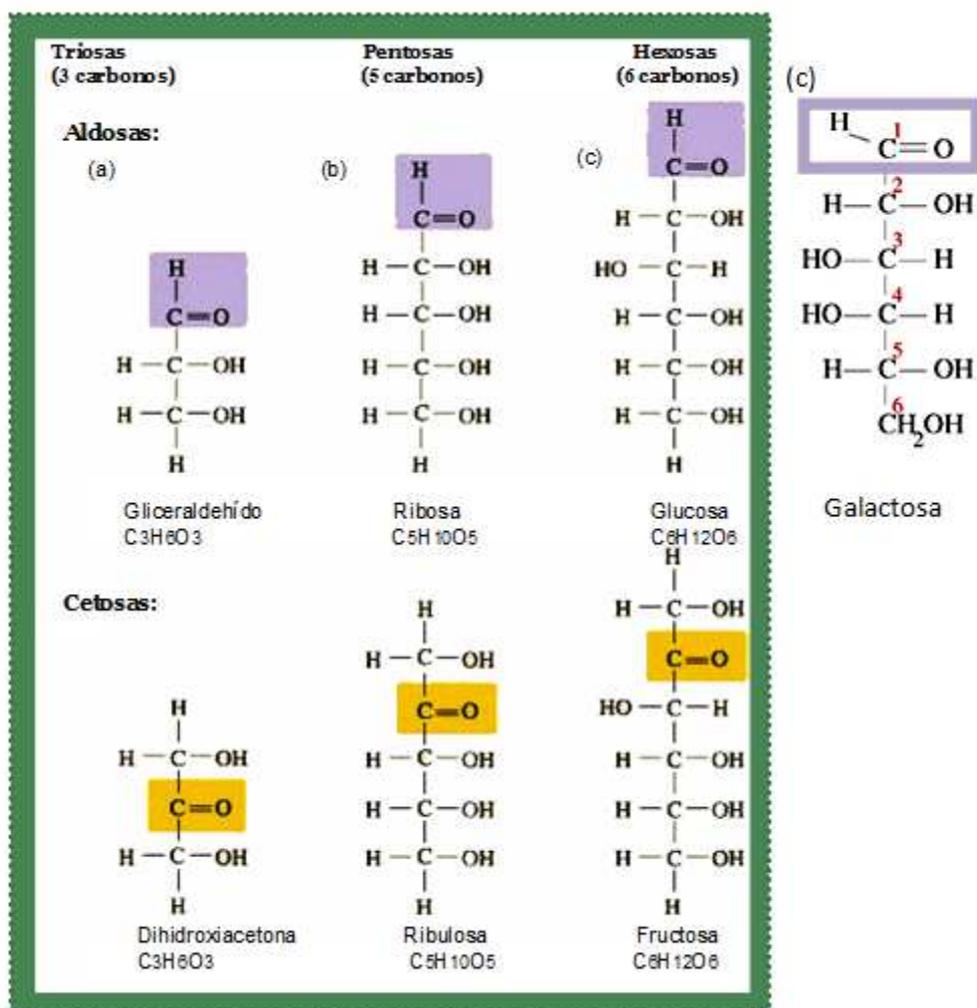


Figura 2.8. Las fórmulas estructurales de algunos monosacáridos (azúcares sencillos) se representan aquí como cadenas bidimensionales rectas. Se ilustran (a) triosas (tres carbonos), (b) pentosas (cinco carbonos), y (c) hexosas (seis carbonos). Aunque resulta conveniente representar los monosacáridos de esta manera, es más exacto hacerlo como estructuras anulares. Nótese que glucosa, fructosa y galactosa son isómeros estructurales: poseen la misma fórmula química (C₆H₁₂O₆), pero con los átomos dispuestos de manera distinta. (Modificado de Curtis y col. Curtis Biología 2008).

Las fórmulas "de barra" de la Figura 2.8 permiten representar 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. Por ejemplo, las moléculas de glucosa y otros monosacáridos en solución presentan una conformación en anillos.

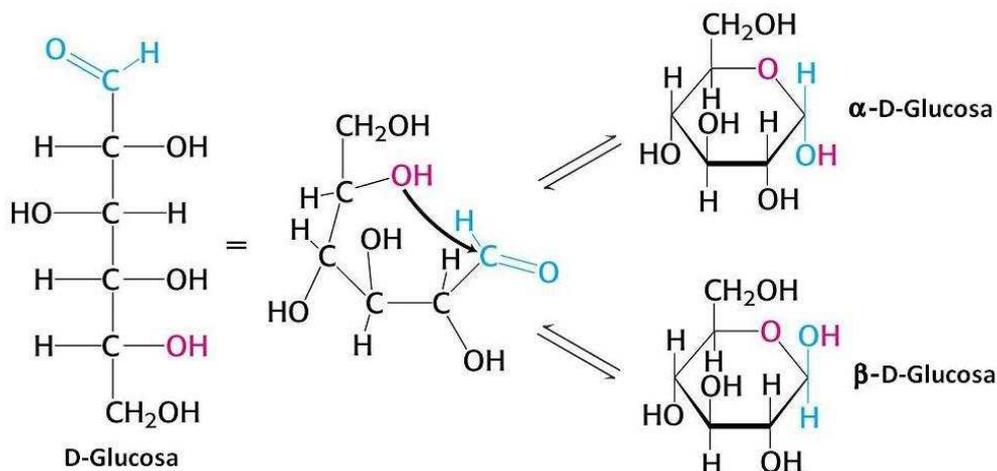


Figura 2.9. Cuando la glucosa se disuelve en agua puede formar un anillo alfa o uno beta. Son posibles dos isómeros que difieren en la orientación del grupo -OH del carbono 1. Cuando este -OH se dispone hacia abajo del plano es alfa y cuando se encuentra por arriba es beta. (Modificado de Bioquímica de Lehninger, 1983).

En solución, la glucosa típicamente se encuentra como un anillo de cinco carbonos y un oxígeno. Asume esta configuración cuando un enlace covalente une al átomo de carbono 1 con el oxígeno enlazado con el carbono 5 (Figura 2.9). Cuando la glucosa forma un anillo, son posibles dos isómeros, que difieren sólo en la orientación del grupo hidroxilo (-OH) unido al carbono 1. Cuando este grupo hidroxilo se encuentra del mismo lado del plano del anillo en que se halla el grupo lateral -CH₂OH, la glucosa se designa glucosa beta. Si está en el lado opuesto (respecto al plano del anillo) al grupo lateral -CH₂OH, el compuesto se denomina glucosa alfa.

Los oligosacáridos contienen de 2 a 20 unidades de monosacáridos

Los **oligosacáridos** (oligo: poco; sacárido: azúcar) se obtienen mediante el **enlace glucosídico** de entre 2 y 20 monosacáridos. El enlace glucosídico se produce por lo general entre el átomo de carbono 1 de una molécula y el carbono 4 de la otra, mediante una reacción de condensación en la cual los monosacáridos se unen, perdiendo una molécula de agua. (Figura 2.10). Los más abundantes son los **disacáridos** que consisten en dos moléculas de monosacárido.

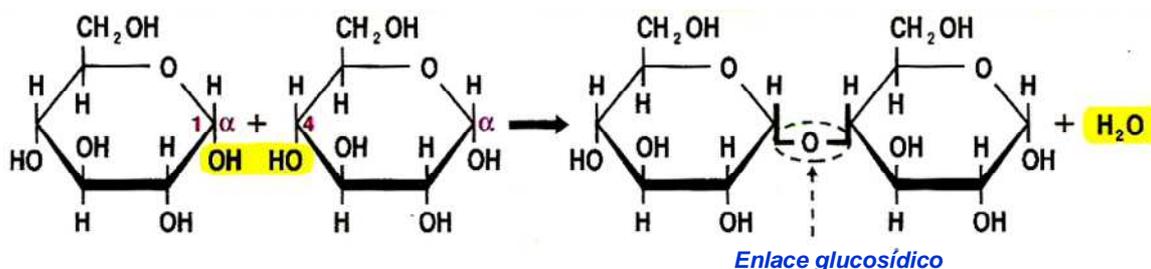


Figura 2.10. Enlace glucosídico. (Modificado de Bioquímica de Lehninger. 1983)

Son ejemplos de **disacáridos**, la maltosa (azúcar de malta) que resulta de la unión covalente de dos unidades de glucosa alfa (Figura 2.11). La sacarosa, azúcar con que se endulzan los alimentos, se forma de una unidad de glucosa combinada con otra de fructosa. Por otra parte, la lactosa, azúcar presente en la leche, se compone de una molécula de glucosa y otra de galactosa.

Los **disacáridos** son susceptibles de hidrólisis, o sea separación al agregar agua, en dos monosacáridos.

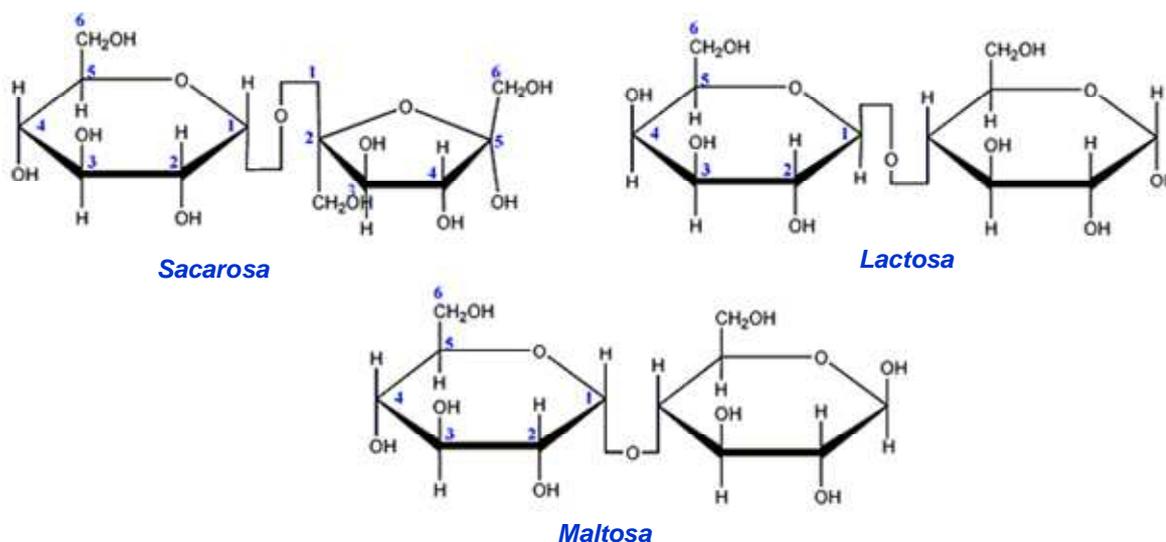


Figura 2. 11. Fórmulas estructurales de disacáridos. (Modificado de Bioquímica de Lehninger. 1983)

Otros **oligosacáridos** de mucha significación para los seres vivos son los oligosacáridos de membrana, compuestos usualmente ramificados (Figuras 2.12 y 2.13), presentes en las membranas celulares, donde forman parte de estructuras receptoras e intervienen en el reconocimiento y adhesión celular. Suelen estar unidos covalentemente a proteínas o a lípidos formando glucoproteínas y glucolípidos respectivamente. También cumplen funciones importantes cuando forman parte de las glicoproteínas solubles del citoplasma.

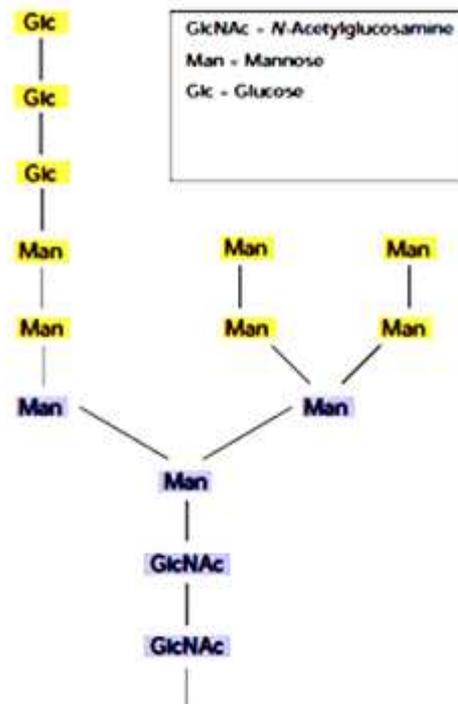


Figura 2.12. Esquema de un oligosacárido comúnmente asociado a proteínas. Compuesto por 14 monosacáridos. (De "Molecular Cell Biology", Lodish).

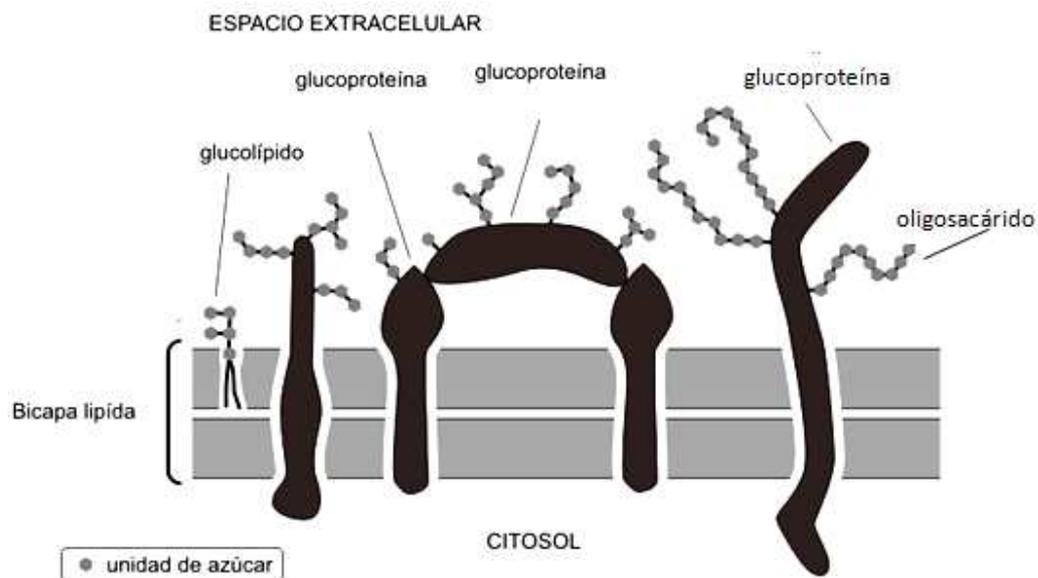


Figura 2.13. Oligosacáridos de membrana. Unidos a lípidos y proteínas de la membrana celular. (De <http://genomasur.com/lecturas/Guia04.htm>).

Los polisacáridos pueden almacenar energía o realizar funciones estructurales

Los polisacáridos pueden ser **homopolisacáridos**, cuando están formados por una sola clase de monómero, o bien **heteropolisacáridos**, cuando están originados por la repetición de dos monómeros distintos, que se alternan en la cadena del polímero. Los polisacáridos son los carbohidratos más abundantes.

Un **homopolisacárido** es una macromolécula consistente en unidades repetitivas de azúcares simples, por lo general glucosa. Aunque el número preciso de estas unidades varía, por lo general hay miles en una sola molécula. El polisacárido puede ser una cadena larga y sencilla o ramificada.

El **almidón**, que es la forma habitual de **almacenamiento** de carbohidratos en las plantas, es un polímero consistente en subunidades de glucosa alfa. Los monómeros están unidos por enlaces **alfa 1-4**, lo que significa que el carbono 1 de una glucosa está enlazado al carbono 4 de la siguiente glucosa de la cadena (Figura 2.14). El almidón consta de dos tipos de moléculas: la amilosa y la amilopectina. La primera, más sencilla, no está ramificada, en cambio la amilopectina, que es más frecuente, puede consistir en casi 1000 unidades en una cadena ramificada. La ramificación tiene lugar a intervalos de 20 a 25 unidades con un enlace glucosídico entre el C-1 y el C-6.

Las plantas almacenan el almidón en gránulos, dentro de organelas celulares especializados que se denominan plastos (Figura 2.14). 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**, cuya función es **estructural**, es el polisacárido más abundante. Un 50% o más del total de átomos de carbono de las plantas se encuentra formando parte de esta molécula (Figura 2.14). Casi la mitad de la madera es celulosa, y fibras como el algodón, tienen al menos 90% de celulosa. Las células vegetales están rodeadas por paredes celulares de sostén resistentes, 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. En la celulosa los enlaces glucosídicos son de tipo **β 1-4**, formados entre unidades de glucosa beta. Las enzimas que hidrolizan los enlaces alfa del almidón no rompen estos enlaces beta.

Los seres humanos, al igual que muchos organismos no poseen enzimas que digieran 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 aparato digestivo. Algunos microorganismos pueden digerir la celulosa a glucosa. De hecho, en el aparato digestivo de bovinos y ovinos 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 función estructural. Las subunidades de glucosa beta están unidas de una manera que permite la formación de abundantes enlaces de hidrógeno entre diferentes moléculas. Así, éstas se disponen en largas haces de fibras, como se muestra en la Figura 2.14.

La **quitina** es un polisacárido **estructural** que forma el exoesqueleto en artrópodos y las paredes celulares en hongos. Es un polímero no ramificado de la N-acetilglucosamina con enlaces β 1-4.

Los **heteropolisacáridos** son sustancias que, por hidrólisis, dan lugar a varios tipos distintos de monosacáridos o de derivados de éstos. Los **glicosaminoglicanos** son heteropolisacáridos muy importantes por su papel estructural en la matriz extracelular de los tejidos conectivos, están formados usualmente por la repetición de una unidad de disacárido formada por un aminoazúcar y un azúcar ácido. El **peptidoglicano** constituyente de la pared celular de bacterias, en su parte glucídica, está formado por una secuencia alternante de N-acetilglucosamina y ácido N-acetilmurámico unidos mediante enlaces β 1-4. Otros ejemplos son la pectina y la hemicelulosa de las paredes celulares vegetales.

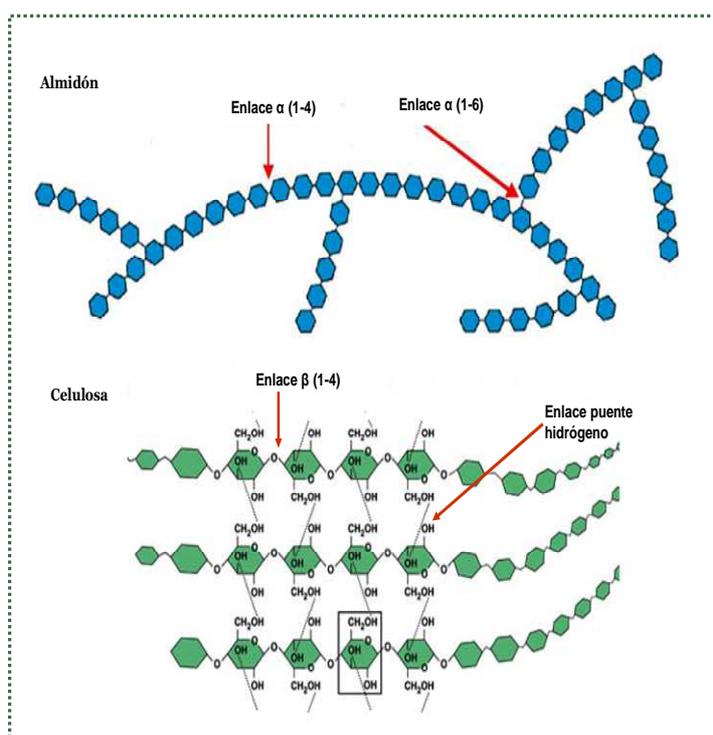


Figura 2.14. En esta representación esquemática del **almidón**, las flechas señalan los puntos de ramificación. El dibujo es simplificado; cada cadena tiene en realidad la forma de una hélice, estabilizada por enlaces de hidrógeno entre las subunidades de glucosa. En los puntos de ramificación hay enlaces entre el carbono 6 de la glucosa en la cadena recta y el carbono 1 de la glucosa en la cadena ramificada. La **celulosa** se compone de unidades de glucosa beta unidas por enlace glucosídico formando cadenas lineales entre las que se establecen múltiples puentes de hidrógeno entre los grupos hidroxilo de distintas cadenas yuxtapuestas de glucosa. (De Curtis y col. Curtis Biología. 2008).

Lípidos

Los lípidos son un grupo heterogéneo de biomoléculas orgánicas cuya característica en común es ser insolubles en el agua y solubles en disolventes no polares, por ejemplo, el cloroformo, el éter y el benceno.

Los lípidos desempeñan diversas funciones biológicas importantes como:

- Ser componentes estructurales de las membranas.
- Almacenar y ser fuente de energía.
- Formar la cubierta protectora sobre la superficie de muchos organismos.
- Actuar como aislante térmico.

Algunas sustancias clasificadas entre los lípidos, como ciertas vitaminas y hormonas, poseen una intensa actividad biológica. Aunque los lípidos constituyen una clase bien definida de biomoléculas, con frecuencia se presentan combinados en forma covalente, o mediante enlaces débiles, con miembros de 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. En estas biomoléculas las propiedades químicas y físicas características de sus componentes están fusionadas y cumplen funciones biológicas especializadas.

Los lípidos se han clasificado de diferentes maneras. En la presente guía se considerará la clasificación siguiente:

1. Lípidos simples:

Ácidos grasos
Glicéridos
Ceras

2. Lípidos complejos:

Fosfolípidos
Glucolípidos
Lipoproteínas

3. Lípidos asociados:

Esteroides
Carotenoides

Ácidos grasos

Son los lípidos más sencillos. Un ácido graso es una cadena de hidrocarburo larga que termina en un grupo carboxilo (-COOH). La cadena no polar es hidrofóbica, mientras que el grupo carboxilo da a una porción de la molécula las propiedades de un ácido. Los ácidos grasos, que raras veces se hallan en estado libre (en general son parte de otra molécula), están formados por cadenas que contienen un número par de átomos de carbono, típicamente entre 14 y 22. Se conocen alrededor de setenta ácidos grasos diferentes. Difieren en la longitud de sus cadenas, en si la cadena contiene algún enlace doble (como en el ácido oleico), o no lo contiene (como en el ácido esteárico), y en la posición que tenga en la cadena cualquier enlace doble (Figura 2.15).

Un ácido graso, como el ácido esteárico, en el cual no hay enlaces dobles, se dice que es **saturado**, porque las posibilidades de enlace están completas para todos los átomos de carbono de la cadena (o sea cada átomo de carbono ha formado enlaces con otros cuatro átomos). Un ácido graso, como el oleico, que contiene átomos de carbono unidos por enlaces dobles C=C, se dice que es **insaturado**, la insaturación influye en sus propiedades físicas.

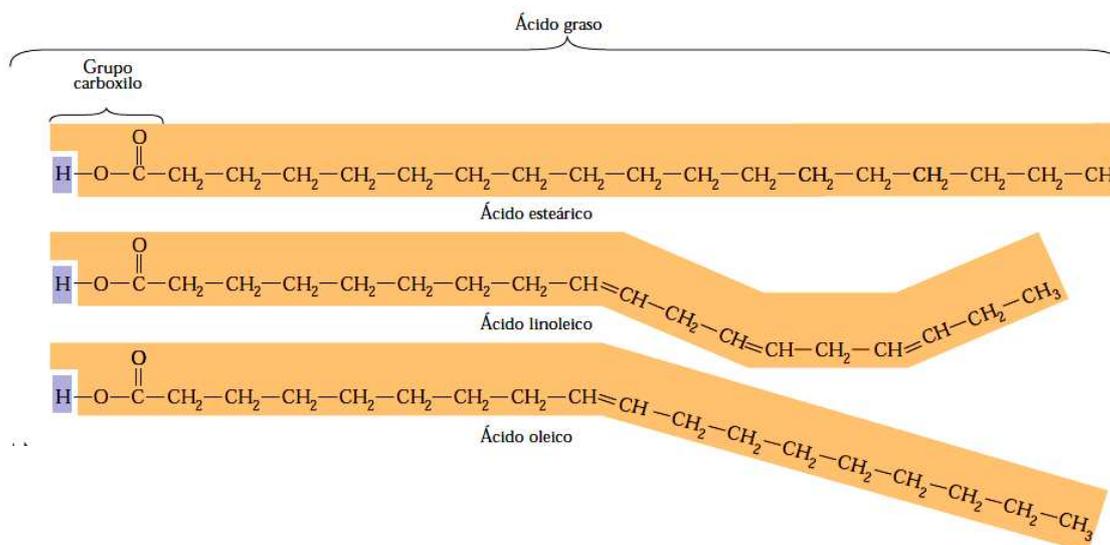


Figura 2.15. Ácidos grasos saturados e insaturados. (De Curtis y col. Curtis Biología. 2008).

Triglicéridos

Son ésteres de ácidos grasos con un alcohol de tres átomos de carbono denominado glicerol (Figura 2.16). Los triglicéridos son componentes principales del tejido graso, que desempeña 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.

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

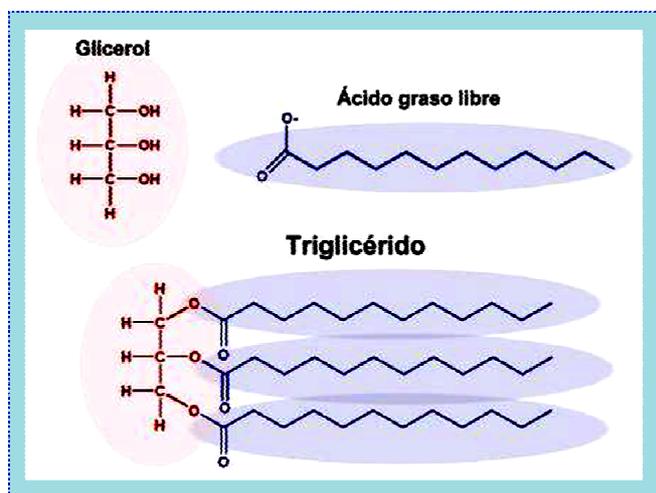


Figura 2.16. Estructura química simplificada de un triglicérido. (De Curtis y col. Curtis Biología.2008).

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.

Fosfolípidos

Son una clase importante de lípidos que intervienen en la formación de las membranas celulares. Los fosfolípidos pueden derivar de dos alcoholes: el **glicerol** o el **esfingol**, formando en el primer caso **glicerofosfolípidos** y en el segundo **esfingofosfolípidos**. Se trata de moléculas anfipáticas porque poseen un extremo hidrofílico y otro hidrofóbico.

Un **glicerofosfolípido** es un éster del glicerol unido a dos moléculas de ácidos grasos y a un grupo fosfato, este último combinado con un compuesto orgánico R, que generalmente es una base nitrogenada.

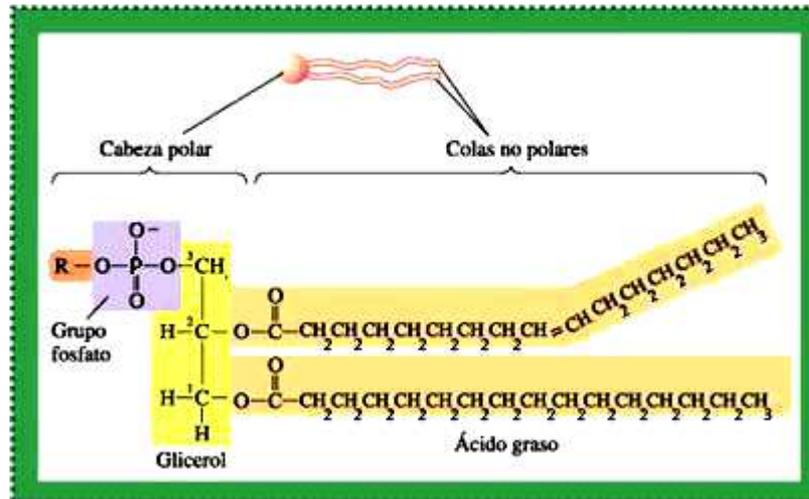


Figura 2.17. Estructura general de un glicerofosfolípido en forma tal que pone de manifiesto su naturaleza anfipática. (De Curtis H. Curtis Biología. 2008).

Los dos extremos de la molécula de glicerofosfolípidos difieren física y químicamente. La porción de ácido graso es hidrófoba e insoluble en agua. Sin embargo, la porción compuesta de fosfato y el grupo R se ioniza y es muy hidrosoluble, por lo que se clasifica como hidrófila (Figura 2.17).

Las propiedades anfipáticas de los fosfolípidos 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 2.18). La membrana celular se forma de una bicapa de lípidos (dos capas de moléculas de fosfolípidos). Sus colas hidrófobas se unen en la parte intermedia, en cambio las cabezas hidrófilas se orientan hacia el medio acuoso (intra y extracelular).

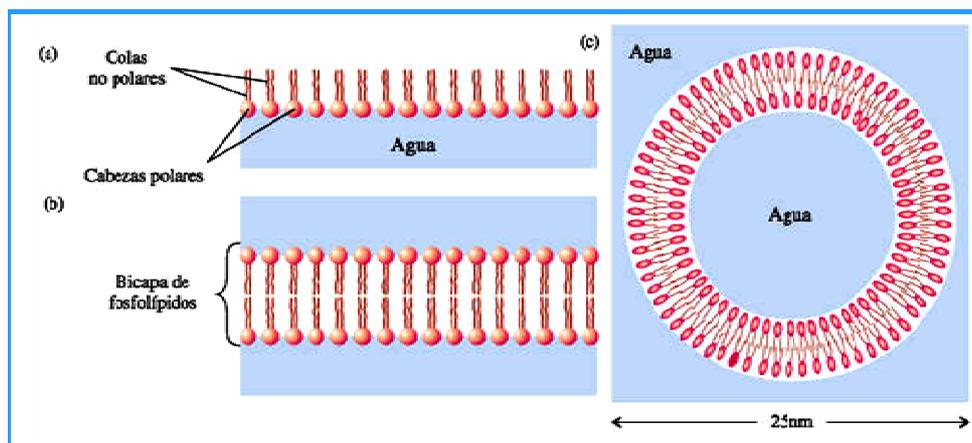


Figura 2.18. Comportamiento de los fosfolípidos en presencia de agua. (Modificado de Curtis H. Curtis Biología. 2008).

Los **esfingofosfolípidos** contienen esfingosina - un aminoalcohol de cadena larga unida a una molécula de ácido graso de cadena larga (formando ceramida), ácido fosfórico y una base nitrogenada (Figura 2.19). Estos compuestos son importantes constituyentes de la membrana en el tejido nervioso. Los **glucolípidos** se forman a partir de la ceramida que se une a un glúcido (Figura 2.20).

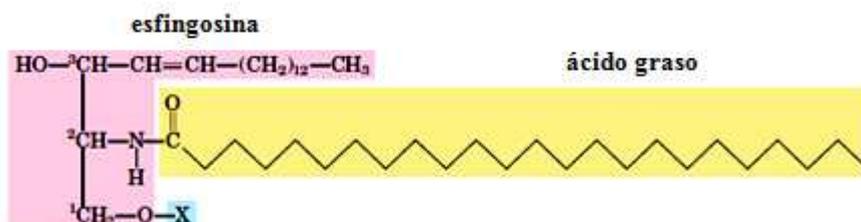


Figura 2.19. Estructura general de un esfingofosfolípido, donde X corresponde al grupo fosfato y a la base nitrogenada. (De Lehninger Principles of Biochemistry, 2004).

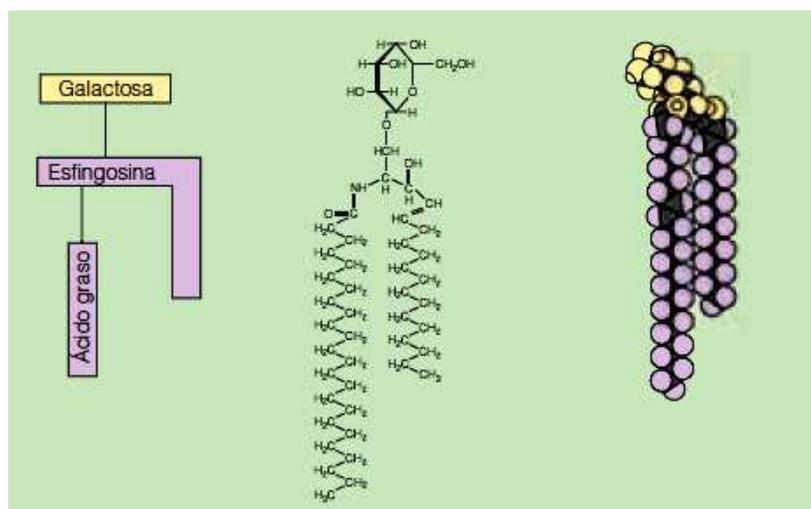


Figura 2.20. Estructura de un tipo de glucolípidido. (De Wayne M. Becker, Lewis J. Kleinsmith, Jeff Hardin. El mundo de la célula, 2007).

Esteroides

Aunque los esteroides se clasifican junto con los lípidos, su estructura es muy diferente. Tienen en común con los lípidos su escasa solubilidad en agua y alta solubilidad en solventes orgánicos. Estas sustancias tienen como base una estructura policíclica formada por tres anillos de seis átomos de carbono y un anillo de cinco carbonos denominado ciclo pentanoperhidrofenantreno, que es la base para la síntesis de numerosos compuestos (Figura 2.21).

Entre los compuestos que se sintetizan a partir del ciclo pentanoperhidrofenantreno podemos citar:

■ Hormonas esteroidales suprarrenales: participan en el metabolismo de los carbohidratos y en la retención y excreción de sodio y potasio.

■ 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 sexuales: controlan el desarrollo de los caracteres sexuales secundarios, el comportamiento sexual y la reproducción.

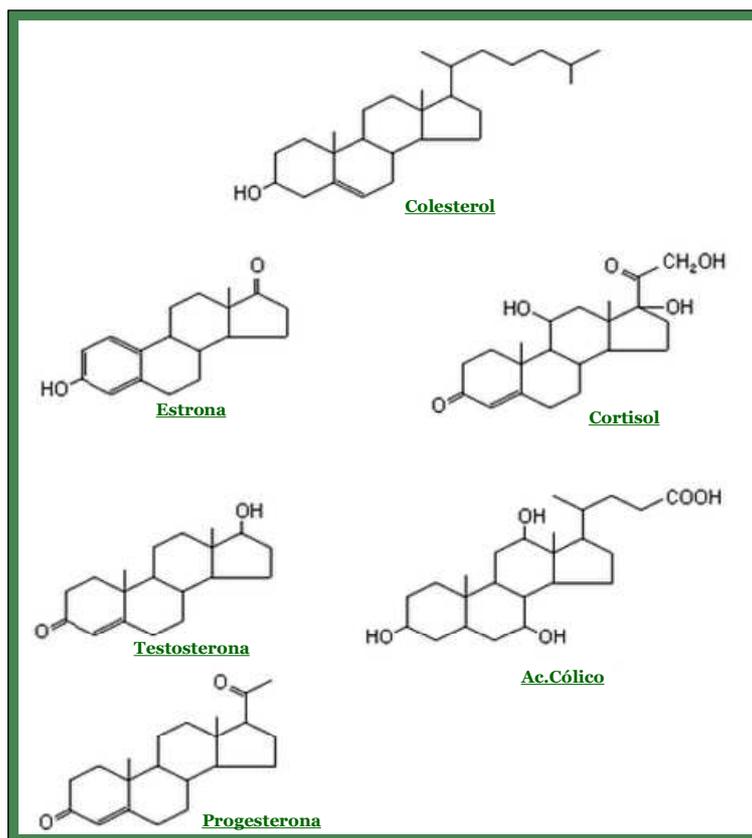


Figura 2.21. Moléculas esteroidales derivadas del ciclo pentanoperhidrofenantreno. (Modificado de Bioquímica de Lehninger. 1983).

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 2.22).

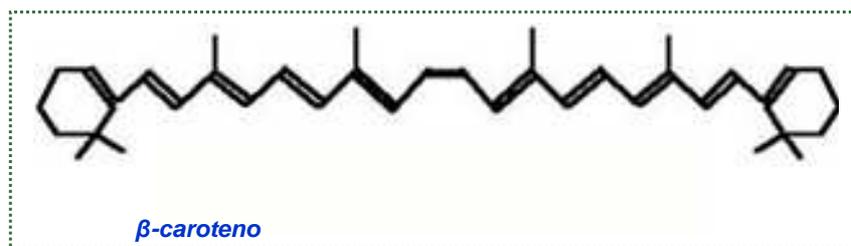


Figura 2.22. Estructura molecular del β- caroteno. (Modificado de Bioquímica de Lehninger. 1983).

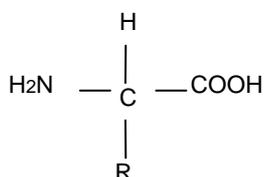
Proteínas

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.

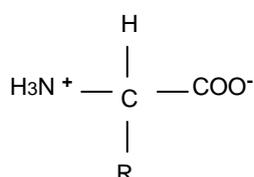
Composición de las proteínas

Se han aislado centenares de proteínas diferentes en forma pura y cristalina. Todas ellas contienen carbono, hidrógeno, nitrógeno y oxígeno, mientras que casi todas contienen azufre, algunas tienen elementos adicionales como fósforo, cinc, hierro y cobre. Los pesos moleculares de las proteínas son muy elevados, pero por hidrólisis ácida, las moléculas proteicas dan una serie de compuestos orgánicos sencillos de bajo peso molecular, los **aminoácidos**.

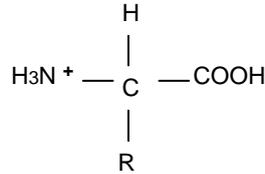
Todos los aminoácidos tienen la misma estructura fundamental: un grupo carboxilo terminal y un grupo amino terminal unidos a un mismo átomo de carbono al que también se le une un grupo R o cadena lateral, esta última difiere en todos los aminoácidos.



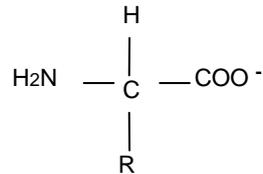
A pH neutro, se comportan como iones dipolares, porque el grupo amino y el carboxilo están ionizados.



En medio ácido se comportan como cationes:



En tanto que en medio alcalino se comportan como aniones:



Solamente se encuentran 20 aminoácidos diferentes como constituyentes básicos de las proteínas.

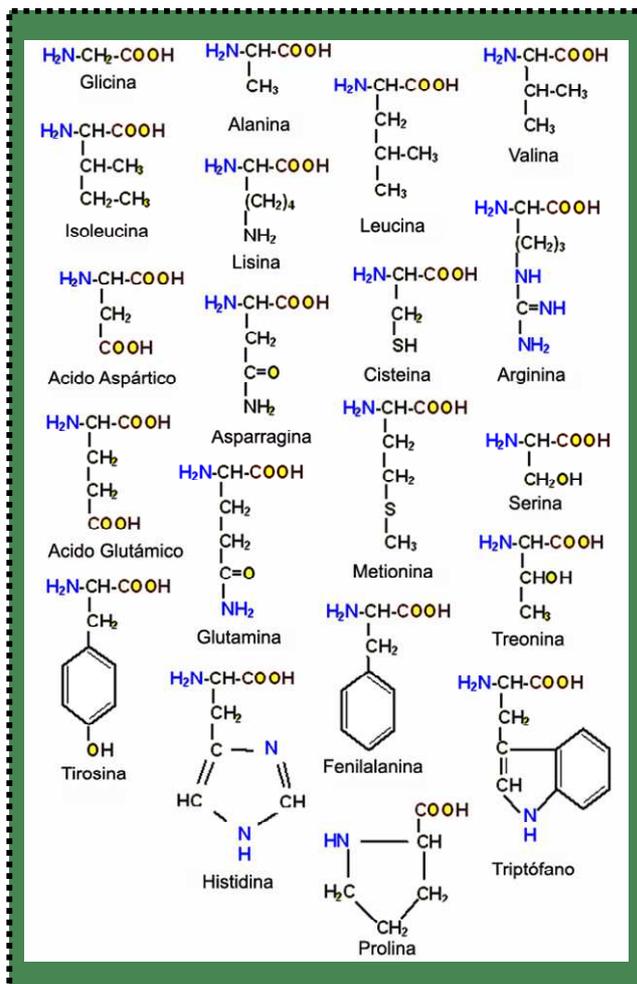


Figura 2.23. Fórmula química de los 20 aminoácidos constituyentes de proteínas. (Modificado de Bioquímica de Lehninger. 1983).

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 2.24).

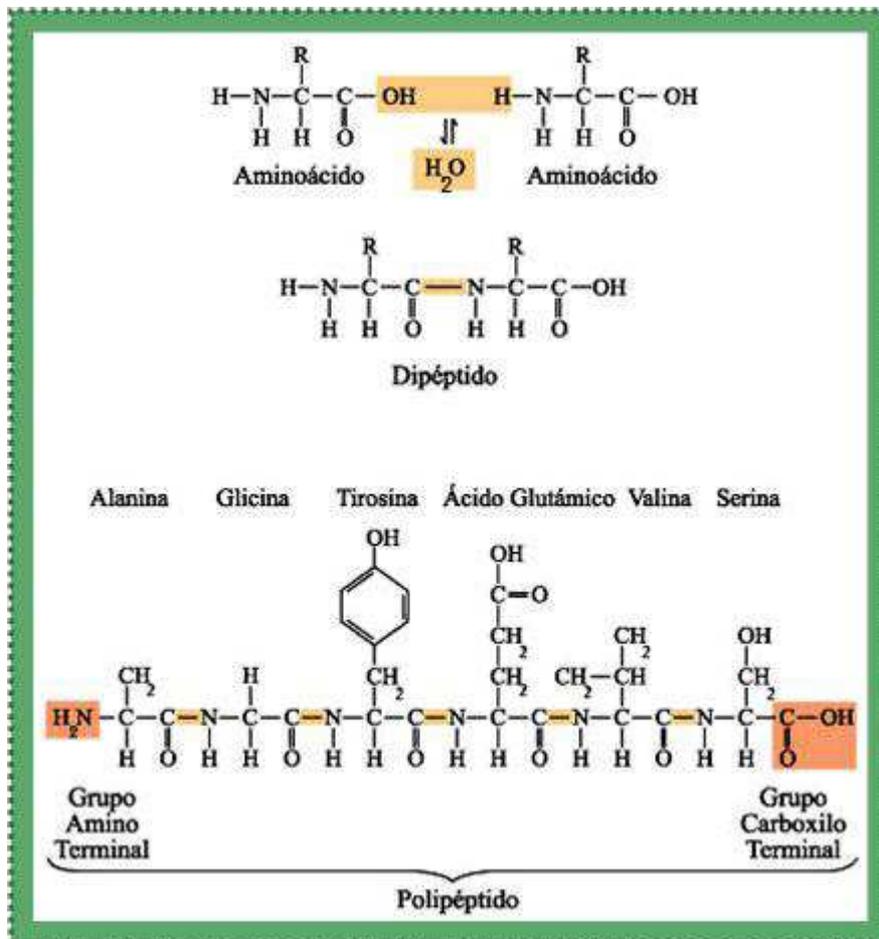


Figura 2.24. Enlace peptídico. Polipéptido. (De Curtis Biología Curtis y col. 2008).

Las cadenas polipeptídicas de las proteínas no son, sin embargo, 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.

Los **diferentes niveles de organización de la estructura proteica** se definen de la siguiente manera (Figura 2.25):

La **estructura primaria** es la secuencia lineal de aminoácidos según el ordenamiento establecido por el código genético.

La **estructura secundaria** se refiere a la disposición espacial que adoptan las cadenas polipeptídicas. Esta puede consistir en 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**, o en la estructura **β plegada** que consta de muchas cadenas extendidas en zigzag una al lado de la otra, unidas por puentes de hidrógeno que le otorgan rigidez.

La **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, interacciones iónicas, interacciones hidrofóbicas y puentes disulfuro.

La **estructura cuaternaria** está formada por varias cadenas plegadas que se mantienen unidas por puentes de hidrógeno y puentes disulfuro. A menudo las cadenas presentan un efecto cooperativo, 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.

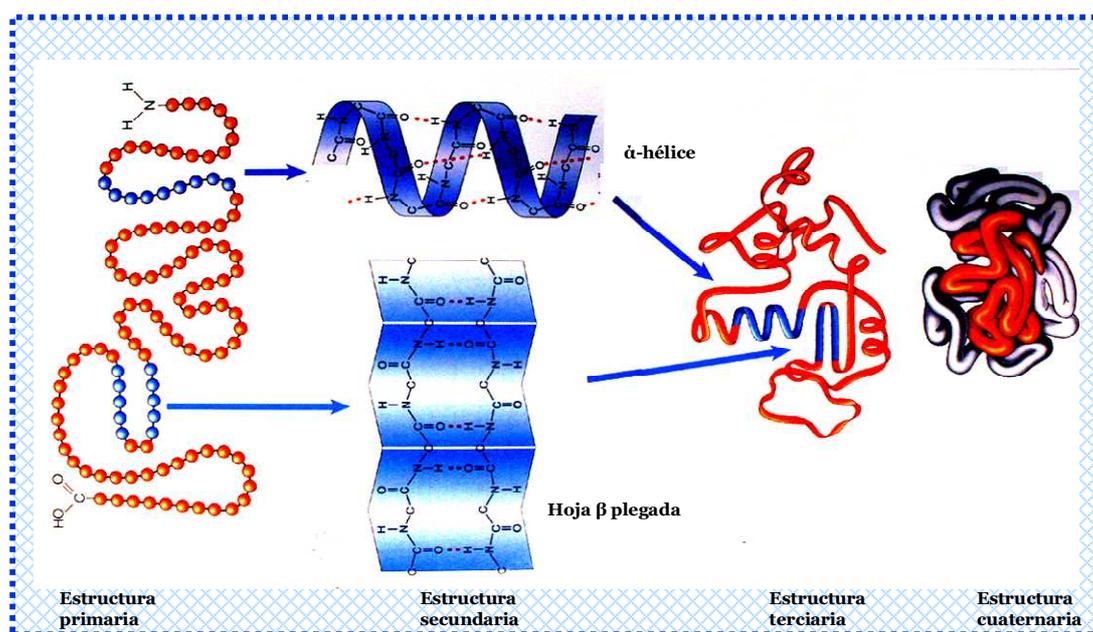


Figura 2.25. Niveles estructurales de una proteína. (De Guía teórico-práctica "Introducción a la Biología". Nueva Edit. Universitaria. UNSL. 2012).

Clasificación de las proteínas

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

Considerando la composición de las proteínas se pueden distinguir simples y conjugadas. Las **proteínas simples** son aquellas que por hidrólisis producen solamente aminoácidos. Contienen habitualmente 50% de carbono, 7% de hidrógeno, 23% de oxígeno, 16% de nitrógeno y de 0 a 3% de azufre.

Las **proteínas conjugadas** por hidrólisis 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, las proteínas se pueden clasificar en 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, la alfa queratina del pelo, cuernos, uñas, cuero y plumas y la elastina del tejido conjuntivo elástico. Las **proteínas globulares** 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. Ejemplos de proteínas globulares son: la mayoría de los enzimas, anticuerpos, algunas hormonas y muchas proteínas que desempeñan una función de transporte como la hemoglobina.

Desnaturalización

Muchas moléculas proteicas sólo retienen su actividad biológica dentro de una fluctuación muy limitada de temperatura y de pH. La exposición de proteínas solubles o globulares a pH extremos o a temperaturas elevadas, les hacen experimentar un cambio conocido como desnaturalización, el efecto más visible consiste, en un descenso de su solubilidad. Puesto que los enlaces químicos covalentes del esqueleto peptídico de las proteínas no se rompe durante este tratamiento relativamente suave, se ha llegado a la conclusión de que la estructura primaria permanece intacta. La mayor parte de las proteínas globulares experimentan el proceso de desnaturalización cuando se calientan por encima de 60 – 70 °C. La formación de un coágulo insoluble, blanco cuando se hierve la clara de huevo es un ejemplo común de desnaturalización térmica. La consecuencia más significativa de la desnaturalización es que las proteínas pierden su actividad biológica característica. Por ejemplo, al calentar los enzimas, suelen perder su capacidad catalítica. La desnaturalización consiste en el despliegue de la estructura nativa plegada característica, de la cadena polipeptídica de las moléculas de las proteínas globulares. Cuando la agitación térmica provoca que la estructura nativa plegada se desenrolle o se distienda, originando una cadena libremente ondulada, la proteína pierde su actividad. Aunque conserva su estructura primaria, ésta no es suficiente para mantener su función biológica. Este proceso no es

siempre irreversible, se han observado muchos casos en que una molécula desplegada recupera su forma nativa en el tubo de ensayo, en un proceso llamado renaturalización.

Si la proteína desnaturalizada fuese un enzima, puede también recuperar su actividad catalítica por renaturalización, sin ningún cambio en la especificidad en la reacción catalizada. Sin embargo, la renaturalización de una proteína desnaturalizada no restituye ninguna actividad biológica que no se hallase ya presente en la proteína original. Estos hechos indican, por tanto, que la secuencia de aminoácidos en la cadena polipeptídica contiene la información requerida para especificar su conformación plegada nativa y que ésta determina su actividad biológica.

Las proteínas poseen diversas funciones biológicas:

- **Funciones reguladoras**, 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.
- **Funciones defensivas**, en la formación de anticuerpos y factores de regulación que actúan contra infecciones o agentes extraños.
- **Funciones 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.
- **Función energética**, en caso de necesidad, aportando 4kcal por gramo de energía al organismo.
- **Funcionan como amortiguadores**, ayudando a mantener el pH de diversos medios como el plasma.
- **Actúan como catalizadores biológicos**, las enzimas representan la clase más amplia, se conocen cerca de dos millones de enzimas diferentes cada una de las cuales cataliza o acelera un tipo específico de reacción química. Su estructura nativa plegada responde a la conformación globular.
- **Funciones contráctiles**, la contracción muscular se realiza a través de proteínas contráctiles.
- **Función de resistencia**, formando la estructura del organismo y los tejidos de sostén y relleno como el conjuntivo (colágeno, elastina).
- Otra clase importante de proteínas desempeña la función de almacenar aminoácidos como elementos nutritivos para el embrión en crecimiento, o la caseína de la leche.

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

| Tipos | Ejemplos | Locación o función |
|---------------------------------|-----------------------|---------------------------------------|
| Enzimas | Ácido-graso-sintetasa | Cataliza la síntesis de ácidos grasos |
| Reserva | Ovoalbúmina | Clara de huevo |
| Transportadoras | Hemoglobina | Transporta el oxígeno de la sangre |
| Protectoras en la sangre | Anticuerpos | Bloquea a sustancias extrañas |
| Hormonas | Insulina | Regula el metabolismo de la glucosa |
| Estructurales | Colágeno | Tendones, cartílagos, pelos |
| Contráctiles | Miosina | Constituyente de fibras musculares |

Cuadro 2.7. Ejemplos de proteínas. (De Guía teórico-práctica "Introducción a la Biología". Nueva Edit. Universitaria. UNSL. 2012).

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 localizaciones celulares.

Desde el punto de vista estructural, los nucleótidos son las unidades monómeras de los ácidos nucleicos. Así como un tipo de molécula proteica se distingue de otra por la secuencia de las cadenas laterales características o grupos R de los aminoácidos monómeros, cada tipo de ácido nucleico se distingue por la secuencia de las bases heterocíclicas características de sus monómeros nucleotídicos.

La función de los ácidos nucleicos, no se reduce a contener toda la información genética de un organismo vivo, sino que también presentan secuencias regulatorias que controlan la expresión de las diferentes genes, por sí mismas o a su vez controladas por otras moléculas (hormonas, factores de crecimiento, señales químicas en general); asimismo hay ácidos nucleicos implicados en la transmisión y procesado de la información genética y también ácidos nucleicos con funciones catalíticas (ribozimas).

Nucleótidos

Las unidades monómeras de los ácidos nucleicos se denominan nucleótidos. Cada nucleótido contiene tres componentes característicos: 1) una base nitrogenada heterocíclica, que es un derivado de la purina o de la pirimidina, 2) un azúcar pentosa y 3) una molécula

de ácido fosfórico. La pentosa está unida a la base por un enlace establecido entre el átomo de carbono 1 de la pentosa y un átomo de nitrógeno de las bases purínicas o pirimidínicas.

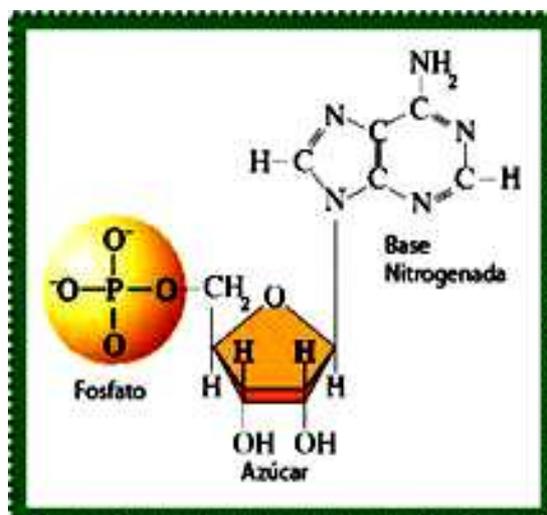


Figura 2.26. Nucleótido. (De Curtis Biología. Curtis H. y col. 2008).

El grupo fosfato de los nucleótidos se halla unido mediante enlace éster al átomo de carbono 5 de la pentosa (Figura 2.26). Cuando el grupo fosfato de un nucleótido se separa por hidrólisis, la estructura residual recibe el nombre de nucleósido. Por tanto, los nucleótidos son los 5'-fosfatos de los nucleósidos correspondientes. Los nucleótidos se unen entre sí por uniones fosfodiéster que se producen entre la pentosa de un nucleótido y el fosfato unido a la pentosa del nucleótido siguiente, formándose una cadena.

Ácido desoxirribonucleico

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. Los componentes del ADN son cuatro desoxirribonucleótidos diferentes, que difieren entre sí solamente por sus bases nitrogenadas, de las cuales reciben el nombre. Las cuatro bases características de los 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 de hidrógeno, establecidos entre los pares de bases, los puentes de 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 de hidrógeno, y entre las C y las G, tres (Figura 2.27). El azúcar de estos desoxirribonucleótidos es la D-desoxirribosa.

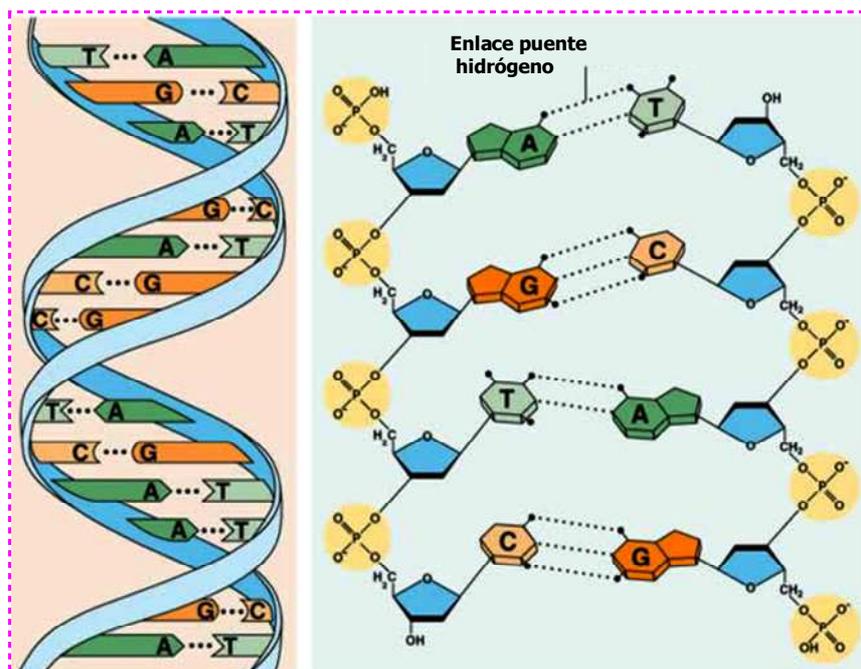


Figura 2.27. Conformación del ADN. Enlaces puente de hidrógeno entre las cadenas de nucleótidos. (Modificado de Recombinant DNA. Watson J. y col. 1998).

Ácido ribonucleico

El ARN está formado por una única cadena de nucleótidos. Los componentes principales de los ARN son cuatro ribonucleótidos diferentes; contienen las bases purínicas adenina y guanina, y las bases pirimidínicas citosina y uracilo. Como azúcar, este ácido nucleico contiene una pentosa, la D-ribosa. Podemos distinguir tres tipos diferentes de ARN (Figura 2.28):

- **ARN mensajero (ARNm):** 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 los ribosomas donde actúa como molde que ordena los aminoácidos en la cadena proteica en formación.
- **ARN ribosómico (ARNr):** es el más abundante (80% del total del ARN), se encuentra junto a las proteínas ribosómicas constituyendo ribosomas. El ARN ribosómico recién sintetizado es empaquetado con proteínas ribosómicas, dando lugar a las subunidades del ribosoma. 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. La única hebra de la que consta la molécula puede presentar zonas de estructura secundaria gracias a los enlaces puente de hidrógeno que se forman entre bases complementarias, lo que permite que se formen una serie de brazos, bucles o asas. Su función es la de captar aminoácidos en el citoplasma uniéndose a ellos y transportándolos hasta los ribosomas, donde se lleva a cabo la síntesis de una proteína.

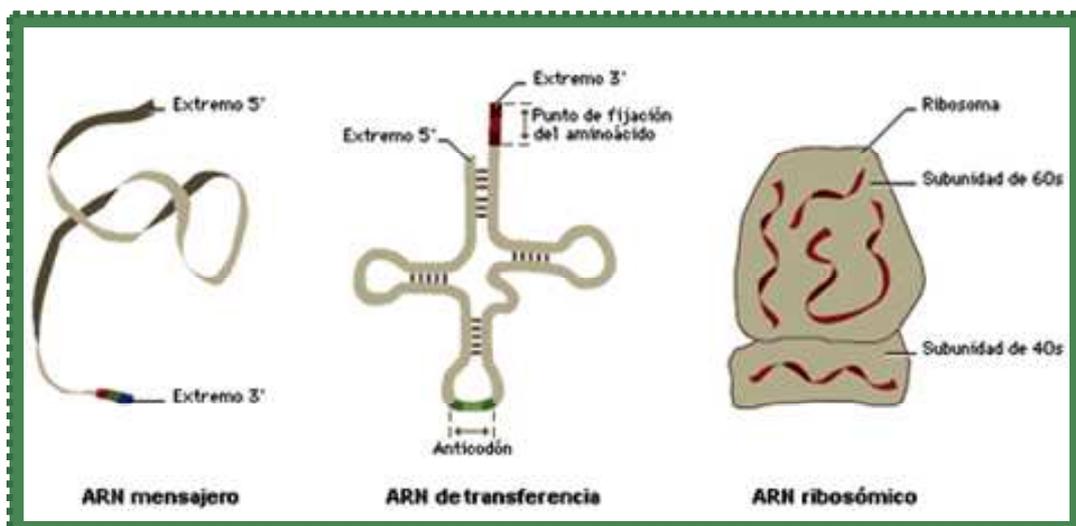


Figura 2.28. Diferentes tipos de ARN. (De Curtis Biología. Curtis H. y col. 2008).

| | ADN | ARN |
|--------------------------------------|---|---|
| Diferencias estructurales | La estructura es de doble cadena que le confiere mayor protección a la información que contiene | La estructura es monocatenaria, aunque puede presentarse en forma lineal como el ARNm o en forma plegada tal como el ARNr y el ARNt |
| Diferencias en la composición | Azúcar: D-desoxirribosa Bases nitrogenadas: <ul style="list-style-type: none"> ▪ Adenina Guanina ▪ Timina Citosina | Azúcar: D-ribosa Bases nitrogenadas: <ul style="list-style-type: none"> ▪ Adenina Guanina ▪ Uracilo Citosina |
| Diferencias en la función | Almacenar, conservar, transmitir y regular la expresión de la información genética | Articular los procesos de expresión de la información genética del ADN en las síntesis de las proteínas |

Cuadro 2.8: Diferencias entre ADN y ARN. (De Guía teórico-práctica "Introducción a la Biología". Nueva Edit. Universitaria. UNSL. 2012).

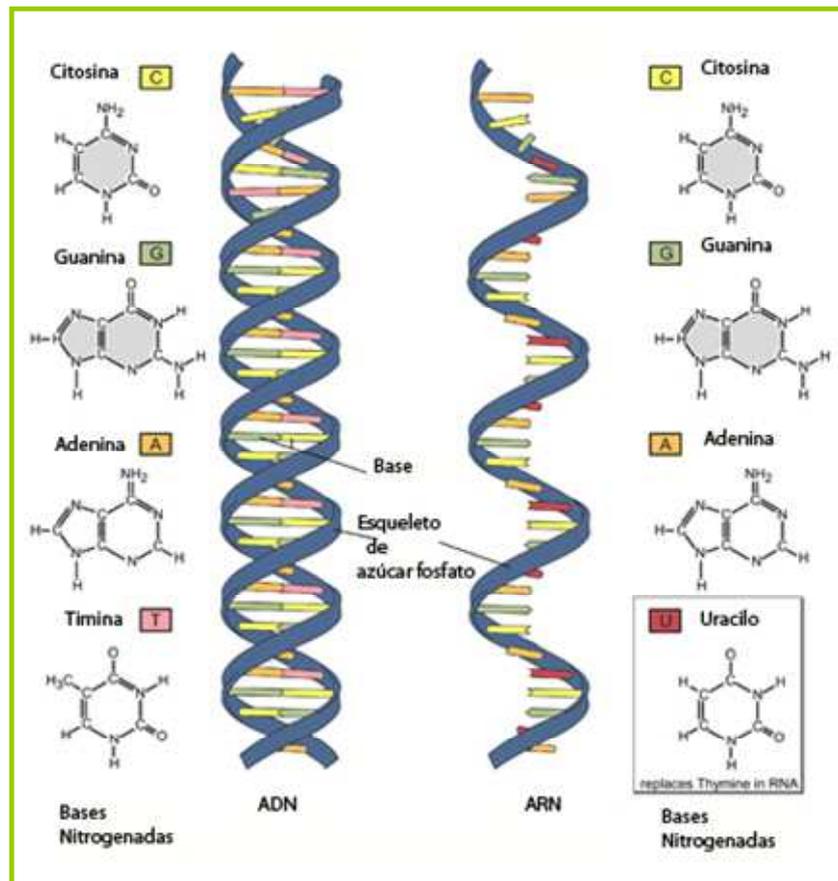


Figura 2.29. Diferencias entre el ADN y el ARN. (Modificado de Recombinant DNA .Watson J. y col. 1998).

El flujo de la información genética

Transcripción y traducción

La **transcripción** del ADN es el primer proceso en la transferencia de la información contenida en la secuencia de nucleótidos del ADN, hacia la secuencia de aminoácidos de una proteína, utilizando como intermediarios a los distintos tipos de ARN (Figura 2.30). Durante la transcripción genética, las secuencias de ADN son copiadas a ARN en forma complementaria, mediante una enzima llamada ARN polimerasa, la cual sintetiza un ARN mensajero que mantiene la información de la secuencia del ADN.

La **traducción** es el proceso que convierte una secuencia de ARNm en una cadena de aminoácidos para formar una proteína. En este proceso intervienen también el ARNr y el ARNt. En la traducción, el ARN mensajero se decodifica para producir un polipéptido específico de acuerdo con las reglas dictadas por el código genético. El **código genético** define la relación entre secuencias de tres nucleótidos, llamadas codones y, aminoácidos. De ese modo, cada codón (secuencia de tres nucleótidos consecutivos en una molécula de

ARNm determinada por sus bases nitrogenadas, que especificará la posición de un aminoácido en una proteína) se corresponde con un aminoácido específico (Figura 2.31).

Una característica importante del código genético es que es universal. Es decir, con pequeñas excepciones, prácticamente todas las especies usan el mismo código genético para la síntesis de proteínas.



Figura 2.30. Flujo de la información genética. Del ADN a la proteína. (De <http://www.genomasur.com/lecturas/Guia11.htm>).

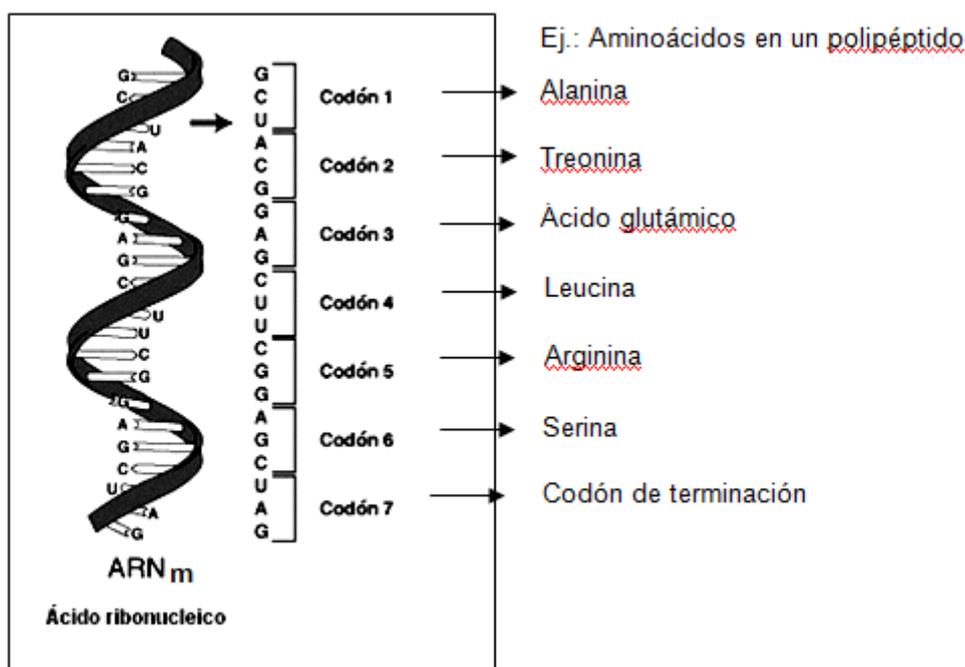


Figura 2.31. Codones en el ARNm. Cada uno se corresponde con un aminoácido específico. (Modificado de <http://www.genomasur.com/lecturas/Guia11.htm>).

ACTIVIDADES

1. Dé ejemplos de dos elementos químicos biogénicos de cada grupo, indicando sus funciones en los seres vivos.
2. Dibuje la molécula de agua y marque las zonas con carga positiva y negativa. ¿Cuáles son las consecuencias de la polaridad de la molécula de agua? ¿De qué manera estos efectos son importantes para los seres vivos?

3. Responda ¿Cómo benefician a los seres vivos el alto calor específico y el alto calor de vaporización del agua?

4. Seleccione la opción correcta ¿Cuál de las siguientes soluciones tiene la mayor concentración de iones hidrógeno $[H^+]$?

- A. jugo de limón pH 2
- B. vinagre pH 3
- C. jugo de tomate pH 4
- D. orina pH 6
- E. agua de mar pH 8

5. Uno de los sistemas buffer que contribuyen a la estabilidad del pH en la sangre humana es el que está compuesto por el ácido carbónico (H_2CO_3). Éste es un ácido débil que se disocia en iones bicarbonato (HCO_3^-) y un ión de hidrógeno (H^+) mediante la siguiente reacción: $H_2CO_3 \rightleftharpoons HCO_3^- + H^+$.

Si el pH de la sangre disminuye, el sistema buffer reaccionará de una de las siguientes formas:

- A. una disminución en la concentración de H_2CO_3 y un aumento en la concentración de HCO_3^- .
- B. sólo disminuyendo la concentración de H_2CO_3 .
- C. sólo aumentando la concentración de iones bicarbonato (HCO_3^-).
- D. el HCO_3^- actuando como una base (aceptor de protones) y eliminando el exceso de H^+ con la formación de H_2CO_3 .
- E. el HCO_3^- actuando como un ácido (cediendo protones) y eliminando el exceso de H^+ con la formación de H_2CO_3 .

6. El átomo de carbono posee propiedades químicas que lo habilitan como un elemento adecuado para constituir un esqueleto de moléculas de gran tamaño. Identifique cuáles son esas propiedades químicas y qué características generan en el carbono.

7. Defina químicamente a un carbohidrato. ¿Cómo se pueden clasificar los carbohidratos de acuerdo al número de unidades de azúcar? ¿Cuál es su importancia biológica?

8. Entre los monosacáridos de gran importancia biológica podemos citar ejemplos de (justifique):

Hexosas:,.....

Pentosas:,.....

9. Mencione dos disacáridos y diga qué moléculas los componen.

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

11. Diferencie entre los siguientes términos: monómeros / polímeros; enlace α / enlace β ; monosacáridos/ oligosacáridos; polisacárido estructural / polisacárido de reserva.

12. Defina "lípidos" y mencione ejemplos.

13. Los lípidos desempeñan numerosas funciones biológicas que derivan de determinadas propiedades químicas. Seleccione dos funciones que los lípidos desempeñan en los seres vivos y explique qué propiedades químicas los habilitan para las mismas.

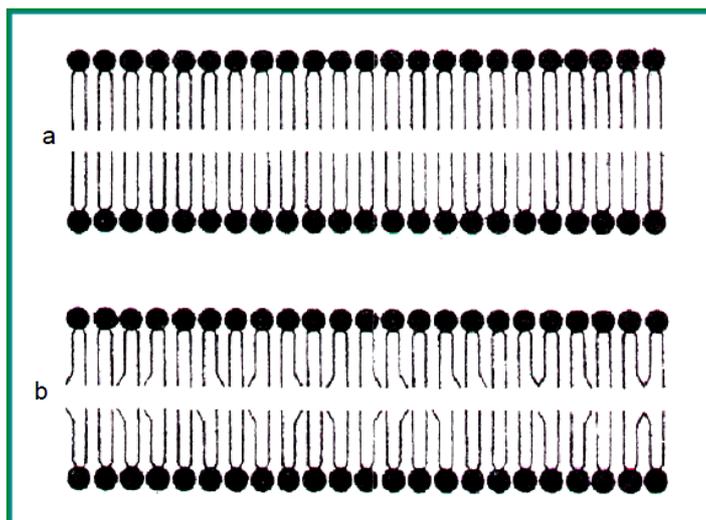
14. Esquematice un fosfolípido, señale sus partes e indique cuál es su composición y propiedades.

15. Mencione la importancia biológica de:

- Triglicéridos
- Fosfolípidos
- Esteroides

16. Las membranas biológicas tienen una estructura básica que está organizada en una bicapa de fosfolípidos. En la siguiente figura se esquematizan dos bicapas de fosfolípidos (a y b):

- ¿Qué diferencia estructural observa entre las membranas a y b?
- ¿Qué ocurriría con las membranas a y b si se incorpora colesterol? ¿Por qué?



17. Esquematice un aminoácido y señale los grupos funcionales que presenta.

18. Defina los siguientes términos: unión peptídica, polipéptido, glucoproteínas, lipoproteínas.

19. ¿Cuáles son los niveles de la estructura proteica? Defina cada uno de ellos y esquematícelos.

20. Complete el siguiente cuadro comparativo entre las proteínas fibrosas y las globulares.

| | Proteínas fibrosas | Proteínas globulares |
|----------------------------|---------------------------|-----------------------------|
| Estructura | | |
| Solubilidad en agua | | |
| Función | | |
| Ejemplos | | |

21. Al exponerla al calor, la clara de huevo líquida se vuelve sólida. ¿Cómo se denomina el proceso producido por el calor?, ¿es este un proceso reversible? Investigue si el agregado de un ácido a la clara de huevo podría producir el mismo efecto.

22. ¿Qué son los nucleótidos y cuáles son sus componentes? ¿Qué diferencias existen entre un nucleótido y un nucleósido?

23. Describa cómo está conformado un ácido nucleico.

24. ¿Cuáles son las diferencias estructurales y funcionales entre ADN y ARN?

25. El ADN se compone de dos cadenas nucleotídicas enrolladas en una doble hélice muy estable. Indique a qué se debe su estabilidad.

26. Coloque verdadero (V) o falso (F) según corresponda. En caso de ser falso justifique su respuesta.

a) Los ácidos nucleicos son polímeros de nucleósidos.

.....

b) Las bases púricas citosina, adenina y guanina son compuestos bicíclicos.

.....

c) Adenina y Timina se unen por doble enlace puente de hidrógeno.

.....

d) El ARN mensajero está constituido por polinucleótidos y aminoácidos.

.....

e) El azúcar de los ácidos nucleicos es la D-ribosa.

.....

f) En los ácidos nucleicos los nucleótidos se unen mediante uniones fosfodiéster.

.....

g) El ARN transferencial está presente en la estructura de organelas tales como ribosomas.

.....

27. Dada la siguiente secuencia de una cadena de ADN:

a) Construya la cadena complementaria de la molécula de ADN, indicando además el tipo de enlace que se establece entre las bases.

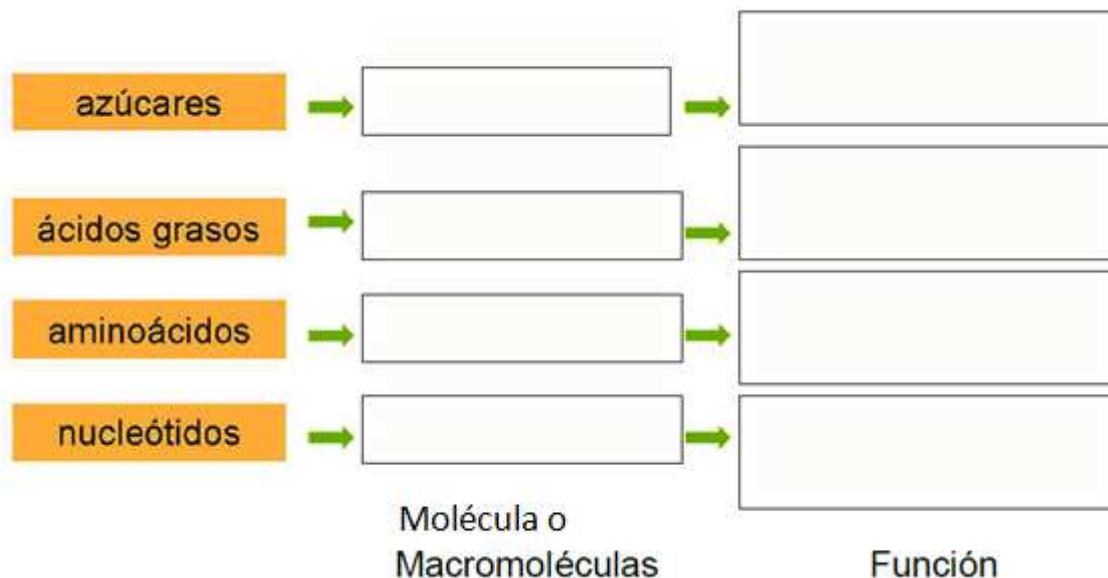
b) Construya la cadena de ARN que se sintetizaría a partir de la lectura de esta cadena.

..... ADN Complementario

A - T - T - G - G - G - G - A - A - A - C - T - T - C - G - A - T CADENA DE ADN

..... ARN

28. Teniendo en cuenta el contenido de esta unidad, complete el siguiente diagrama.



BIBLIOGRAFÍA

- Curtis H., Barnes S., Schnek A., Flores G., (2000), *Biología*. Buenos Aires, Argentina. Ed. Médica Panamericana.
- Curtis H., Barnes S., Schnek A., Massarini A., (2008), *Curtis Biología*. Buenos Aires, Argentina. Editorial Médica Panamericana.
- Campbell N., Reece J., (2007), *Biología*. Buenos Aires, Argentina. Editorial Médica Panamericana.
- Villée C., Solomon E., Berg L., Martin D., (1998), *Biología de Villee*. México D.F. Editorial McGraw-Hill Interamericana.
- Cox M., Nelson D., (2001), *Lehninger. Principios de Bioquímica*. Ediciones Omega.
- Salinas E., Sánchez S., Gil A., (2012), *Guía teórico-práctica "Introducción a la Biología"*. Nueva Edit. Universitaria. UNSL.

TEMA 3

CARACTERÍSTICAS DE LOS SERES VIVOS

Objetivos

- Conocer las características de los sistemas vivos e inertes para poder establecer sus diferencias.
- Describir las propiedades que caracterizan a la materia viva.
- Enumerar secuencialmente los niveles de organización biológica.
- Diferenciar reacciones catabólicas y anabólicas, exergónicas y endergónicas.
- Distinguir entre nutrición heterótrofa y autótrofa.
- Reconocer los diferentes tipos de movimientos en los seres vivos.
- Diferenciar entre reproducción sexual y asexual.
- Caracterizar el crecimiento y el desarrollo.
- Comprender el concepto de excitabilidad para valorar su importancia en los fenómenos biológicos.
- Estudiar la homeostasis como mecanismo fundamental de regulación en los seres vivos.
- Comprender el concepto de adaptación.

¿Qué caracteriza a los seres vivos?

La ciencia moderna no considera dentro de su ámbito, a la vieja doctrina vitalista, que sostenía que los seres vivos estaban dotados de una misteriosa "fuerza vital" de naturaleza no material (y por lo tanto espiritual) que les confería el atributo de la vida. Cuando se examinan aisladamente las moléculas que forman parte de la materia viva, éstas se ajustan a todas las leyes físicas y químicas que rigen el comportamiento de la materia inerte. Sin embargo, todos los organismos vivos poseen, pese a su diversidad, propiedades o características que no exhiben las simples acumulaciones de materia inanimada y que resultan de la mutua interacción entre sus constituyentes.

Las propiedades que caracterizan a todos los seres vivos son:

1. Organización específica. Los organismos vivos son sistemas altamente organizados, que poseen una organización jerárquica en niveles, cuyas propiedades distintivas exceden a la suma de sus partes componentes.

- 2. Metabolismo.** Conjunto de reacciones químicas que les permiten a los organismos obtener y transformar materia y energía.
- 3. Movimiento.** Los seres vivos pueden desplazar su cuerpo completo (locomoción) o alguna parte de él, y transportar materiales en su interior.
- 4. Reproducción.** Los seres vivos son capaces de originar descendencia mediante la reproducción.
- 5. Desarrollo y crecimiento.** El desarrollo es un proceso que incluye todos los cambios que ocurren durante la vida de un organismo; el crecimiento abarca los procesos que aumentan la cantidad de materia viva.
- 6. Excitabilidad.** Capacidad de responder a estímulos.
- 7. Homeostasis.** Capacidad de conservar su medio interno estable, incluso si el ambiente externo se modifica.
- 8. Adaptación.** Los organismos poseen características estructurales, fisiológicas o de comportamiento que les permiten el éxito reproductivo y la supervivencia de las poblaciones en ambientes particulares.

Organización específica

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 la **vida**.

Cada nivel de organización incluye a los niveles inferiores y forma parte, a su vez, de los niveles superiores. Y lo que es más importante, cada nivel se caracteriza por poseer propiedades que aparecen en ese nivel y no existen en el anterior y son llamadas **propiedades emergentes**. Así, 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 tiene propiedades diferentes, de aquellas que caracterizan a las moléculas que la forman y un organismo multicelular tiene propiedades nuevas y diferentes a las de sus células y tejidos. De todas las propiedades emergentes, la más maravillosa es la que surge en el nivel de una célula individual y esa es **la vida**.

Los niveles de organización siguen un orden jerárquico que va de menor a mayor complejidad y que posee requerimientos energéticos crecientes. En la materia viva existen varios grados de complejidad que se ven expresados en la diversidad de formas vivientes y sus asociaciones.

Niveles químicos

Son los niveles más básicos de organización de la materia, e incluyen: las partículas subatómicas, los átomos, las moléculas, las macromoléculas y los complejos macromoleculares (Figura 3.1):

Partículas subatómicas. Son los protones, neutrones y electrones.

Átomo. Es la unidad mínima de un elemento químico. Ejemplos: Sodio (Na), C (carbono), O (oxígeno), K (potasio), H (hidrógeno).

Molécula. Conjunto de átomos que se combinan químicamente. Ejemplos: O₂ (molécula de oxígeno), H₂ (molécula de hidrógeno), CO₂ (dióxido de carbono), H₂O (agua).

Macromolécula. Molécula de gran tamaño (alto peso molecular). Ejemplos: proteínas, ácidos nucleicos, polisacáridos.

Complejo macromolecular. Agregado de macromoléculas que cumplen una función específica. Ejemplos: mitocondrias, cloroplastos, núcleo, membrana plasmática.

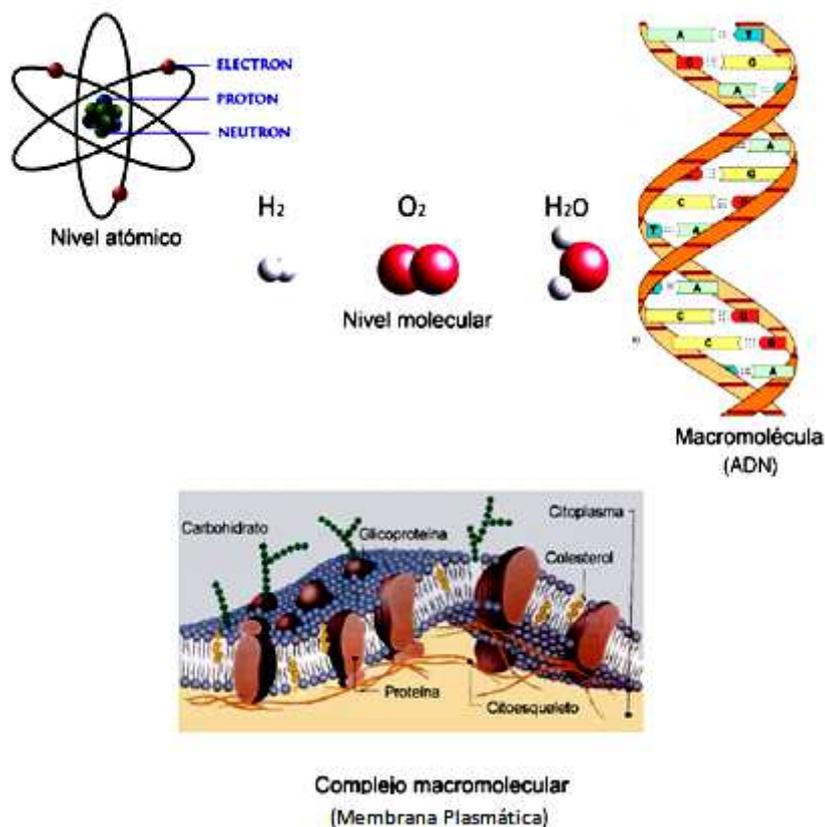


Figura 3.1. Niveles Químicos: partículas subatómicas, átomos, moléculas, macromoléculas, complejo macromolecular. (De [http:// biologiacampmorvedre.blogspot.com.ar/2013/02/bloqu-ii.html](http://biologiacampmorvedre.blogspot.com.ar/2013/02/bloqu-ii.html). Modificado por S. Sánchez).

Niveles biológicos

Comprenden las células, los tejidos, los órganos, los sistemas de órganos y al organismo (Figura 3.2):

Célula. Unidad estructural y funcional de todos los seres vivos, es el primer nivel que posee vida. Se han descrito dos tipos de organizaciones celulares, la célula procariota y la célula eucariota. Es importante tener en cuenta que hay organismos unicelulares que sólo llegan a este nivel de organización, por ejemplo las bacterias (organismos procariotas unicelulares), los protozoos y las levaduras (organismos eucariotas unicelulares).

Dentro de las células eucariotas podemos encontrar distintos tipos: células nerviosas, sanguíneas, epiteliales, etc.

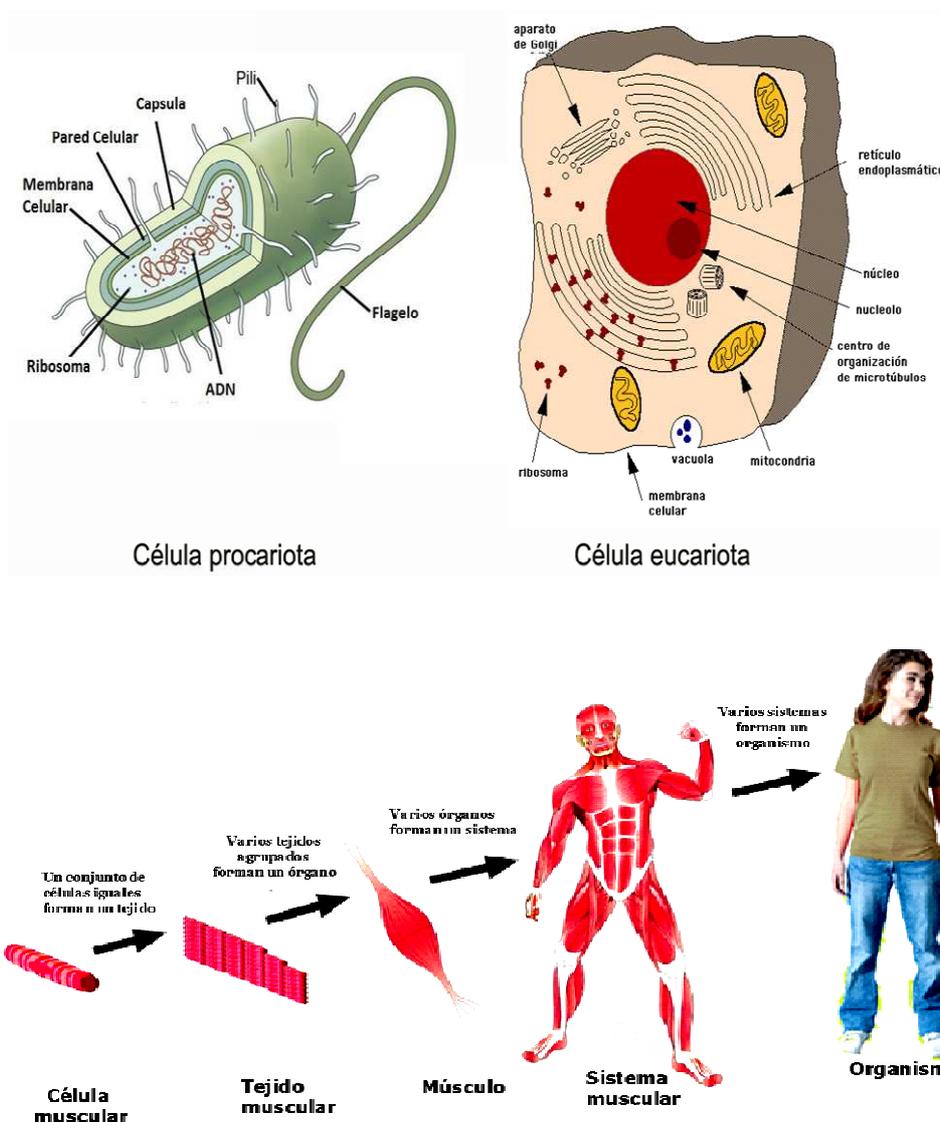


Figura 3.2. Niveles Biológicos: tipos celulares (procariota y eucariota), célula, tejido, órgano, sistema de órganos y organismo. (De <http://www.areaciencias.com/biologia/organizacion-seres-vivos.html>. Modificado por S. Sánchez).

Tejidos. En la mayoría de los organismos pluricelulares, las células se organizan en tejidos que llevan a cabo funciones particulares. En animales podemos nombrar: tejido nervioso, sanguíneo, epitelial. En vegetales, tejido meristemático, tejido conductor, entre otros. Existen organismos pluricelulares que llegan sólo a este nivel de organización, como por ejemplo los celenterados (medusas, anémonas de mar, corales, hidra).

Órganos. Están formados por un conjunto de tejidos, que agrupados cumplen una función específica. En animales: hueso, estómago, hígado, pulmón, etc. En vegetales: hoja, flor, raíz, etc.

Sistemas de órganos. Están constituidos por conjuntos de órganos y tejidos. Los sistemas de órganos trabajan en forma integrada y desempeñan una función particular, por ejemplo, en animales el sistema nervioso o el sistema óseo, y en vegetales el sistema radicular y el sistema caulinar.

Organismos. Existen organismos unicelulares y pluricelulares; la diferencia entre ellos reside en el nivel de organización que alcanzan. Un organismo pluricelular está constituido por distintos sistemas de órganos que funcionan juntos de manera coordinada y con gran precisión.

Niveles ecológicos

Quando los organismos interactúan entre sí y con el medio ambiente, surgen niveles de organización más complejos (Figura 3.3):

Población. Es el conjunto de individuos de la misma especie, que habitan en una misma zona y en un momento determinado.

Comunidad. Conformada por diferentes poblaciones que interactúan entre sí y que habitan en un ambiente común y en un tiempo determinado. Constituyen los componentes bióticos de los ecosistemas.

Ecosistema. Comunidad de seres vivos, en interacción con componentes y factores abióticos. En un ecosistema, fluye la energía y circula la materia. Puede ser tan pequeño como un estanque o tan grande como las praderas. El mayor ecosistema es el planeta Tierra.

Biosfera. Es la suma de todos los seres vivos, tomados en conjunto con su medio ambiente. En esencia, es el lugar del planeta Tierra donde ocurre la vida, abarca desde las alturas de la atmósfera hasta el fondo de los océanos y hasta los primeros kilómetros de la superficie del suelo.

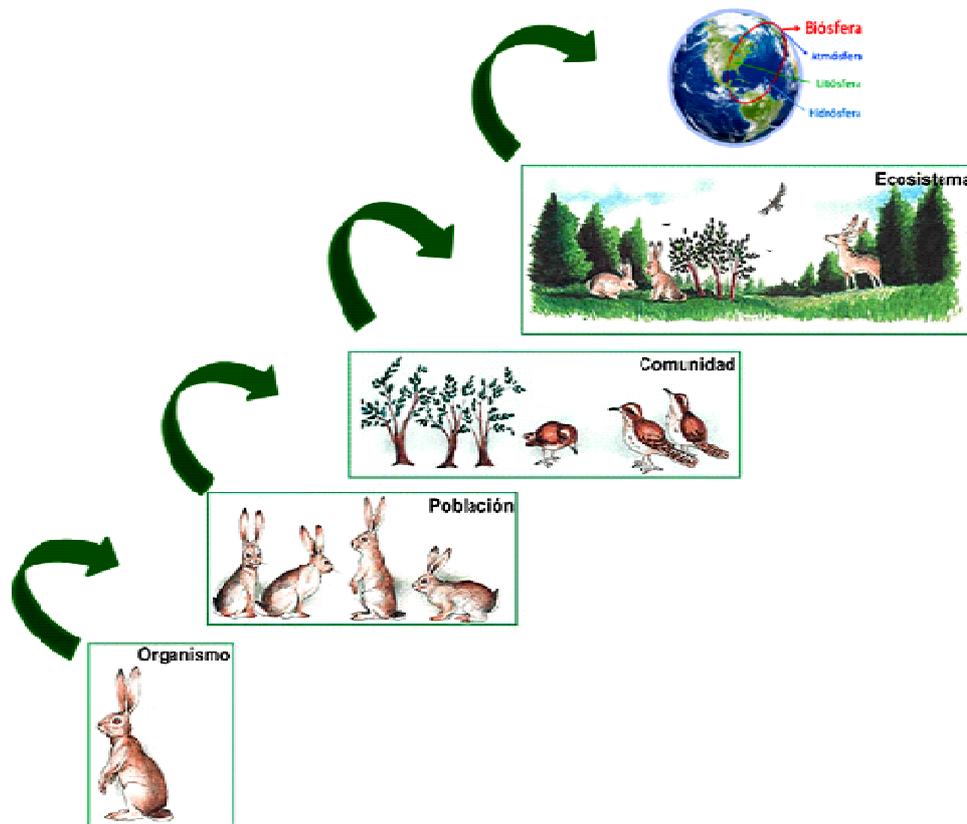


Figura 3.3. Niveles Ecológicos: población, comunidad, ecosistema, biósfera. (De <https://www.blogdebiologia.com/ecologia.html>).

Metabolismo

La organización específica que poseen los seres vivos es mantenida por el continuo aporte de materia y energía que adquieren del medio externo. Los procesos de obtención y transformación de materia y energía se realizan mediante numerosas reacciones químicas distintas, que en su conjunto reciben el nombre de **metabolismo**. Éste 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 reacciones metabólicas ocurren continuamente en los seres vivos.

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, las degradan hasta obtener moléculas más simples y utilizan éstas para sintetizar sus propias biomoléculas.

Las reacciones metabólicas se dividen a en dos grandes grupos, según sinteticen o degraden sustancias:

- **Catabólicas:** son reacciones de degradación de macromoléculas para obtener moléculas muy simples, implican la ruptura de enlaces químicos con liberación de energía, por lo que son también denominadas **reacciones exergónicas**. Ejemplos: respiración celular, glucólisis, degradación de lípidos.
- **Anabólicas:** son reacciones de síntesis de macromoléculas a partir de compuestos simples. Estas reacciones implican la formación de nuevos enlaces químicos, lo que requiere el aporte de energía, por lo que son también denominadas **reacciones endergónicas**. Ejemplos: fotosíntesis, síntesis de proteínas, síntesis de lípidos.

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

- la división de su interior en **compartimentos**, en cada uno de los cuales se lleva a cabo un conjunto de reacciones específicas (organelas).
- la utilización de **catalizadores**, que son proteínas sintetizadas por ellas mismas, denominadas enzimas.

Muchas de las reacciones que se llevan a cabo en las células son reacciones endergónicas y obtienen la energía que requieren, “acoplándose” a una reacción exergónica. Habitualmente, el acoplamiento se realiza indirectamente, a través de intermediarios que pueden almacenar energía en forma transitoria. Uno de los intermediarios energéticos más utilizados por las células es el Adenosin Trifosfato (ATP) (Figura 3.4).

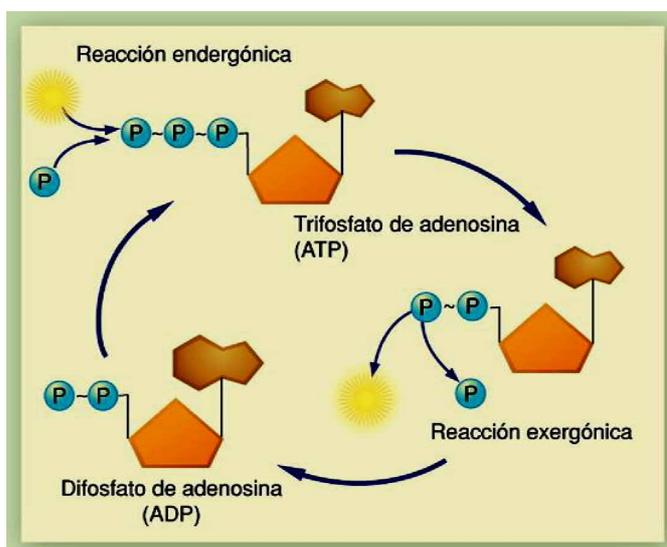


Figura 3.4. El ATP, intermediario que conduce la energía de una reacción a otra. (De Curtis y col. Curtis H. Biología 2008).

En resumen, en la célula se llevan a cabo reacciones exergónicas, donde se libera energía para los procesos que la requieran. La energía es transportada hacia donde se necesita por intermediarios, principalmente ATP, que pueden cederla rápidamente. El ATP sirve de vínculo celular común entre las reacciones exergónicas (reacciones catabólicas) y endergónicas (reacciones anabólicas).

En el mundo biológico, la fuente primaria de energía es la radiante, proveniente del sol (energía luminosa), la cual sólo puede ser usada por las células fotosintéticas, de algunas bacterias, de las algas y de los vegetales. Estos organismos captan la energía radiante de la luz solar y la emplean para convertir compuestos simples como el H_2O y el CO_2 en compuestos orgánicos complejos, con liberación de oxígeno. Cuando las plantas, los animales u otros organismos eucariotas o procariotas necesitan la energía almacenada en estas moléculas orgánicas, se llevan a cabo reacciones catabólicas (respiración celular) de las que se obtienen moléculas de ATP, que pueden ser utilizadas de manera inmediata en la realización de distintos trabajos biológicos (correr, crecer, desarrollarse, etc.) (Figura 3.5).

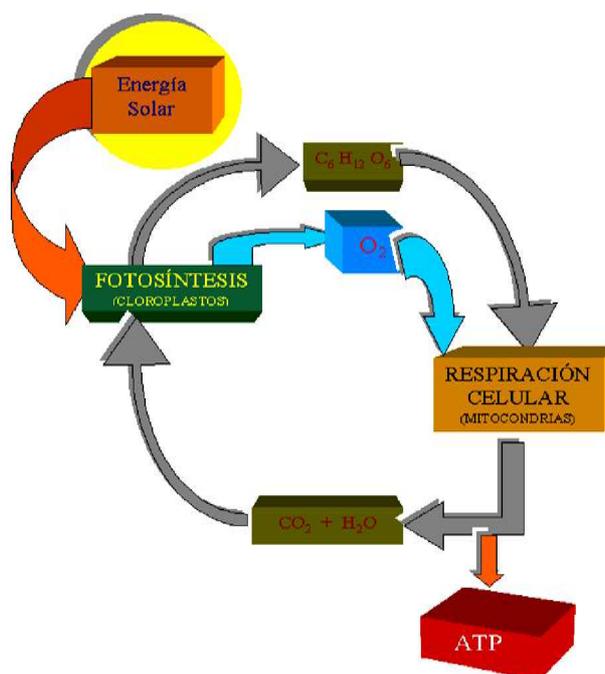


Figura 3.5. Flujo de energía en la biosfera. (De www.thales.cica.es).

Organismos autótrofos y heterótrofos

Los organismos autótrofos (vegetales, algunas bacterias, algas) son capaces de incorporar sustancias simples como H_2O , CO_2 y sales minerales y sintetizar compuestos orgánicos como azúcares, que luego serán usados por ellos mismos para organizar su estructura y obtener energía.

Los organismos heterótrofos (animales, hongos, algunos protistas y algunas bacterias) dependen de los organismos autótrofos, por carecer de la capacidad para transformar CO_2 y H_2O en sustancias complejas. Por lo tanto, deben obtener la energía de sustancias elaboradas por otros organismos.

Movimiento

El movimiento es una característica de los seres vivos que requiere gasto de energía metabólica. La materia viva está en constante movimiento, desde el que ocurre en el interior celular, hasta la locomoción evidente de algunos animales o los movimientos menos notorios de los vegetales.

Tipos de movimientos

1. Ameboide o por pseudópodos. Son los movimientos de arrastre de las células a través de una superficie. Representan una forma básica de locomoción celular, empleada por varios tipos de células. Ejemplos de esto son los movimientos de las amebas, la migración de las células embrionarias durante el desarrollo, la invasión de tejidos por los glóbulos blancos sanguíneos para combatir una infección, la migración de las células implicadas en la cicatrización de las heridas, y la propagación de las células cancerosas durante la metástasis de los tumores malignos. Estos movimientos dependen de la polimerización y despolimerización de proteínas celulares (actina) (Figura 3.6).

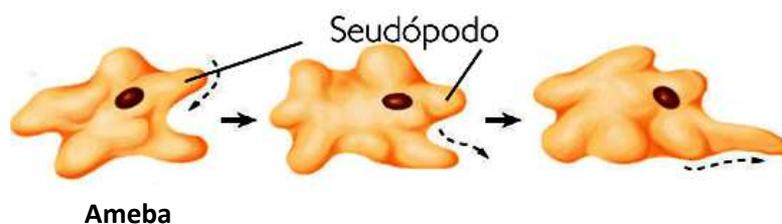


Figura 3.6. Movimiento ameboide. (De http://biogeobachillerato.blogspot.com.ar/2013/01/tipos-de-movimientos-de-las-celulas_5438.html).

2. Ciliar y flagelar. Muchas células poseen estructuras móviles a manera de látigo, que se proyectan de sus superficies y realizan movimiento. Algunas células poseen uno o pocos de estos apéndices; cuando son relativamente largos en proporción al cuerpo celular se denominan **flagelos**; si tienen muchos y cortos se llaman **cilios**. Ambos tipos de prolongaciones les permiten a las células moverse en un ambiente líquido o desplazar líquidos y partículas a lo largo de la superficie celular.

A los flagelos los podemos encontrar tanto en células procariotas (*Escherichia coli*) como en células eucariotas, tales como los espermatozoides, protistas (*Trypanosoma cruzi*, *Trichomonas vaginalis*). En vegetales los flagelos están presentes en los gametos masculinos de los helechos (Figura 3.7).

Los cilios son comunes en las superficies de células eucariotas animales y revisten conductos internos como las vías respiratorias y vías reproductoras. En protozoos, los cilios se encuentran recubriendo total o parcialmente su superficie (Figura 3.8).

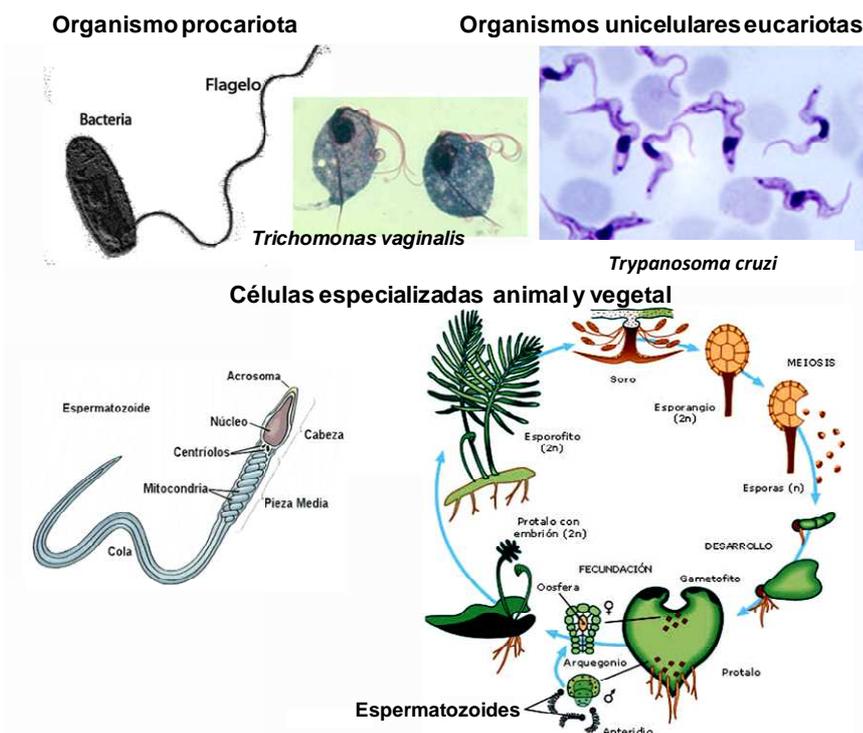


Figura 3.7. Flagelos en organismos y células especializadas. (De varias fuentes. Modificado por S. Sánchez).

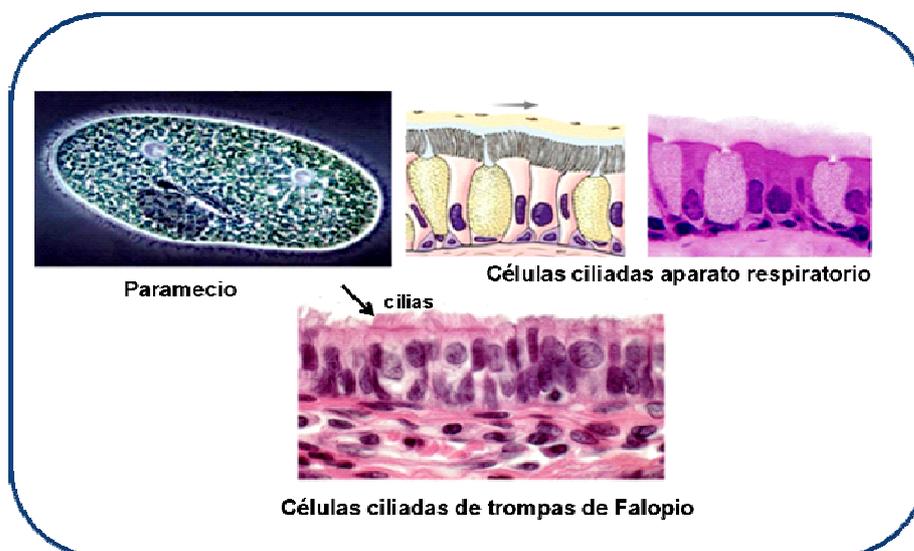


Figura 3.8. Cilios en superficies de células eucariotas y en conductos internos, como las vías respiratorias y reproductoras. (De <http://morfofisiologia.blogspot.com.ar/>).

3. Muscular. Este movimiento es exclusivo de los animales y en él interviene un tejido denominado tejido muscular. Dentro del citoplasma de cada célula muscular (fibra) se encuentran miles de unidades estructurales llamadas miofibrillas, que están compuestas por las proteínas miosina y actina.

Cuando el músculo recibe un estímulo, las miofibrillas se deslizan unas sobre otras provocando el acortamiento del mismo y generando el movimiento (Figura 3.9).

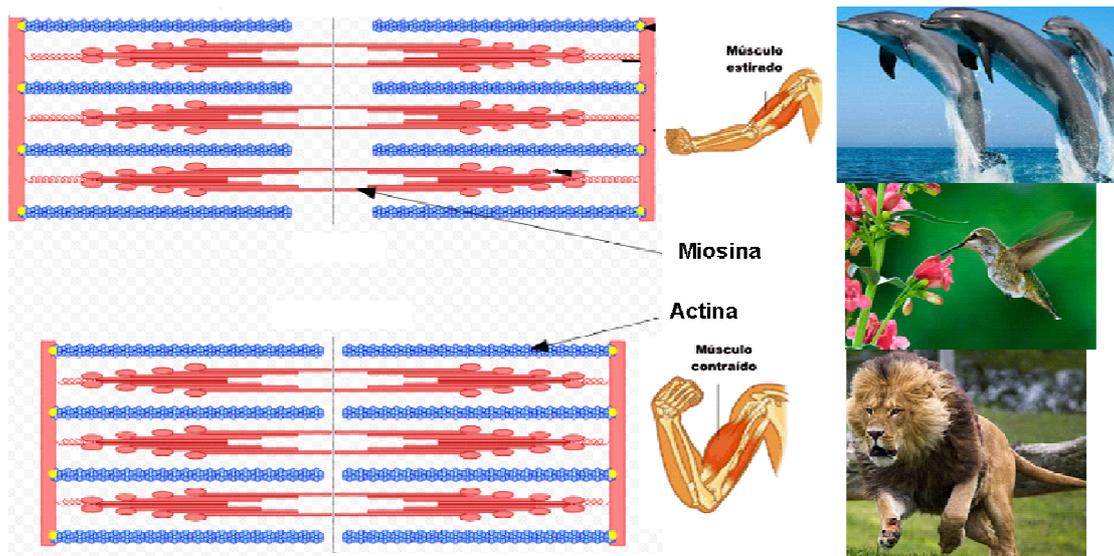


Figura 3.9. Movimiento muscular (músculo esquelético). (De <https://commons.wikimedia.org/w/index.php?curid=6247412>. Modificado por S. Sánchez).

Movimientos en vegetales

En los organismos vegetales existen movimientos específicos denominados tropismos y movimientos násticos.

1. Tropismos. Son respuestas a un estímulo, e implican la curvatura de una parte de la planta, en el mismo sentido o en el sentido contrario al estímulo. Son movimientos que implican el crecimiento diferencial de un órgano o parte del vegetal. Si la planta crece en la misma dirección de incidencia del estímulo, se dice que el tropismo es positivo. Si ocurre en dirección opuesta se dice que el tropismo es negativo. Los tropismos son **irreversibles**.

- **Fototropismo.** Movimiento (crecimiento) de los tallos hacia la luz. La luz induce el traslado de la hormona vegetal auxina hacia el lado no iluminado, lo que determina un mayor crecimiento por el alargamiento de las células de esta zona, resultando en la curvatura de la planta hacia la luz (Figura 3.10).

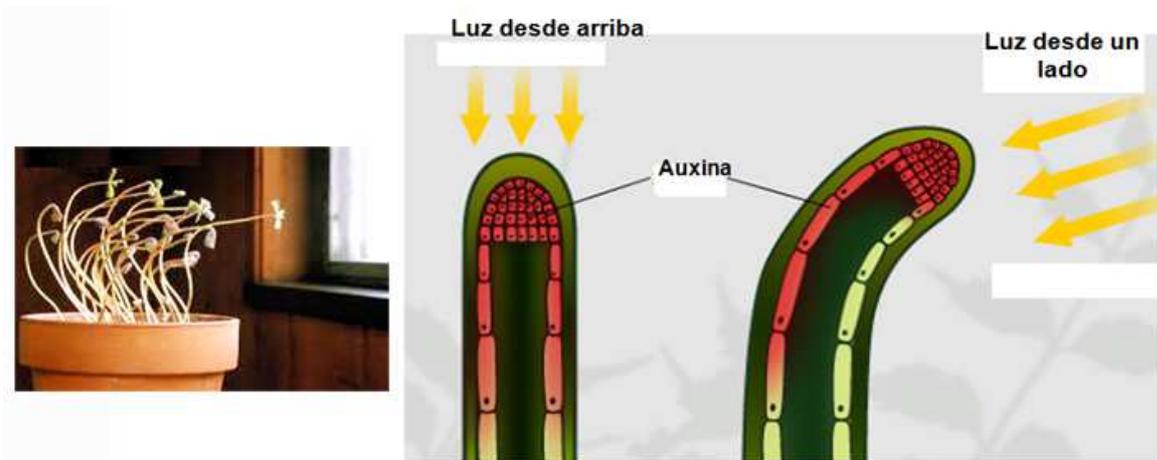


Figura 3.10. Fototropismo positivo en tallos. (De [https:// quimicaiaa .wikispaces.com/ %C3% 81cido +indol-3-acetico+\(IAA\)](https://quimicaiaa.wikispaces.com/%C3%81cido+indol-3-acetico+(IAA))). Modificado por S. Sánchez).

- **Gravitropismo.** Es la respuesta de crecimiento frente a la fuerza de gravedad. En este movimiento, la auxina se transporta hacia abajo por efecto de la gravedad, provocando (y dependiendo de su concentración) la elongación celular o la inhibición de la misma. Las raíces presentan gravitropismo positivo, mientras que los tallos tienen gravitropismo negativo (Figura 3.11).

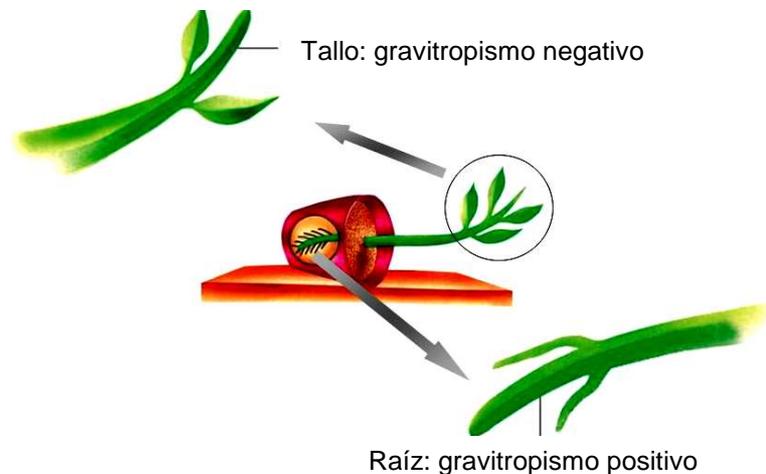


Figura 3.11. Gravitropismo positivo en raíces y negativo en tallos. (De http://images.slideplayer.com.br/8/2306075/slides/slide_20.jpg).

- **Tigmotropismo.** Es la respuesta de crecimiento a estímulos mecánicos. Uno de los ejemplos más comunes se ve frecuentemente en los zarcillos de la vid, estos órganos usualmente crecen rectos hasta que entran en contacto con algún objeto. El contacto estimula la respuesta de enrollamiento, debido a un crecimiento diferencial de las células sobre el lado opuesto del sitio de contacto (Figura 3.12).

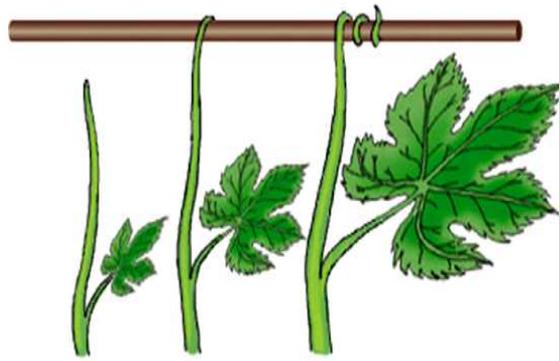


Figura 3.12. Tigmotropismo. (De <https://medium.com/@KisshanNavarro/tropismo-68581741d883>).

2. Movimientos násticos. Son movimientos **reversibles** e independientes de la dirección de incidencia del estímulo, causados por cambios en la presión de turgencia de células especializadas. Se producen en respuesta a estímulos variados, tales como mecánicos, térmicos y químicos. La turgencia está directamente relacionada con la cantidad de agua que contiene una célula vegetal; a mayor cantidad de agua, mayor turgencia. Un ejemplo está dado por las hojas de la planta *Mimosa pudica* que se doblan cuando se las toca. Este movimiento reversible probablemente proteja a la planta de sus predadores y toma sólo unos pocos segundos. El cambio súbito se debe a una pérdida de la presión de turgencia determinado por la salida de agua y otras sustancias.

Otro ejemplo de cambios de turgencia se observa en la captura de presas por las plantas carnívoras. Cuando un insecto se posa en este tipo de plantas se desencadenan dos efectos: un impulso eléctrico provocado por rozamiento y un cambio de turgencia. El resultado es el cierre de las hojas y el insecto queda atrapado, para ser luego digerido por enzimas degradativas de glándulas presentes en las hojas (Figura 3.13).



Figura 3.13. Movimientos násticos. (De varias fuentes. Modificado por S. Sánchez).

Reproducción

La reproducción es el proceso por el cual los seres vivos (unicelulares o pluricelulares) producen nuevos individuos, lo que permite la perpetuidad de las especies. Sustituye a los organismos que mueren por causa de vejez, enfermedades, por acción de otros seres vivos o por fenómenos naturales.

Tipos de reproducción:

1. Reproducción asexual. Un solo progenitor da origen a dos o más descendientes genéticamente idénticos a él (excepto por los posibles cambios en el ADN, es decir, mutaciones, que puedan ocurrir). Todos los organismos que deriven de un mismo progenitor van a poseer el mismo genoma y van a ser clones de ese individuo. Este tipo de reproducción se observa en organismos procariotas, algunos protistas, en varios grupos de animales invertebrados y en muchas especies de vegetales. Las ventajas de este tipo de reproducción son: la rapidez, que se requiere de un solo individuo y que tiene un costo energético menor comparada con la reproducción sexual.

Existen varias formas de reproducción asexual entre las que podemos citar:

- **Fisión binaria.** Es el proceso por el cual una célula se divide en otras dos semejantes. Ocurre en las bacterias. 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 3.14).

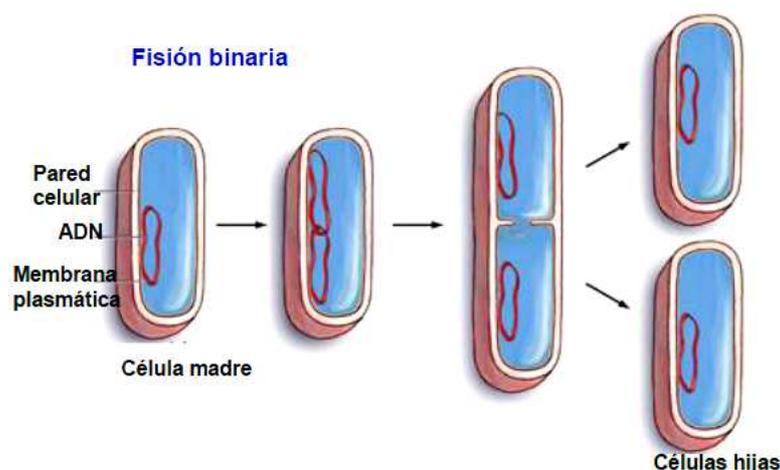


Figura 3.14. Reproducción asexual. Fisión binaria. (Modificada de <http://biol1c201.blogspot.com>)

- **Bipartición:** ocurre en organismos unicelulares eucariotas. Se produce la duplicación del material genético y luego, la división celular por mitosis. Por ejemplo en los protistas (paramecio, euglena).
- **Fisión múltiple.** En este caso el material genético se duplica varias veces antes de la partición del citoplasma, originando numerosas células hijas. Algunos ejemplos son: en procariontes *Clostridium botulinum* y en protistas, los parásitos del género *Plasmodium* (Figura 3.15).

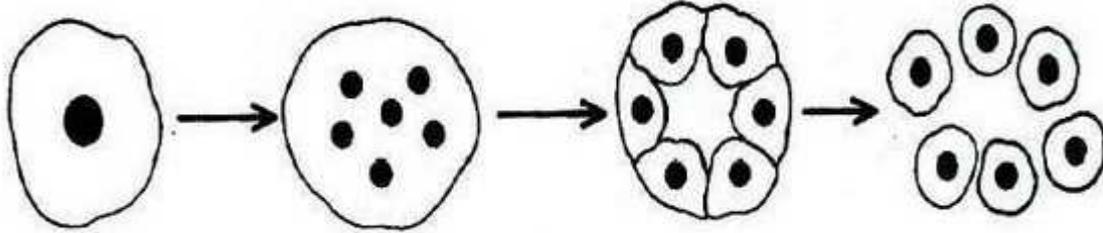


Figura 3.15. Fisión múltiple. (De <http://www.onsalus.com/definicion-de-fision-multiple-18710.html>)

- **Gemación.** Consiste en la formación de una protuberancia o yema en el individuo progenitor, que puede separarse y desarrollar un nuevo individuo (por ejemplo en las levaduras) o permanecer unida al progenitor e iniciar la formación de una colonia (por ejemplo, hidras y corales) (Figura 3.16).

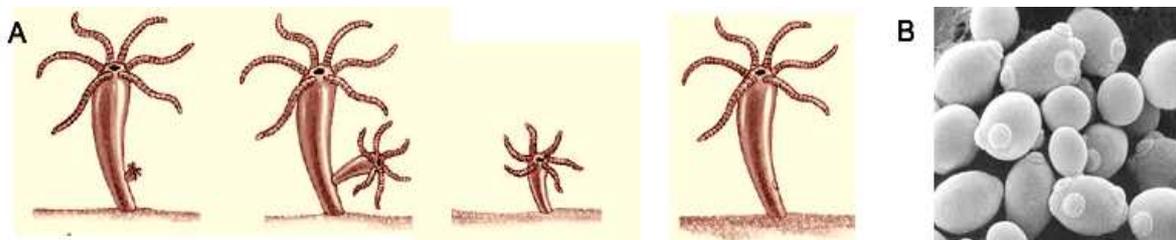


Figura 3.16. Gemación. A: en la hidra. B: en levaduras. (Extraído de www.hiru.eus).

- **Fragmentación.** El organismo se fragmenta en varias partes, cada una de las cuales regenera las partes faltantes para convertirse 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 3.17).

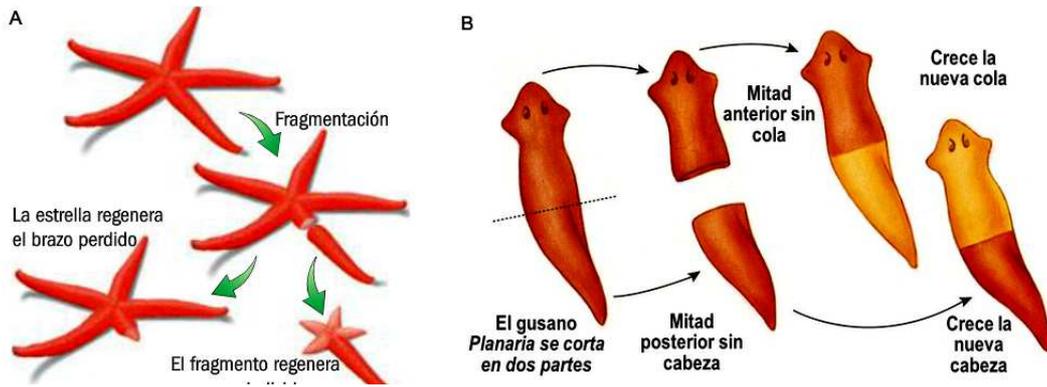


Figura 3.17. Fragmentación. A: en la estrella de mar. B: en la planaria. (De <https://www.emaze.com/@AFZLIROO/Presentacion-natu>. Modificado por S. Sánchez).

- **Partenogénesis.** Es una forma de reproducción asexual en la que el óvulo no fecundado se transforma en un animal adulto. Se presenta en algunos moluscos, crustáceos, insectos, anfibios y reptiles (Figura 3.18).

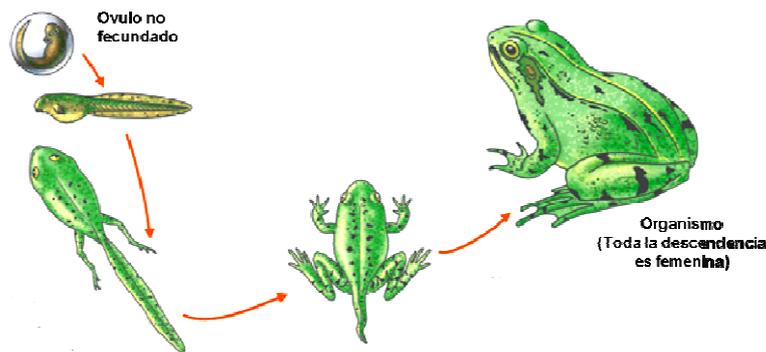


Figura 3.18: Partenogénesis. (De <http://es.slideshare.net/maikellshmithorozcoh/reproduccion-en-los-seres-vivos-49668556>).

- **Reproducción asexual en plantas con flores.** Las plantas con flores pueden reproducirse en forma asexual a través de órganos modificados (Fig. 3.19):

Estolones. Tallos horizontales que se ubican sobre el suelo y presentan yemas de las que se originan nuevas plantas que enraízan (frutilla).

Rizoma. Tallo subterráneo carnoso horizontal, ramificado, que almacena almidón y presenta yemas de las que surgen nuevas plantas (lirio, bambú y otras gramíneas).

Tubérculo. Tallo subterráneo que almacena almidón, capaz de generar una nueva planta ya que presenta yemas laterales (papa, dalia).

Bulbo. Tallo acortado esférico cubierto de hojas carnosas de almacenamiento. Hacia el interior del bulbo se encuentran capas germinativas que formarán bulbos hijos que darán lugar a plantas independientes (tulipán, cebolla, narciso).

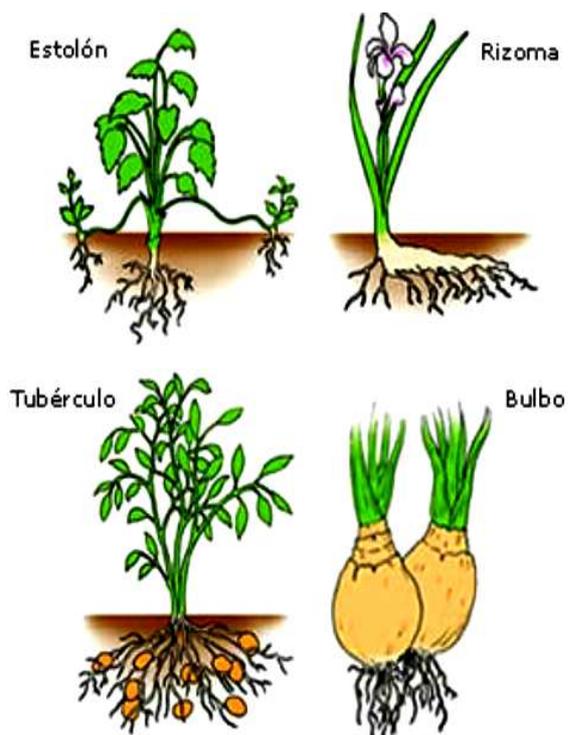


Figura 3.19. Reproducción asexual en plantas con flores. (De http://chuchobioquimico.blogspot.com.ar/2015/03/reproducci3n-asexual-en-plantas_17.html.)

2. Reproducci3n sexual: Intervienen dos c3lulas especializadas, denominadas c3lulas sexuales o gametos, e implica dos procesos: meiosis y fecundaci3n.

La meiosis es un tipo especial de divisi3n celular en la que las c3lulas germinales (ovogonias, espermatogonias) reducen la cantidad de material gen3tico a la mitad, y se obtienen c3lulas hijas denominadas gametos. Durante la meiosis hay intercambio de informaci3n gen3tica entre los cromosomas provenientes de los progenitores, de modo que cada c3lula hija resultante tiene una combinaci3n nueva de genes.

La fecundaci3n es un proceso en donde los gametos se fusionan en una sola c3lula que recibe el nombre de c3lula huevo o cigoto, y en la que se recompone la cantidad de material gen3tico de la especie, pero con una composici3n gen3tica diferente a la de sus progenitores. Esta es la principal ventaja de la reproducci3n sexual, la variabilidad gen3tica. La desventaja que posee con respecto a la reproducci3n asexual, es el alto costo energ3tico que se requiere para llevar a cabo la meiosis. En los animales las c3lulas sexuales son los espermatozoides en los machos y los 3vulos en las hembras.

La fecundaci3n puede ocurrir fuera o dentro del cuerpo, denomin3ndose fecundaci3n externa o interna, respectivamente. La mayor3a de los peces, los anfibios y muchos invertebrados presentan fecundaci3n externa. Los progenitores suelen liberar los 3vulos y espermatozoides al agua simult3neamente. Muchos gametos se pierden consumidos principalmente por depredadores, sin embargo se liberan cantidades tan

grandes que logran reunirse suficientes de ellos para asegurar la perpetuación de la especie (Figura 3.20).

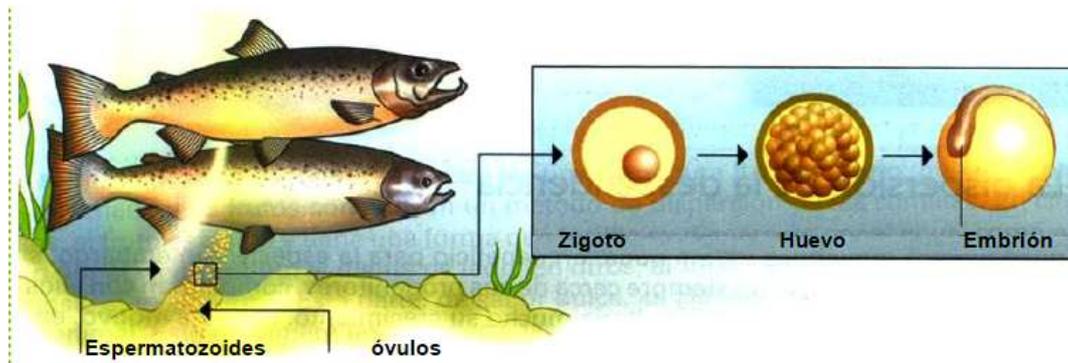


Figura 3.20. Reproducción sexual. Fecundación externa. (De <http://aprendiendoconcabra.blogspot.com.ar/2012/07/reproduccion-en-vertebrados.html>)

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 su desplazamiento. Así, los gametos se fusionan en el interior del cuerpo. La mayor parte de los animales terrestres, mamíferos marsupiales y placentarios, así como los organismos que depositan huevos (reptiles, aves), poseen fecundación interna (Figura 3.21).

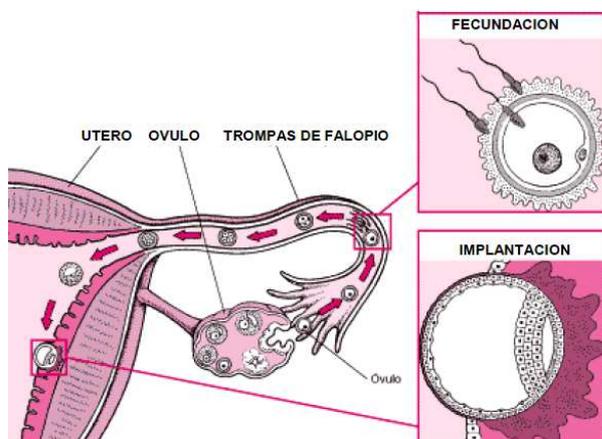


Figura 3.21. Reproducción sexual. Fecundación interna. (De <http://www.juntadeandalucia.es>)

- **Reproducción sexual en plantas vasculares con semillas.** En este tipo de plantas hay fusión de gametos, uno masculino (contenido en el grano de polen) y otro femenino (óvulo). Los gametos se originan a través de meiosis en estructuras reproductivas presentes en la flor completa, anteras y pistilo, órganos reproductores masculino y femenino, respectivamente. La fecundación se produce en el pistilo de la flor y 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 3.22).

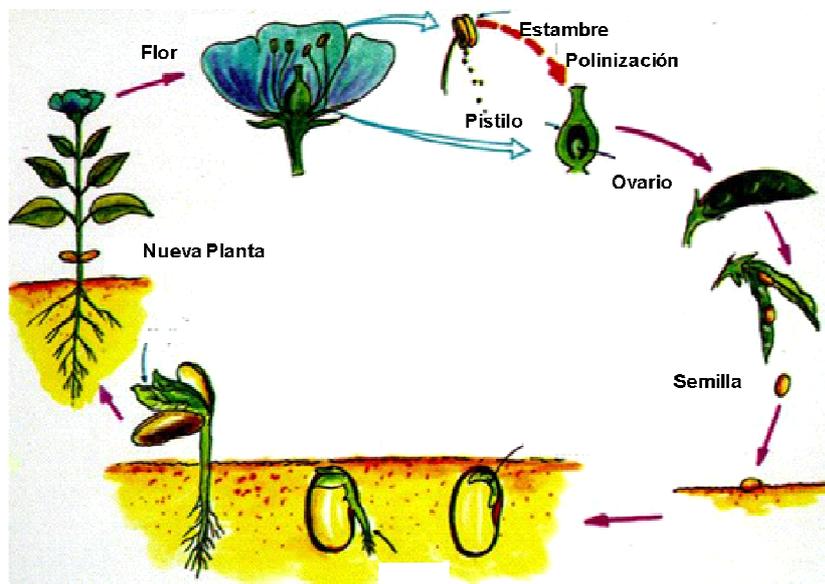


Figura 3.22: Reproducción sexual en plantas vasculares con semillas. (De <http://kerchak.com/angiospermas-plantas-con-flores>)

Desarrollo

La mayoría de los organismos (pluricelulares) comienzan su existencia a partir de una única célula, de la que se originan todas las células del adulto por procesos de reproducción y diferenciación celular. El desarrollo está relacionado con las transformaciones que sufre un organismo a lo largo de su vida. 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 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. 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, que en animales presenta las siguientes etapas (Figura 3.23):

Segmentación. Se caracteriza por divisiones mitóticas en las que las células no crecen entre cada división, de manera que con las divisiones sucesivas las células son más pequeñas. En esta etapa el embrión se denomina mórula.

Blastulación. Después de unos 12 ciclos de división, el embrión denominado en este estadio, blástula, consiste en muchas células pequeñas que rodean una cavidad llena de líquido (el blastocele).

Gastrulación. En esta etapa se producen una serie de migraciones celulares que establecen la formación de tres capas embrionarias: el ectodermo, el endodermo y el mesodermo, que darán lugar a todos los tejidos y estructuras que conocemos en los animales superiores.

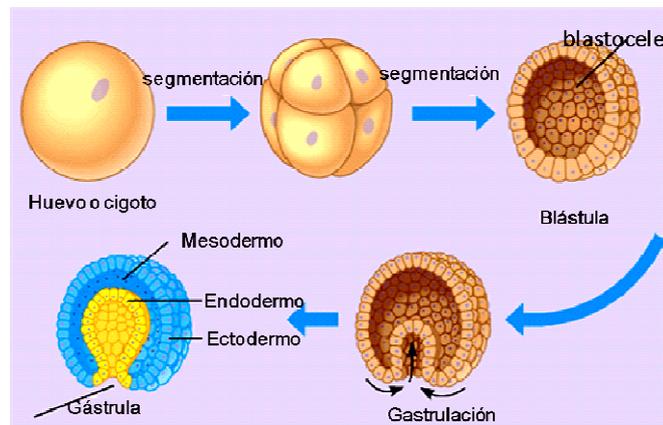


Figura 3.23. Desarrollo embrionario temprano. (Modificado de <http://cienciasdejoseleg.blogspot.com.ar/2013/11/gastrulacion-y-linajes-celulares.html>).

Diferenciación. Con la fase de gastrulación culmina el desarrollo embrionario temprano. El embrión tardío se debe convertir en un animal completamente desarrollado antes de su nacimiento. En esta etapa tardía del desarrollo, cada uno de los tres tejidos embrionarios experimenta crecimiento y diferenciación, y se forman tejidos individuales que conforman los diferentes órganos y sistemas 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 (Figura 3.24). La masa de células del embrión primitivo se convierte en la forma tridimensional propia del embrión o larva de la especie. En esta etapa el proceso denominado apoptosis (muerte celular programada) tiene una importante participación.

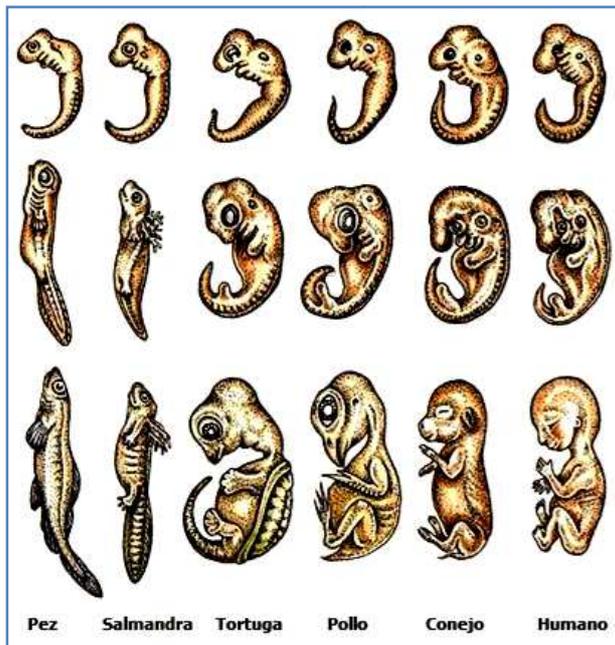


Figura 3.24. Desarrollo embrionario tardío. Embriogénesis comparada. (De <http://slideplayer.com.br/slide/351496/>).

Crecimiento

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

En los animales todos los tejidos y órganos participan en el crecimiento, aunque no todos crecen a la misma velocidad. Por ejemplo, en los seres humanos el tronco y las extremidades tienen un crecimiento más rápido con respecto a la cabeza, desde la infancia hasta el estado adulto. Esta forma de crecimiento se denomina alométrico y da como resultado un cambio marcado en las proporciones del cuerpo. Los mamíferos, incluyendo al hombre, llegan a un cierto tamaño y dejan de crecer. En los vegetales el crecimiento no se detiene y se produce solamente en tejidos de tipo embrionario denominados meristemas (Figura 3.25).

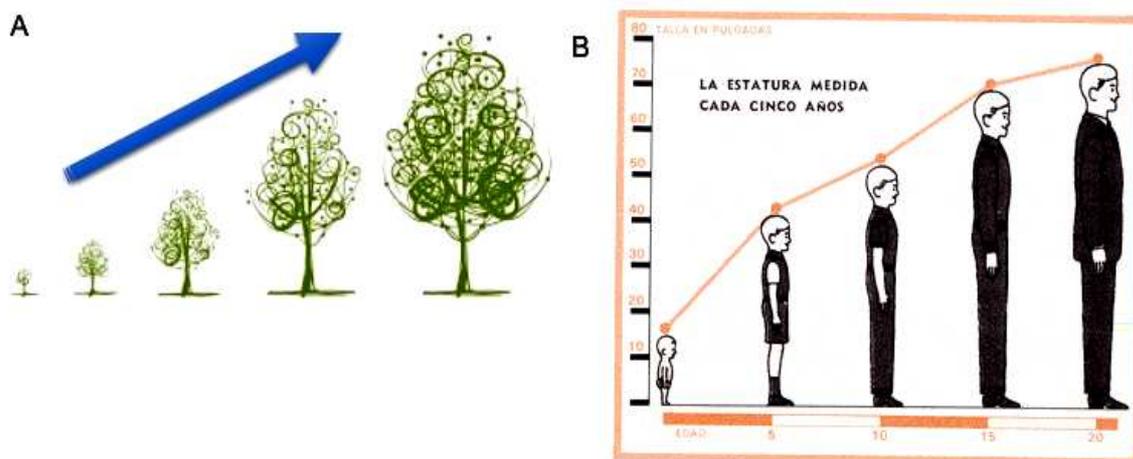


Figura 3.25. Crecimiento. A. Crecimiento indefinido en vegetales. B. Crecimiento alométrico en el ser humano. (Modificado de <http://www.librosmaravillosos.com/matematicalife/capitulo05.html>).

Excitabilidad

La excitabilidad o irritabilidad es la capacidad que tienen los seres vivos de responder ante estímulos. La capacidad para percibir y reaccionar se originó hace miles de millones de años con los organismos procariotas, que podían detectar cambios en su entorno y responder, de manera de aumentar su supervivencia y su éxito reproductivo. Más tarde, la modificación de este proceso simple proporcionó a los organismos pluricelulares un mecanismo para la comunicación entre las células del cuerpo.

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

La excitabilidad está relacionada con la permeabilidad selectiva de la membrana plasmática de las células, frente a ciertos iones, lo que da lugar a fenómenos bioeléctricos, base molecular del fenómeno de excitabilidad. Al igual que la mayoría de los fenómenos biológicos, la excitabilidad requiere del consumo de energía química (ATP).

Ante un estímulo determinado, un organismo responde de una forma particular, que depende tanto del estímulo como de su grado de complejidad. Uno de los sistemas de coordinación e interacción con el medio ambiente es el sistema nervioso presente en animales. El hombre, al igual que el resto de los vertebrados, posee un sistema nervioso del tipo encefálico, que realiza tres etapas de procesamiento de la información con el fin de

responder a los cambios externos e internos (Figura 3.26). Cada una de estas etapas es controlada por poblaciones especializadas de neuronas.

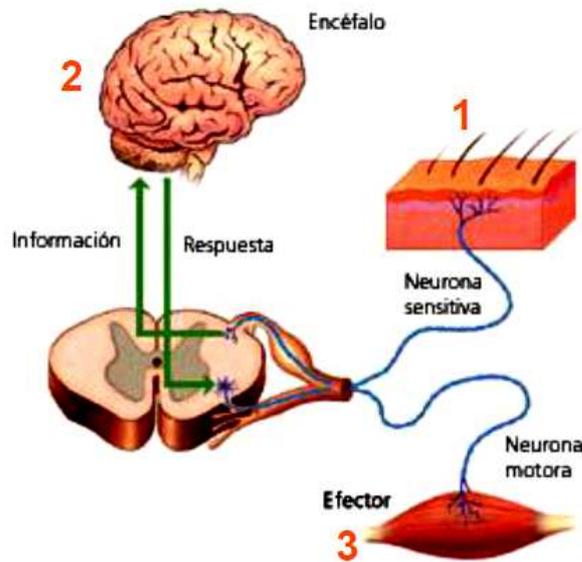


Figura 3.26. Procesamiento de la información por los sistemas nerviosos: 1- Recepción sensorial. 2- Integración. 3- Respuesta motora. (De Campbell y Reece. Biología. 2007).

Procesamiento de la información por los sistemas nerviosos

1. Recepción sensorial. Es controlada por neuronas sensitivas (receptores sensoriales) 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) y vías aferentes que llevan la información hasta el centro integrador.

2. Integración. Esta función es llevada a cabo por el cerebro o la médula espinal, quienes analizan e interpretan las aferencias sensitivas y, teniendo en cuenta el contexto inmediato y lo que ha sucedido en el pasado, elaboran una respuesta adecuada.

3. Respuesta motora. Consiste en la conducción de señales desde el centro integrador, a través de vías eferentes motoras, hacia los efectores, que son células musculares y/o glandulares encargadas de llevar a cabo las respuestas.

Homeostasis

Los organismos vivos 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**. Esto significa que los organismos son capaces 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. En los organismos pluricelulares, gran parte del medio interno está constituido por el líquido que baña a las células llamado líquido intersticial. En los mamíferos y las aves, la homeostasis mantiene el líquido intersticial a una temperatura aproximada a los 37°C y a una concentración adecuada de nutrientes y oxígeno para mantener el funcionamiento celular. Cada célula, cada tejido y cada sistema desempeñan un importante papel en la homeostasis, sin embargo, está sujeta fundamentalmente al control de los sistemas nervioso y endocrino, que pueden actuar en forma conjunta o separada. Esta capacidad “auto regulatoria” del cuerpo requiere un sistema de comunicaciones integrado denominado **bucle de control de retroalimentación**. Distintas redes de control en todo el cuerpo controlan funciones tan distintas como las concentraciones de dióxido de carbono, la temperatura, la frecuencia cardíaca, el ciclo del sueño, la concentración plasmática de glucosa, la sed, etc.

Independientemente de la función que se regule, estos bucles de control de retroalimentación actúan de manera idéntica y tienen los mismos tres elementos básicos:

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

El proceso de regulación y el concepto de retorno a la normalidad requieren que el cuerpo pueda detectar los cambios que se producen en el medio interno. Células nerviosas especializadas o glándulas productoras de hormonas, actúan como sensores homeostáticos (mecanismo sensor). Estos detectan variaciones respecto a los límites normales de los elementos que controlan, y envían señales (impulsos nerviosos u hormonas) al centro de integración o control. Cuando el centro de control del bucle de retroalimentación (alguna región cerebral en particular) recibe información procedente de un sensor homeostático, esa información se analiza e integra con la que procede de otros sensores; y desde el centro de control se envía una señal a algún mecanismo efector que inicia una acción homeostática. 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, de la presión arterial, de la concentración de azúcar en sangre, de la frecuencia cardíaca, etc.

En la regulación de la temperatura corporal (Figura 3.27), los receptores sensitivos de la piel y de los vasos sanguíneos actúan como mecanismos sensores (termorreceptores).

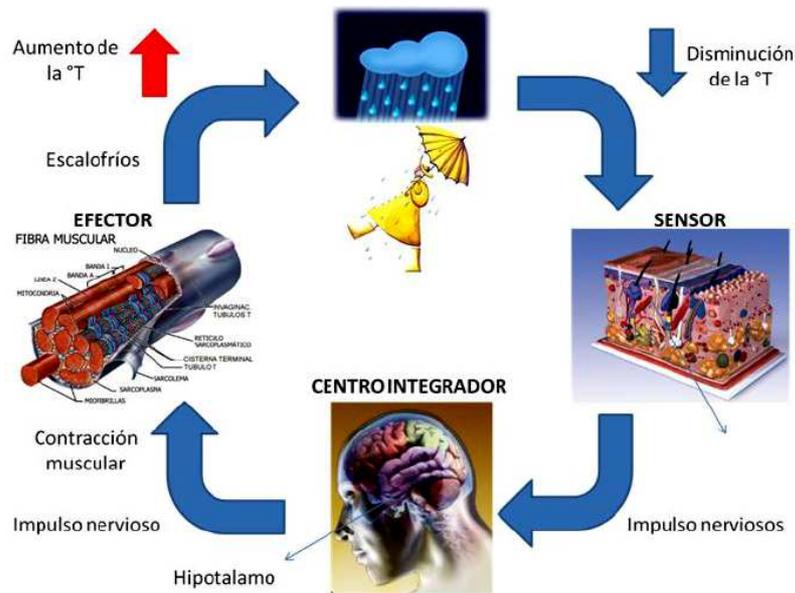


Figura 3.27. Regulación de la temperatura corporal. Elementos que componen un sistema de control homeostático.

Cuando el clima frío baja la temperatura del cuerpo, se transmite información a través de los nervios a una parte del cerebro llamada hipotálamo que 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 tiran y actúan como efectores, con lo que producen calor y los escalofríos normalizan la temperatura del cuerpo.

La acción efectora puede ser de naturaleza positiva o negativa. De esta manera los mecanismos de control homeostático se dividen en sistemas de **retroalimentación negativa o positiva**. Si una respuesta revierte un cambio en una condición controlada, el sistema se denomina **retroalimentación negativa**. El ejemplo de la regulación de la temperatura es un ejemplo clásico de retroalimentación negativa, produce una acción que es opuesta al cambio que puso en marcha el sistema.

Si una respuesta estimula un cambio en una condición controlada se denomina **retroalimentación positiva**. Los sistemas de retroalimentación positiva son estimuladores, y en lugar de oponerse a un cambio en el medio interno, refuerzan el cambio que se está produciendo. En condiciones normales existen muy pocos ejemplos en los que operen sistemas de retroalimentación positiva. El parto, los estornudos y la coagulación sanguínea, constituyen ejemplos biológicos en los que actúan sistemas de retroalimentación positiva (Figura 3.28).

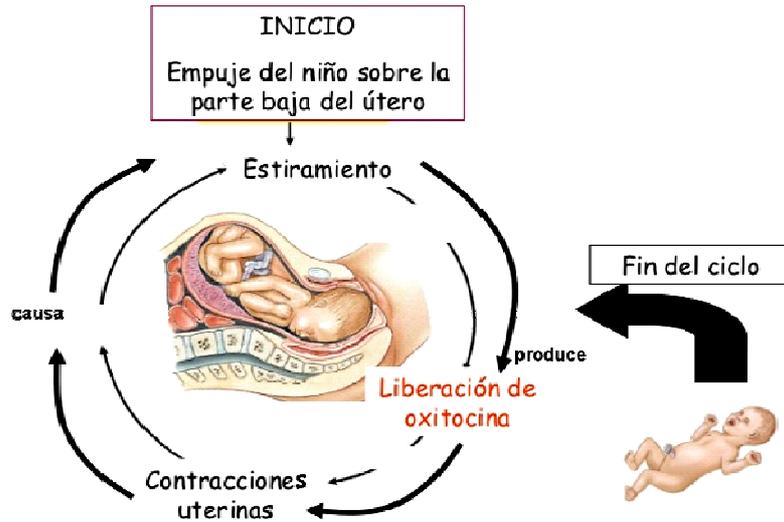


Figura 3.28. Homeostasis. Retroalimentación positiva. (De <http://es.slideshare.net/yannago/oxitocina-dopamina>).

Adaptación

Una característica de los seres vivos es su capacidad de **adaptación**. Las poblaciones de organismos vivos se adaptan al medio en que viven y así aseguran la supervivencia de la especie, lo que ha permitido la proliferación de distintas formas de vida en los ambientes terrestres y acuáticos. Las características del desarrollo, comportamiento, morfología o fisiología que surgen en las poblaciones de organismos vivos, en un ambiente determinado, como resultado de la selección natural y que maximizan su oportunidad para sobrevivir y dejar descendencia fértil, se conocen como adaptaciones y pueden clasificarse en tres grupos (Figura 3.29):

1. **Adaptaciones morfológicas o estructurales.** Son aquellas relacionadas con la forma de los organismos completos, sus diferentes órganos o partes de sus estructuras.
2. **Adaptaciones fisiológicas.** Son aquellas que guardan relación con el metabolismo y funcionamiento interno de diferentes órganos o parte de un individuo.
3. **Adaptaciones etológicas.** Se trata de las adaptaciones relacionadas con el comportamiento de los individuos.



Figura 3. 29. Adaptaciones. (De <http://cienciacuartolmr.blogspot.com.ar/adaptaciones.html>. Modificado por S. Sanchez).

ACTIVIDADES

1. Teniendo en cuenta los distintos aspectos desarrollados sobre los seres vivos, elabore una definición de “ser vivo”.
2. Responda ¿Cuál es el límite entre lo inanimado y la vida? ¿Es una cuestión de tamaño? ¿De organización? ¿De forma? Justifique su respuesta. Por ejemplo, compare el fuego y un vegetal.
3. Existen algunas características que, aunque no definen la vida, están estrechamente relacionadas con ella: **adaptación, reproducción, movimiento, metabolismo**.
 - a. Explique las características mencionadas.
 - b. ¿Puede encontrar ejemplos de organismos vivos que cumplan con algunas de estas características pero no con todas?
4. Escriba un párrafo relacionando los siguientes términos: Célula - Tejidos - Órganos - Sistemas - Niveles de organización – Organismo – Macromolécula – Comunidad - Biosfera.

5. Teniendo en cuenta la siguiente tabla:

a. Relacione la columna “Niveles de organización” con la columna “Ejemplo” a través de la letra según corresponda. La letra se escribe en el espacio ().

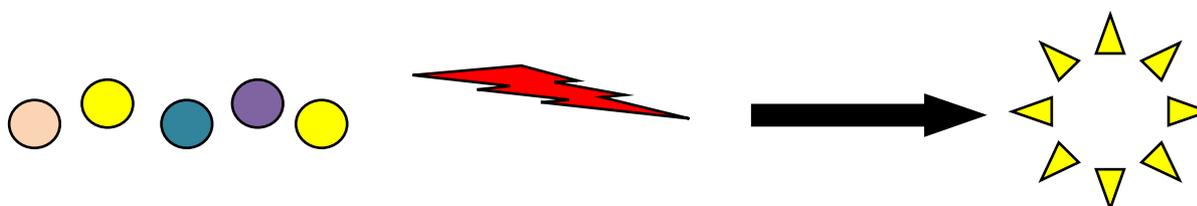
b. Defina el nivel de organización particular que le corresponde a cada ejemplo.

| Niveles de organización | Ejemplo | Nivel de organización: definición |
|-------------------------|-------------------|-----------------------------------|
| A) Químicos | () músculo | |
| | () riñón | |
| | () macromolécula | |
| B) Biológicos | () ballena | |
| C) Ecológicos | () bosque | |
| | () neurona | |
| | () biósfera | |

6. Indique con una X las características que son comunes a todos los seres vivos.

- Están constituidos por células.
- Se nutren (toman materia para crecer y desarrollarse).
- Se relacionan con el medio en que viven.
- Tienen plumas, escamas o pelos.
- Son verdes.
- Se reproducen.
- Hacen fotosíntesis.
- Se mueven
- Son terrestres.

7. Con los elementos esquematizados, más otros que considere necesarios, elabore una representación gráfica de las reacciones que conforman el metabolismo celular en organismos autótrofos y en organismos heterótrofos.

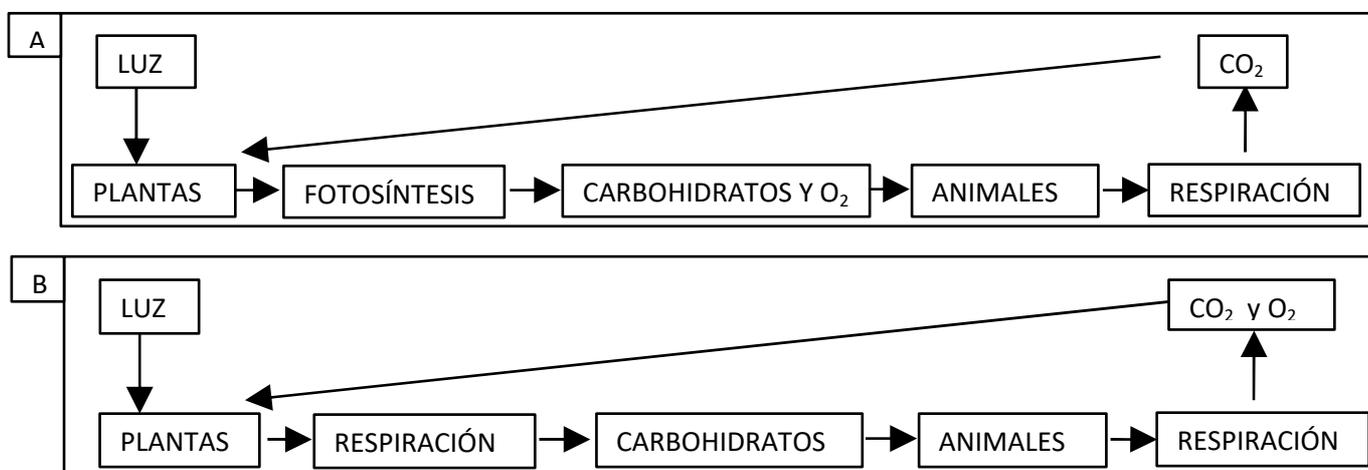


8. Indique si las siguientes afirmaciones son V (verdaderas) o F (Falsas). En el caso de ser falsas justifique su respuesta.

a. En los procesos metabólicos el intercambio de materia y energía es permanente.....

- b. Los procesos metabólicos tienen como finalidad mantener la homeostasis.....
- c. El crecimiento de un individuo es preponderantemente anabólico.....
- d. El ATP acumula energía en los enlaces químicos de los grupos fosfatos.....
- e. En los procesos anabólicos se acumula energía en los enlaces entre los átomos.....
- f. Las reacciones anabólicas y catabólicas no están acopladas.....
- g. Las reacciones anabólicas y catabólicas son antagónicas.....
- h. El ATP y las enzimas son componentes imprescindibles en los procesos metabólicos.....

9. De los siguientes esquemas elija el que represente correctamente la interdependencia entre plantas y animales.



10. Describa los movimientos que presentan los siguientes organismos:

Paramecio – Sapo – Ameba – *Trypanosoma cruzi* – *Dionaea muscipula*.

Considere si se desplaza o no, presencia de apéndices locomotores, estructuras que le proveen el movimiento.

11. A continuación se presenta la siguiente historieta. Realice una lectura y luego resuelva justificando su respuesta.

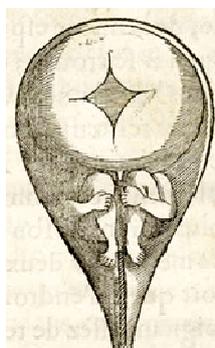
- a. ¿Qué características de los seres vivos no está teniendo en cuenta este gaucho de las pampas?
- b. ¿Qué importancia tiene el sol en esta historieta?



12. Ana se encuentra estudiando diferentes especies de organismos. Ayúdela completando el casillero en blanco con el tipo de reproducción según corresponda.

| Organismo | Características | Tipo de reproducción |
|-----------|--|----------------------|
| A | Invertebrado, origina organismos a partir del desarrollo de un óvulo sin fecundar. | |
| B | Autótrofo, en su reproducción intervienen el grano de polen (masculino) y el óvulo (femenino). | |
| C | Planta perenne, como el quebracho blanco, que vive más de dos años en un ambiente estable. | |
| D | Planta anual, como el maíz, que vive en un ambiente que cambia con rapidez. | |
| E | Organismo unicelular procariota. | |
| F | Mamífero, herbívoro, de diferentes sexos, con fecundación interna. | |
| G | Progenitor capaz de generar una yema, que puede separarse y desarrollar en un nuevo individuo | |
| H | Organismo que regenera partes faltantes para convertirse en un individuo completo. | |

13. Según la teoría de la preformación, el espermatozoide contenía un ser humano en miniatura, completamente formado que crecía en el vientre materno. Explique por qué, de acuerdo con los conceptos actuales esta teoría fue refutada.



14. Describa, en términos generales, los resultados finales de cada una de las siguientes etapas del desarrollo: segmentación, gastrulación, diferenciación y organogénesis.

15. La técnica del bonsái, mediante la cual se obtienen árboles adultos pero de tamaño muy reducido, tiene su base en el tipo de crecimiento que poseen los vegetales. ¿Cómo explicaría los resultados de esta técnica?

16. Explique por qué muchas respuestas de la materia inerte, como la de un metal frente a un ácido (se corroe) o la de un resorte al ser tensionado (se estira), no están relacionadas con la irritabilidad.

17. Responda ¿Qué ventajas le otorga la irritabilidad a un organismo unicelular? ¿Y a uno pluricelular?

18. Mencione qué característica de los seres vivos se manifiesta principalmente, en cada una de las siguientes situaciones:

- Olor intenso percibido al ingresar en una habitación cerrada.

- Hambruna en el león.

- Luz solar que incide sobre la copa de un árbol.

- Disminución de oxígeno en la sangre de un fumador.

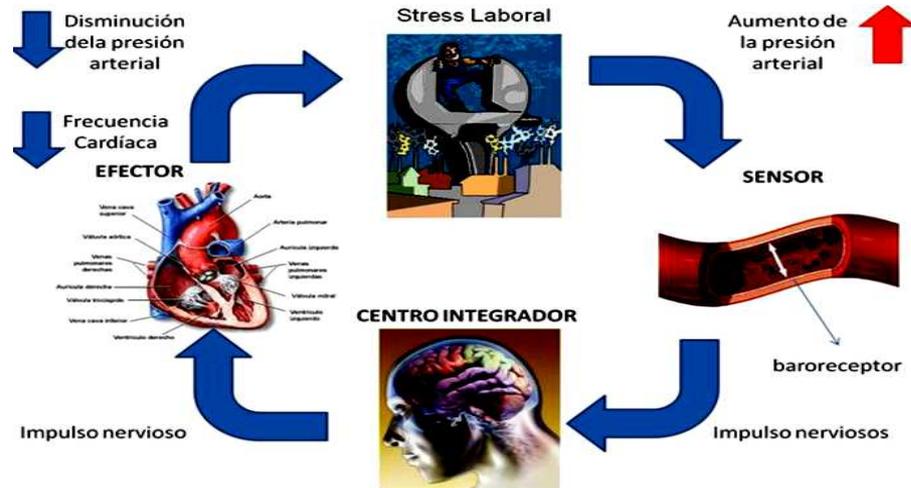
- Del Potro luego de un ejercicio intenso.

- Se acerca la fecha de examen.

-Las tortugas evitan el intenso calor, cavando huecos, donde se entierran.

.....

19. El siguiente esquema representa una de las características de los seres vivos. Luego de analizarlo, realice las actividades.



- Defina la característica representada.
- ¿Qué es el medio interno?
- ¿Cuál es el mecanismo homeostático de regulación que se muestra?
- ¿Qué elementos están involucrados en la regulación?
- ¿Cómo se diferencia la característica definida, de la excitabilidad?
- ¿Qué consecuencias puede tener para el organismo la incapacidad de mantener el equilibrio homeostático de las funciones corporales?

20. Realice una lectura del texto sobre las “ratas topo”. Escriba las adaptaciones que presentan las ratas y señale si son morfológicas, estructurales, funcionales o mezclas de ellas.

“Según algunos científicos, los ancestros de las ratas topo comunes se parecían a las ratas de las rocas africanas. Con el paso del tiempo surgieron variaciones. Los dientes y las garras largas permitieron a algunos individuos cavar huecos más profundos para evitar a los depredadores. Estos individuos estaban más capacitados para sobrevivir, sus características útiles pasaban a la siguiente generación. Con el paso del tiempo, la mayoría de los individuos de la población tuvieron estas variaciones beneficiosas. Después de muchas generaciones resultaron las ratas topo actuales, las cuales se caracterizan por carecer de pelo, lo que les permite regular la temperatura corporal. Debido al complejo sistema de cuevas conectadas por túneles de hasta 2 metros de profundidad y al gran potencial de infecciones y daños, fueron perdiendo la visión hasta quedar parcialmente ciegas. Por otra parte, desarrollaron diferentes mecanismos de comunicación como el olfativo, auditivo y sensorial, lo que les permitió protegerse de serpientes, zorros, águilas y búhos. Para su crecimiento, las ratas topo requieren de nutrientes. Para esto, su alimentación es a base de raíces y tubérculos, los cuales son ricos en agua y celulosa (un carbohidrato complejo), que gracias a la fauna bacteriana presente en su aparato digestivo, la convierten en unidades pequeñas conocidas como glucosa, la cual le proporciona energía”.



21. En el siguiente link encontrará un artículo sobre las ballenas:

<http://www.bioenciclopedia.com/ballenas/>.

Realice una lectura minuciosa de cada párrafo e identifique las características de los seres vivos desarrolladas.

BIBLIOGRAFÍA

Curtis H., Barnes S., Schnek A., Massarini A., (2008), *Curtis Biología*. Buenos Aires, Argentina. Ed. Médica Panamericana.

Curtis H., Barnes S., (2000), *Biología*. Buenos Aires, Argentina. Ed. Médica Panamericana.

Campbell N. A., Reece J. B., (2007), *Biología*. Buenos Aires, Argentina. Ed. Médica Panamericana.

Wolpert L., Jessell T., Lawrence P., Meyerowitz E., Robertson E., Smith J., (2010). *Principios del Desarrollo*. España. Editorial Médica Panamericana.

Tortora, G. J., Derrickson B., (2013), *Principios de Anatomía y Fisiología*. España. Ed. Médica Panamericana.

Salinas E., Sánchez S., Gil A., (2012), *Guía teórico-práctica "Introducción a la Biología"*. Nueva Edit. Universitaria. UNSL.