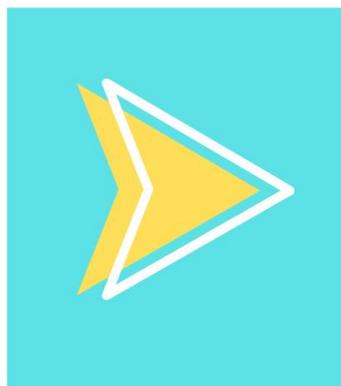
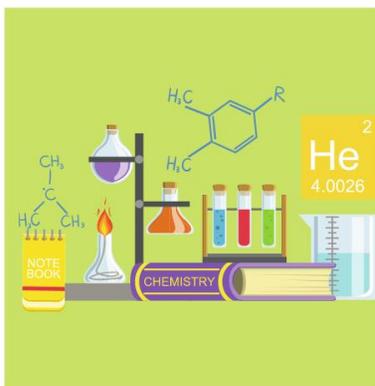


INTRODUCCIÓN A LA BIOQUÍMICA

CUADERNILLO
para el estudiante



ASESORÍA ACADÉMICA



**SEXTO
SEMESTRE**

Dirección General de Educación Tecnológica Agropecuaria y Ciencias del Mar

Créditos

Desarrollo de Contenido

Eduardo Aragón Aburto

Griselda Hernández Hernández

Isis Avedoy Cortez

Juan Antonio Álvarez Méndez

Leticia Basilio Sánchez

Manuel Jesús Ramírez Cámara

Revisión técnico – pedagógica

Arit Furiati Orta

Itandehui García Flores

Judith Doris Bautista Velasco

Primera edición, 2022.

DGETAyCM

México

Introducción

El cuadernillo de Asesorías Académicas de la asignatura de **Introducción a la bioquímica**, forma parte de una colección de recursos de apoyo para jóvenes estudiantes de los Centros de Bachillerato Tecnológico Agropecuario (CBTA), Centros de Bachillerato Tecnológico Forestal (CBTF), Centros de Estudios Tecnológicos en Aguas Continentales (CETAC), Centros de Estudios Tecnológicos del Mar (CETMAR), los cuales tienen el propósito de ofrecerte elementos para lograr los aprendizajes requeridos y favorecer tu desarrollo académico.

En la primera sección hay aspectos relacionados con la Asesoría Académica que te permitirán ubicarla como elemento de apoyo a tu trayectoria académica.

En la segunda sección te mostramos actividades que te ayudarán a identificar tus áreas de oportunidad, partiendo de la recuperación de tus aprendizajes; así mismo, podrás reforzar aspectos conceptuales que faciliten la comprensión del contenido del área disciplinar extendida químico-biológica.

Encontrarás actividades de reflexión, análisis, lecturas, ejercicios, planteamientos a resolver, entre otras, que podrás poner en práctica para comprender aspectos importantes. Podrás conocer acerca la importancia de la bioquímica, átomos, bioelementos, carbohidratos, lípidos, proteínas, ácidos nucleicos, las vías metabólicas más importantes, el agua, enzimas, fotosíntesis, respiración celular, así como aspectos de la replicación genética y aplicación de la biotecnología.

Esperamos que este material constituya una herramienta valiosa para tu formación y sea útil para apoyar tu proceso de aprendizaje de la asignatura de Introducción a la bioquímica de manera creativa.

La Asesoría Académica

La asesoría académica es un servicio a través del cual encontrarás apoyo para favorecer el logro de tus aprendizajes. Se brinda mediante sesiones de estudio adicionales a la carga horaria reglamentaria y se te apoya para despejar dudas sobre temas específicos. También se te recomiendan materiales adicionales (bibliografía complementaria, ejercicios, resúmenes, tutoriales, páginas web, entre otros), de los que podrás apoyarte para el estudio independiente y evitar el rezago académico.

La asesoría académica puede ser:

- a) Preventiva: acciones con los alumnos que tienen bajo aprovechamiento académico, han reprobado evaluaciones parciales o no lograron comprender algún contenido curricular, y que requieren apoyo para adquirir o reforzar aprendizajes específicos de alguna asignatura, módulo o submódulo. Consiste en lograr que el alumno mejore la calidad de sus aprendizajes, incremente su rendimiento académico y evite la reprobación.
- b) Remedial: son acciones con los alumnos que al finalizar el semestre han reprobado alguna asignatura, módulo o submódulo y requieren apoyo académico para mejorar los aprendizajes frente a las evaluaciones extraordinarias y en general para alcanzar los aprendizajes establecidos en el programa de estudios correspondiente. Su propósito es que los alumnos regularicen su situación académica y eviten el abandono escolar.

Índice temático

Lección	Pág.
Lección 1. Introducción a la bioquímica..... (Manuel Jesús Ramírez Cámara)	7
Lección 2. Átomos y bioelementos..... (Juan Antonio Álvarez Méndez)	18
Lección 3. Los carbohidratos (Eduardo Aragón Aburto)	28
Lección 4. Los lípidos..... (Manuel Jesús Ramírez Cámara)	41
Lección 5. Las proteínas..... (Isis Avedoy Cortez)	49
Lección 6. ¿Qué son los ácidos nucleicos? (Leticia Basilio Sánchez)	58
Lección 7. Vías metabólicas más importantes..... (Juan Antonio Álvarez Méndez)	70
Lección 8. Agua, pH y electrolitos..... (Eduardo Aragón Aburto)	77
Lección 9. Enzimas y su función catalizadora..... (Isis Avedoy Cortez)	88
Lección 10. Fotosíntesis y respiración celular..... (Leticia Basilio Sánchez)	97
Lección 11. Dogma Central: ADN-ARN-Proteínas..... (Griselda Hernández Hernández)	109
Lección 12. Desde la fermentación hasta el ADN recombinante..... (Griselda Hernández Hernández)	123

Estructura didáctica

Cada lección se estructura por las siguientes secciones:



Explorando

Sección dirigida a reconocer tu nivel de conocimiento sobre la temática a abordar, puede contener preguntas abiertas, reactivos de opción múltiple, ejercicios, actividades, entre otros. Apoya en la detección de las necesidades formativas de los estudiantes, lo que permitirá tomar decisiones sobre las actividades de asesoría que se pueden desarrollar.



Comprendiendo

Se trabaja con lecturas que brindan elementos para la comprensión de los contenidos (temáticas) que se abordan en la asesoría académica y promueve la comprensión lectora, constituye un elemento para el estudio independiente.



Practicando

Promueve la ejercitación e integración de contenidos que se abordan en la lección. Refiere el desarrollo de estrategias centradas en el aprendizaje (elementos didácticos para brindar orientaciones a partir de ejercicios como resolución de problemas, dilemas, casos prácticos, etc). Permite poner en práctica lo revisado en la sección de habilidad lectora y facilita el aprendizaje de los contenidos temáticos.



Autoevaluación

Aporta elementos para que te autoevalúes y tomen junto con tu asesor académico medidas oportunas para continuar con tu proceso de aprendizaje.



Investigando

Se te proporcionan recomendaciones sobre recursos de apoyo y material centrado en áreas específicas, para fortalecer la temática estudiada.

Lección 1. Introducción a la Bioquímica



Explorando

Responde si las siguientes oraciones son verdaderas (V) o falsas (F) colocando la respuesta en el paréntesis.

- () Los azúcares son las unidades básicas de los carbohidratos, son los más abundantes en la naturaleza, contienen grupos funcionales alcohol y carbonilo, se describe en base al grupo carbonilo que contienen.
- () El ADN siempre se lee en dirección 5'—3' (5 prima a 3 prima).
- () El metabolismo se lleva a cabo por el flujo constante de energía y nutrientes, para conseguir esta energía existen diversas reacciones químicas y características esenciales que las producen en los seres vivos
- () Los ácidos grasos están representados por la fórmula química R-COOH, en la que R es un grupo alquilo que contiene átomos de carbono e hidrógeno.



Comprendiendo

Bioquímica

La bioquímica es la ciencia que estudia las bases moleculares y los procesos químicos de los sistemas biológicos tales como células, tejidos, órganos, compartimientos y aparatos. Se enfoca en composición química de los seres vivos, especialmente las proteínas, carbohidratos, lípidos y ácidos nucleicos. Es una ciencia principalmente experimental y que ha tenido un importante desarrollo en las últimas décadas. La palabra "bioquímica" está formada con raíces griegas y significa "estudio de los fenómenos químicos de los seres vivos". Sus componentes léxicos son: bios (vida) y khymos (zumo), más el sufijo -ico (relativo a).



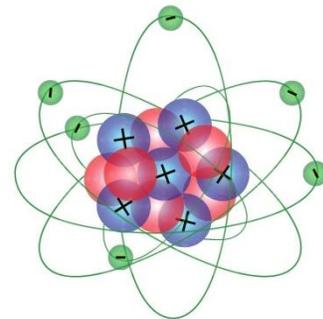
También tiene como principal objetivo el conocimiento de estructuras y comportamientos de las moléculas biológicas, las cuales son compuestos de carbono que forman parte estructural de las células y así mismo son las encargadas de las reacciones químicas las cuales le permiten procesos como el crecimiento, la alimentación, la reproducción, entre otros; de esta forma la bioquímica permite comprender acerca de las bases químicas de la vida.

Distintos autores describen la “vida” como nacer, crecer, existir, entre muchos otros, sin embargo, hablando científicamente el concepto se vuelve amplio y complejo para poder hablar de ello se recurre también a la biología, la química, la física y matemáticas, toda vez que existe una amplia diversidad de seres vivos, los cuales se rigen por las mismas leyes físicas y químicas, sin bien, cada uno de éstos se encuentra formado por la misma clase de moléculas, hablando bioquímicamente se dice que:



“La vida es compleja y dinámica. Los organismos vivos están constituidos principalmente por moléculas orgánicas como carbono, nitrógeno, oxígeno, hidrógeno, fósforo y azufre, las cuales tienen formas tridimensionales complicadas, además que todos los procesos que experimenta el ser vivo, como, por ejemplo, el crecimiento, utiliza muchísimas reacciones químicas en las cuales las moléculas interactúan y se forman nuevas”.

La vida está organizada y es auto mantenida. Existen varios niveles de organización que parten de lo más pequeño que es el átomo hasta lo más grande como un organismo. Las partículas subatómicas forman átomos los cuales se unen conformando biomoléculas, que se pueden unir para formar polímeros los cuales son llamados macromoléculas, como las proteínas y ácidos nucleicos, estos se componen de micromoléculas como aminoácidos, nucleótidos entre otros. Otro nivel de organización en organismo multicelulares son los tejidos, órganos, aparatos y sistemas.



La vida es celular. La célula es la unidad anatómica funcional de cualquier ser que tiene “vida”, sin embargo, se diferencian en estructura y función hablando determinadamente de la célula procariota o eucariota, no obstante, ambas se encuentran rodeadas por una membrana semipermeable selectiva la cual tiene el control sobre el transporte de algunas sustancias químicas dentro y fuera de esta, por diferentes mecanismos de transporte. Para mantener la estructura y procesos metabólicos se requieren interacciones entre varias moléculas. Biológicamente la información de un ser vivo se encuentra de forma codificada en una singular molécula, denominada Ácido Desoxirribonucleico (ADN) el cual contiene el código genético, la información genética específica, la secuencia lineal de aminoácidos de proteínas las cuales realizan diferentes interacciones para desencadenar diferentes procesos de cualquier estirpe como crecimiento, metabolismo, reproducción, entre otros.

La vida se adapta y evoluciona. El mundo siempre está en constante cambio, por ejemplo, cuando se forma un nuevo ser el ADN sufre diversas modificaciones para poder llevar a cabo el proceso, sin embargo, en éste pueden ocurrir diversas alteraciones que en algunos casos provocarían una mutación o alteración en la secuencia de nucleótidos, no obstante, en la mayoría de los casos estos acontecimientos son silenciosos y el ser se adapta a las diferentes circunstancias. Como lo decía Charles Darwin *“No es el más fuerte de las especies el que sobrevive, tampoco es el más inteligente el que sobrevive. Es aquel que es más adaptable al cambio”.*

Biomoléculas

Los seres vivos se encuentran formados por moléculas orgánicas e inorgánicas, un ejemplo claro de esta es el agua la cual es inorgánica, constituye entre el 50% y el 95% del peso total de una célula, un 1% se les atribuye a iones como sodio y potasio, todo lo demás se consideran elementos orgánicos los cuales están conformadas principalmente por seis elementos: Carbono, Hidrogeno, Oxigeno, Nitrógeno, Fósforo y Azufre (CHONPS). Los átomos de carbono tienen la capacidad de formar cuatro fuertes enlaces covalentes sencillos ya sea con otros átomos de carbono o con otros elementos y esto permite la complejidad estructural y la diversidad en moléculas.

La mayoría de las biomoléculas se originan de los hidrocarburos las cuales contienen carbono e hidrogeno y son de aspecto hidrófobo. Sus propiedades químicas son estipuladas por sus grupos funcionales ya que contribuyen al comportamiento de las moléculas que lo contienen y la mayor parte contienen más de un grupo funcional.

Grupos funcionales			
Grupo	Estructura	Compuesto	Importancia
Hidroxilo	R - OH	Alcohol como en el etanol	Polar, forma enlaces de hidrógeno, presente en azúcares, algunos aminoácidos.
Carbonilo	R - CHO R - CO - R'	Aldehído como en el formaldehído Cetona como en la acetona	Polar, presente en azúcares.
Carboxilo	R - COOH	Ácido carboxílico como en el ácido acético	Polar, acidógeno, presente en ácidos grasos y aminoácidos.
Amino	R - NO ₂	Amina como en el triptófano	Polar, básico forma enlaces de hidrógeno presente en aminoácidos.
Sulfhidrilo	R - SH	Tiol como en el etanotiol	Forma enlaces de bisulfato, presente en algunos aminoácidos.
Fosfato	R - H ₂ PO ₄	Fosfato orgánico como en moléculas fosforiladas	Polar, acidógeno, presente en nucleótidos y fosfolípidos.

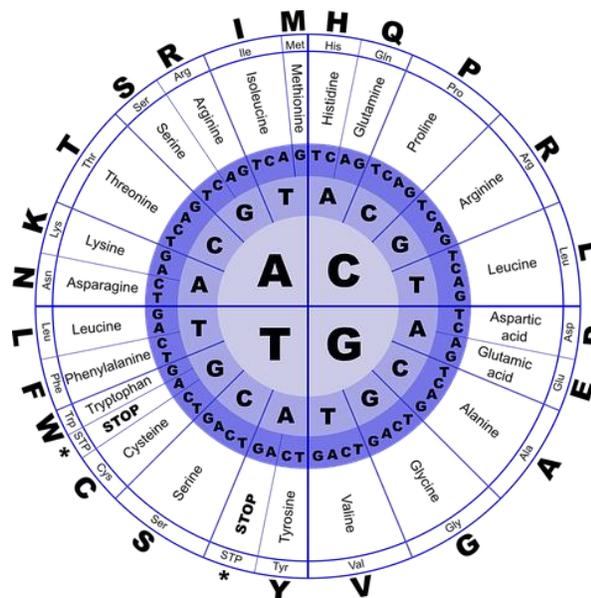
Las células contienen cuatro familias de moléculas pequeñas: aminoácidos, azúcares, ácidos grasos y nucleótidos. Se utilizan en síntesis de moléculas más grandes, muchas de las cuales son polímeros.

Clases principales de biomoléculas		
Moléculas pequeñas	Polímero	Funciones generales
Aminoácidos	Proteínas	Catálisis y elementos estructurales.
Azúcares	Hidratos de carbono	Fuentes energéticas y elementos estructurales.
Ácidos grasos	N.A.	Fuentes energéticas y elementos estructurales de las moléculas lipídicas complejas.
Nucleótidos	DNA RNA	Información genética Síntesis de proteínas

Aminoácidos y proteínas

Existen cientos de aminoácidos naturales, cada uno de los cuales contienen un grupo amino y un grupo carboxilo. Los aminoácidos se clasifican como α (alfa), β (beta), o γ (gamma), de acuerdo con la posición del grupo amino con respecto al grupo carboxilo. En los aminoácidos α (la clase más frecuente), el grupo amino está unido al átomo de carbono (carbono α) inmediatamente adyacente al grupo carboxilo. En los aminoácidos β y γ el grupo amino está unido al segundo y tercer carbono respectivamente, algunas cadenas son hidrófobas y otras hidrófilas. Existen 20 aminoácidos α estándar en las proteínas.

Las moléculas de aminoácido se utilizan principalmente para la síntesis de largos polímeros complejos denominados polipéptidos. Las moléculas cortas, con una longitud inferior a 50 aminoácidos, se denominan péptidos u oligopéptidos. A los polipéptidos más largos se les suele denominar proteínas. Los polipéptidos desempeñan una gran variedad de funciones en los seres vivos. Entre los ejemplos de moléculas formadas por polipéptidos se encuentran las proteínas de transporte, las proteínas estructurales y las enzimas (proteínas catalíticas). Los aminoácidos individuales se unen y forman péptido. Y los polipéptidos están unidos mediante enlaces peptídicos. Éstos son enlaces amida que se forman en una clase de reacción de sustitución nucleofílica que es la estructura tridimensional final de los polipéptidos por lo tanto su función biológica, se debe en gran medida a las interacciones entre los grupos R.



Azúcares y carbohidratos



Los azúcares son las unidades básicas de los carbohidratos, son los más abundantes en la naturaleza, contienen grupos funcionales alcohol y carbonilo, se describe en base al grupo carbonilo que contienen. Los azúcares que poseen un grupo aldehído se llaman aldosas y los que poseen cetona se denominan cetosas. Al igual que las proteínas se clasifican en sencillos llamados monosacáridos, disacáridos y polisacáridos, estos últimos contienen miles de unidades de azúcar. La glucosa es la fuente de

energía hidrocarbonada en los animales y las plantas.

Ácidos grasos y lípidos

Los ácidos grasos son ácidos monocarboxílicos que en general contienen un número par de átomos de carbono. En algunos organismos actúan como fuentes de energía. Los ácidos grasos están representados por la fórmula química $R-COOH$, en la que R es un grupo alquilo que contiene átomos de carbono e hidrógeno. Existen dos tipos de ácidos grasos: los ácidos grasos saturados, que no contienen dobles enlaces carbono-carbono, y los ácidos grasos insaturados, que poseen uno o varios dobles enlaces. Los ácidos grasos solamente se encuentran como moléculas independientes (libres) en los seres vivos en cantidades mínimas. La mayor parte se encuentra como componente de varias clases de moléculas lipídicas.



Nucleótidos y ácidos nucleicos.

Los nucleótidos contienen tres componentes; un azúcar de cinco carbonos (ribosa o desoxirribosa), una base nitrogenada y uno o varios grupos fosfato. Las bases de los nucleótidos son anillos aromáticos heterocíclicos con varios sustituyentes. Hay dos clases de bases: las purinas bicíclicas y las pirimidinas monocíclicas. Existen dos clases de ácidos nucleicos el Ácido Desoxirribonucleico (ADN) y el Ácido Ribonucleico (ARN).

Estos se diferencian por el azúcar (pentosa) que llevan: desoxirribosa y ribosa respectivamente. Además, se distinguen por las bases nitrogenadas que contienen adenina, guanina, citosina y timina, en el ADN; y adenina, guanina, citosina y uracilo en el ARN. Una última diferencia está en la estructura de las cadenas, en el ADN será una cadena doble y en el ARN es una cadena sencilla. Se pueden definir distintas estructuras que adopta el ADN haciendo una analogía con las estructuras de las proteínas y son las siguientes:



- Estructura primaria: La estructura primaria del ADN está determinada por la secuencia en que se encuentran ordenadas las cuatro bases sobre la "columna" formada por los nucleósidos: azúcar + fosfato. Este orden es lo que se transmite de generación en generación (herencia).
- Estructura secundaria: corresponde al modelo postulado por Watson y Crick: la doble hélice. Las dos hebras de ADN se mantienen unidas por los puentes de hidrógeno entre las bases. Los pares de bases están formados siempre por una purina y una pirimidina, que adoptan una disposición helicoidal en el núcleo central de la molécula. En cada extremo de una doble hélice lineal de ADN, el extremo 3' (-OH (hidróxido) de una de las hebras es adyacente al extremo 5' (-P (fosfato) de la otra. La secuencia del ADN se lee de 5' a 3'.
- Estructura terciaria: es la forma en que se organiza la doble hélice. En procariotas, así como en las mitocondrias y los cloroplastos de las eucariotas el ADN se presenta como una doble cadena (de cerca de 1 mm de longitud), circular y cerrada, que toma el nombre de cromosoma bacteriano. El cromosoma bacteriano se encuentra altamente condensado y ordenado (superenrollado). En los virus, el ADN puede presentarse como una doble hélice cerrada, como una doble hélice abierta o simplemente como una única hebra lineal. En las eucariotas el ADN se encuentra localizado en el núcleo, apareciendo superenrollado y asociado con proteínas llamadas histonas. Durante la mitosis, en las células eucariotas la cromatina se enrolla formando cromosomas, que son complejas asociaciones de ADN y proteínas.

En las células, se encuentran varios tipos de ARN, los cuales poseen distinta función y tamaño. Algunos de ellos, son:

- ARN mensajero (ARNm): Se sintetiza sobre un molde de ADN por el proceso de transcripción. Este ARN pasa al citoplasma y sirve de pauta para la síntesis de proteínas (traducción).
- ARN ribosómico (ARNr): Está presente en los ribosomas, orgánulos intracelulares implicados en la síntesis de proteínas. Su función es leer los ARNm y formar la proteína correspondiente.
- ARN de transferencia (ARNt): Son cadenas cortas de una estructura básica, que pueden unirse específicamente a determinados aminoácidos.

Estos tres tipos de ARN están implicados en el pasaje de información del lenguaje de los nucleótidos del ADN al de los aminoácidos de las proteínas, en un proceso conocido como “El dogma central de la biología”. El ADN tiene información para la síntesis de proteínas en el que participa el ARN. Esas proteínas determinan las características de cada organismo y sus funciones.

Célula fábrica de productos químicos

Se denomina autopoiesis para describir las notables propiedades de los seres vivos, cada organismo se considera un sistema autopoietico, ya que hace referencia a una entidad autónoma, autoorganizada y autosustentable. La vida surge de una red autorregulada de reacciones bioquímicas.

El metabolismo se lleva gracias al flujo constante de energía y nutrientes, para conseguir esta energía existen diversas reacciones químicas y características esenciales que las producen en los seres vivos. Entre las clases de reacción más comunes en los procesos bioquímicos se encuentran las siguientes: sustitución nucleofílica, eliminación, adición, isomerización, oxidación-reducción.

- **Sustitución nucleofílica:** se sustituye un átomo o grupo por otro. La especie atacante A se denomina nucleófilo (amante del núcleo). Los nucleófilos son aniones (átomos o grupos con carga negativa) o especies neutras que poseen pares electrónicos no enlazantes. Los electrófilos (amante de electrones) son deficitarios en densidad electrónica y, por lo tanto, son atacados con facilidad por un nucleófilo. Al formarse un enlace nuevo entre A y B, se rompe el viejo entre B y X. El nucleófilo que sale (en este caso X), denominado grupo saliente, se lleva su par de electrones.
- **Hidrolisis:** son eventos de sustitución nucleofílicas en los cuales el oxígeno de una molécula de agua es el nucleófilo. El electrófilo suele ser el carbono del grupo carbonilo de un éster, de una amida o de un anhídrido. En términos más sencillos es la ruptura en moléculas de agua.
- **Eliminación:** se forma un doble enlace cuando se eliminan átomos de una molécula.
- **Adición:** se combinan dos moléculas para formar un solo producto.
- **Isomerización:** los átomos o grupos experimentan cambios intramoleculares.
- **Oxido-reducción:** mejor conocidas como reacciones redox ocurren cuando hay una transferencia de electrones de un donador (agente reductor) a un receptor (agente oxidante). Cuando los agentes reductores donan sus electrones quedan oxidados al aceptar electrones, los agentes oxidantes quedan reducidos.

Energía

Es definida como la capacidad para realizar un trabajo, es decir, mover la materia. La célula genera la mayoría de su energía utilizando reacciones redox en las que se transfieren electrones desde una molécula oxidable hasta una molécula con deficiencia de electrones. Cuanto más reducida este una molécula, es decir, cuando más contiene átomos de hidrogeno, posee más energía.

Siempre que se transfiere un electrón se pierde energía. Las células poseen mecanismos complejos para explotar este fenómeno, de tal forma que parte de la energía liberada puede capturarse para ser utilizada en el trabajo celular. La característica más destacada de la generación de energía en la mayoría de las células es la vía de transporte electrónico, una serie de moléculas transportadoras de electrones conectadas e insertadas en la membrana. Durante un proceso regulado, se libera la energía al transferirse los electrones

de una molécula transportadora de electrones a otra. Durante varias de estas reacciones redox, la energía que se libera es suficiente para promover la síntesis de ATP, la molécula transportadora de energía que suministra de forma directa la energía que se utiliza para sustentar las funciones y las estructuras celulares altamente organizadas.

Los autótrofos transforman la energía del o de diversas sustancias químicas en energía de enlaces químicos y se les denomina fotoautótrofos y quimioautótrofos, por otro lado, los heterótrofos obtienen energía de alimentos ya formados por diferentes organismos. Los quimioheterótrofos utilizan moléculas alimenticias preformadas como única fuente de energía. Algunos organismos procariotas y un pequeño número de vegetales son fotoheterótrofos, es decir, utilizan como fuentes de energía tanto la luz como las biomoléculas orgánicas.

Generalidades del metabolismo

El metabolismo se traduce como la suma de todas las reacciones catalizadas por enzimas de un ser vivo. Todos los procesos metabólicos de un organismo individual constan de un vasto patrón de reacciones bioquímicas interconectadas en forma de red. Existen tres clases de vías bioquímicas: las metabólicas, las de transferencia de energía y las de transducción de señales.

- Vía metabólica: hablando sobre vías metabólicas se dividen en dos, las anabólicas y las catabólicas. Las vías anabólicas o biosintéticas se caracterizan por sintetizar grandes moléculas complejas a partir de precursores más pequeños y estas requieren la utilización de energía, por otro lado, en las vías catabólicas se degradan moléculas grandes complejas a productos más pequeños y sencillos, y suelen liberar energía.
- Vía de transferencia de energía: las vías de transferencia de energía consisten en la capturar y conservar de las mismas, en formas que los organismos pueden usar, para llevar a cabo los procesos biomoleculares.
- Vía de traducción: en cuanto a la transducción de señales estas permiten a las células recibir señales de sus alrededores y responder a ellas. El mecanismo consta de tres fases: recepción, transducción y respuesta. En la fase inicial o de recepción, una molécula señal como una hormona o un nutrimento se une a una proteína receptora. Esta unión inicia la fase de transducción, una cascada de reacciones intracelulares que desencadena la respuesta de la célula a la señal original.

Orden biológico de la vida

1. Síntesis de biomoléculas. Los componentes celulares se sintetizan en un enorme conjunto de reacciones químicas, muchas de las cuales requieren energía la cual es aportada por el ATP, las moléculas que se forman pueden realizar diversas funciones como de información (ADN y ARN) catalíticas (enzimas) o estructural (proteínas).
2. Transporte a través de las membranas. La membrana es altamente especializada y es selectiva por lo tanto es la encargada del transporte de determinadas sustancias del interior al exterior de la célula y viceversa, regulan el paso de iones, ácidos grasos, azúcares, entre muchos otros, dependiendo cual sea el requerimiento celular.

- Movimiento celular. Las formas de movimiento celular influyen en gran medida sobre la capacidad de todos los organismos para crecer, reproducirse y competir por recursos limitados, este proceso depende de la estructura y función del citoesqueleto, el cual es una red compleja de filamentos proteicos.
- Eliminación de residuos. Todas las células vivas producen desechos. Por ejemplo, las células animales convierten, las moléculas del alimento, como los azúcares y los aminoácidos, en CO_2 , H_2O y NH_3 . Estas moléculas, si no se eliminan de forma adecuada, pueden ser tóxicas. Las células contienen también una gran variedad de moléculas orgánicas complejas que deben eliminarse. Las células vegetales resuelven este problema transportando estas moléculas a una vacuola, donde se degradan o se almacenan. Sin embargo, los animales deben utilizar mecanismos de eliminación que dependen de la hidrosolubilidad.

En las siguientes lecciones se profundizarán las diversas temáticas planteadas en esta lección de manera introductoria.



Completa el siguiente cuadro con la información proporcionada en la sección comprendiendo y encierra el grupo funcional.

Grupos funcionales	Compuestos que forman	Nombres de los grupos funcionales
R - COOH	$\text{CH}_3\text{-COOH}$	
R - SH	$\text{CH}_3\text{-SH}$	
R - NH_2	$\text{CH}_3\text{-NH}_2$	

Con las palabras que aparecen en el cuadro completa las oraciones que se mencionan a continuación.

Ácidos grasos	Reacciones bioquímicas	Hidrocarburos
Bioquímica	Autopoyesis	Nucleótidos

- La _____ abarca temas de importancia como nutrición, control de las enfermedades y producción de cosechas entre muchos otros temas de vital importancia.
- Se denomina _____ para describir las notables propiedades de los seres vivos, cada organismo se considera un sistema autopoyetico, ya que hace referencia a una entidad autónoma, autoorganizada y autosustentable. La vida surge de una red autorregulada de _____.

3. Los _____ contienen tres componentes; un azúcar de cinco carbonos (ribosa o desoxirribosa), una base nitrogenada y uno o varios grupos fosfato.
4. Los _____ solamente se encuentran como moléculas independientes (libres) en los seres vivos en cantidades mínimas.
5. La mayoría de las biomoléculas se originan de los _____ las cuales contienen carbono e hidrogeno y son de aspecto hidrófobo.



Autoevaluación

Indicador	¿Puedo lograrlo?	¿Tengo dudas?
Logro explicar qué es la bioquímica.		
Reconozco las diferentes biomoléculas.		
Identifico los grupos funcionales de las biomoléculas.		
Puedo interpretar el orden biológico.		
En el caso de que hayas respondido "Tengo dudas" en alguno de los indicadores, refiere el tema en que necesitas más asesoría.		



Investigando

Te sugerimos consultar los siguientes recursos para facilitar tu práctica de asesoría académica:

- Ciencias. Introducción al estudio de la Bioquímica (Páginas 9-17). Disponible en: <https://www.3ciencias.com/wp-content/uploads/2018/10/LIBRO-BIOQUIMICA.pdf>
- Cuello Alberto (2020). Introducción a la Bioquímica. Disponible en: https://youtu.be/g_jCEhWFms0

Referencias bibliográficas

- Inmaculada Yruela y Álvaro Sebastián (2014). *Macromoléculas biológicas: proteínas, DNA y RNA*. http://digital.csic.es/bitstream/10261/110165/1/YrueIal_Cap-a-Lib_2014.pdf
- Trudy McKee, James R. McKee (2003). *Bioquímica la base molecular de la vida*, 3^{era} edición.
- Universidad Nacional del Litoral (2015). *Biología conceptos básicos*. http://www.unl.edu.ar/ingreso/cursos/biologia/wp-content/uploads/sites/9/2016/11/BIO_03.pdf.pdf

Imágenes tomadas de:

- <https://pixabay.com/>
- <https://www.flaticon.es/>
- <https://images.freeimages.com/>
- <https://stock.adobe.com/> (versión de prueba)
- <https://commons.wikimedia.org/>

Lección 2. Átomos y bioelementos



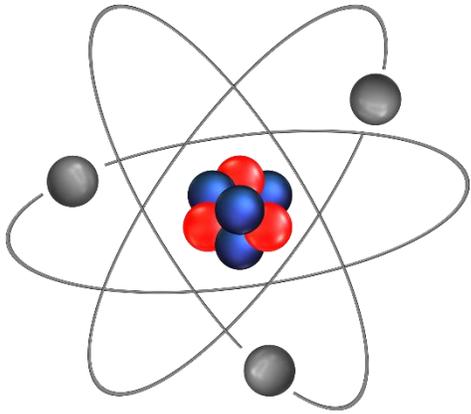
Probemos contestar lo siguiente:

1. Los átomos son las partículas más pequeñas de la materia
 - a) Falso
 - b) Verdadero
2. Los elementos primarios y más abundantes en los seres vivos son metales pesados como el hierro y el fósforo.
 - a) Falso
 - b) Verdadero
3. Los bioelementos esenciales en los seres vivos son CHONPS
 - a) Falso
 - b) Verdadero
4. Los oligoelementos son aquellos elementos que se encuentran en menor proporción dentro de los seres vivos.
 - a) Falso
 - b) Verdadero
5. El elemento más abundante en la naturaleza, así como en los seres vivos es el hidrógeno.
 - a) Falso
 - b) Verdadero



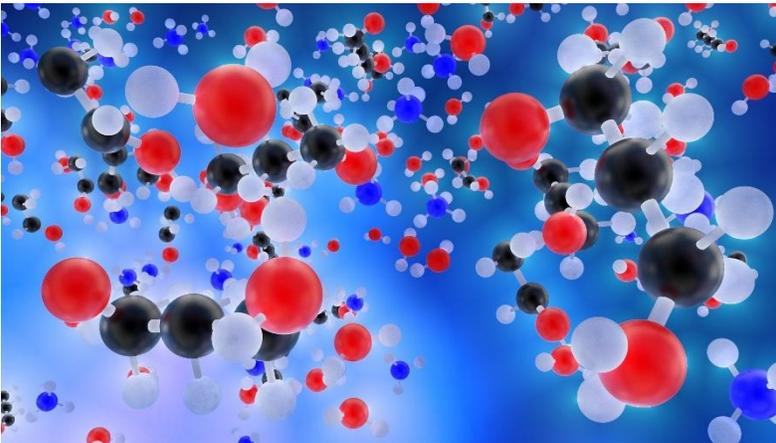
Átomos

Un átomo se define como la parte más pequeña de un elemento que conserva sus propiedades químicas. Los átomos son muy pequeños para verse bajo el microscopio óptico. Sin embargo, con técnicas sofisticadas (como la microscopía de efecto túnel, se hacen ampliaciones tan grandes como 5 millones de veces) los investigadores han podido fotografiar las posiciones de algunos átomos en las moléculas grandes. Dentro de la composición de los átomos se encuentran las partículas subatómicas como los



protones, neutrones y los electrones, sobre todo estos últimos que juegan un papel muy importante en la formación de moléculas que constituyen a los seres vivos y sustancias inertes. Un **electrón** (esferas grises) presenta carga eléctrica negativa; un **protón** (esferas rojas) carga positiva y el **neutrón** (esferas azules) no presenta carga. En un átomo por su naturaleza son eléctricamente neutros, debido a que tienen la misma cantidad de electrones y protones, estos últimos junto con los neutrones conforman el **núcleo atómico**. Sin embargo, los electrones no tienen una ubicación fija y se localizan alrededor

del núcleo, en un espacio casi vacío. Cada átomo de un elemento tiene un número fijo de protones en su núcleo, conocido como **número atómico**, determinado la identidad del átomo y define el elemento correspondiente. La **masa atómica** es determinada con la suma del número de protones y neutrones, no se considerara la masa de los electrones porque es muy pequeña.



Dos o más átomos pueden combinarse químicamente, gracias a que los núcleos y las capas atómicas cumplen funciones complementarias en los átomos. Los núcleos dan estabilidad, mientras que las últimas capas electrónicas interactúan formando **enlaces químicos** y así generan compuestos químicos. Por ejemplo, el agua (H_2O) es un compuesto

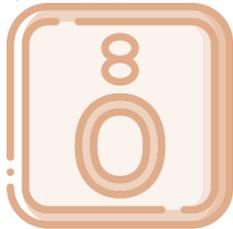
químico formado de hidrógeno y oxígeno en una proporción de 2:1. La sal de mesa común, cloruro de sodio ($NaCl$), es un compuesto químico formado por sodio y cloro en una proporción 1:1. Dos o más átomos pueden estar unidos fuertemente formando una partícula estable llamada molécula. Por ejemplo, cuando se combinan químicamente dos átomos de oxígeno, se forma una molécula de oxígeno (O_2). Así mismo, existen biomoléculas como los carbohidratos, lípidos, proteínas y ácidos nucleicos constituyentes de la célula; los cuales se describirán en las próximas lecciones.

Bioelementos

Recordemos que la materia conforma a todas las cosas que tienen masa y ocupa espacio, en este sentido, los seres vivos son materia y están constituidos por **elementos**, siendo estas sustancias que no se pueden dividir en otras más simples por medio de reacciones químicas ordinarias. Cada elemento tiene un símbolo químico: en general la primera letra o las primera y segunda letras del nombre del elemento en inglés o en latín. Por ejemplo, O es el símbolo del oxígeno, C del carbono, H del hidrógeno, N del nitrógeno, y Na del sodio (de la palabra en latín *natrium*). Sólo cuatro elementos, oxígeno, carbono, hidrógeno y

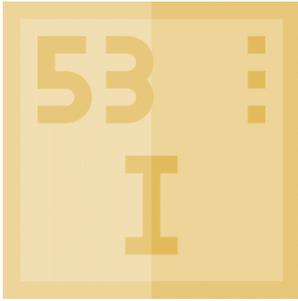
nitrógeno son responsables de más del 96% de la masa de la mayoría de los organismos, siendo estos elementos *primarios*. Otros, tales como el calcio (Ca), fósforo (P), potasio (K), hierro (Fe), cloro (Cl) y magnesio (Mg), están también constantemente presentes, pero en cantidades más pequeñas, por lo cual se denominan elementos *secundarios*. Algunos elementos, como el yodo (I), cobre (Cu), zinc (Zn), cobalto (Co), manganeso (Mn) y silicio (Si) se conocen como *oligoelementos*, ya que sólo son necesarios en cantidades muy pequeñas.

Características y función de los elementos en los organismos

Elementos primarios	Características y funciones
<p>Carbono (C)</p> 	<p>Forma la estructura de las moléculas orgánicas; cada átomo de carbono puede formar cuatro enlaces con otros átomos (tetravalencia del carbono) permitiendo la formación y constitución de todos los seres vivos, Por otro lado, presenta un ciclo biogeoquímico de suma importancia en la regulación del clima terrestre, y actividades básicas para el sostenimiento de la vida como la fotosíntesis y respiración celular.</p>
<p>Hidrógeno (H)</p> 	<p>El hidrógeno es el elemento más simple y abundante en el universo por sus propiedades; es esencial en agua, ácidos y cualquiera de las biomoléculas constituyentes de las células.</p>
<p>Oxígeno (O)</p> 	<p>Este bioelemento se localiza en agua, moléculas orgánicas, seres vivos y atmosfera, en este último se debe a la actividad fotosintética de plantas y los primeros organismos. Por otro lado, la dinámica de este elemento se localiza en seres vivos debido al proceso de respiración celular, ya que es necesario para la oxidación de los alimentos y obtención de energía, además, está presente en los ciclos biogeoquímicos del carbono y agua, corroborando una gran importancia para todos los seres vivos.</p>
<p>Nitrógeno (N)</p> 	<p>Componente de proteínas (dentro de los aminoácidos) y ácidos nucleicos (bases nitrogenadas); componente de la clorofila y hemoglobina en plantas y sangre respectivamente. Además, presenta un ciclo biogeoquímico, donde su lugar de reserva es la atmosfera, el cual es tomado por las bacterias nitrificantes y es incorporado al resto de los seres vivos por medio de una serie de reacciones químicas.</p>

Elementos secundarios	Características y funciones
<p>Azufre (S)</p> 	<p>Elemento destacado de los aminoácidos presente en metionina y cisteína. El azufre es capturado por las raíces y pared celular por plantas acuáticas y terrestres, después es metabolizado en dichos aminoácidos y más adelante es incorporado al resto de los organismos; todo lo anterior corresponde al ciclo del azufre ya que al morir los animales el azufre retorna al suelo y vuelve a comenzar el ciclo.</p>
<p>Calcio (Ca)</p> 	<p>El calcio localiza principalmente en suelo o minerales como sales de calcio las cuales son incorporados por plantas y otros organismos, donde es metabolizado para la construcción estructural de los huesos y dientes. Además, dentro del citoplasma el calcio se encuentra ionizado como ion calcio (Ca^{2+}) donde es importante en la contracción muscular, la conducción de impulsos nerviosos y la coagulación sanguínea, así mismo, se asociado con la pared celular de las plantas regulando procesos osmóticos de estas.</p>
<p>Cloro (Cl)</p> 	<p>El ion cloruro (Cl^-) es el principal ion negativo (anión) consumido por la sal de la dieta (NaCl). Cuenta con diversas funciones como el balance ácido-base, movimiento de agua entre diferentes compartimentos, actividad muscular, modulador de la inmunidad, coagulación y función renal, entre otras. En las plantas es esencial para la fotosíntesis.</p>
<p>Fósforo (P)</p> 	<p>Componente de los ácidos nucleicos, nucleótidos y fosfolípidos de las membranas (grupo fosfato); importante en las reacciones de transferencia de energía (ATP); componente estructural de los huesos y dientes (minerales fosfatados). Su principal reserva localizada en la corteza terrestre y gracias al ciclo de este se puede incorporar a los seres vivos debido a las plantas que utilizan los minerales de suelo para poder subsistir y dar sostén al resto de los seres vivos.</p>
<p>Hierro (Fe)</p> 	<p>El ion hierro es un elemento divalente (Fe^{+2}) o trivalente (Fe^{+3}), su fuente natural es animales, plantas y sales inorgánicas. El hierro se encuentra formando dos grupos diferentes, hierro hémico y hierro no hémico. El primero es de origen animal, el cual se encuentra quelado con proteínas como la hemoglobina, mioglobina, citocromos entre otras hemoproteínas. El tipo no hémico es localizado en sales inorgánicas, vegetales comestibles y en</p>

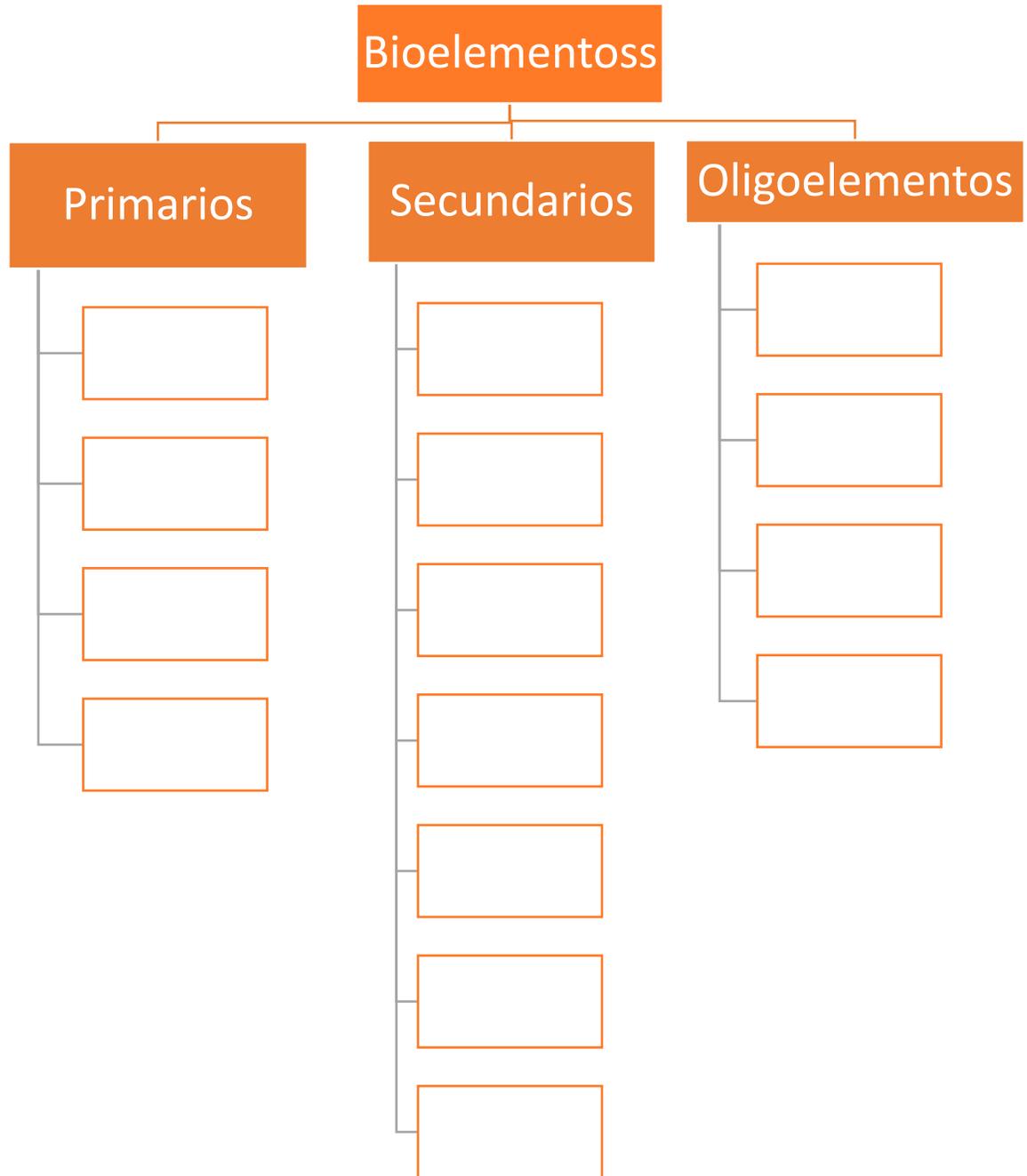
	preparados farmacéuticos utilizados en la terapia contra la deficiencia de este mineral.
Magnesio (Mg) 	<p>El magnesio se presenta en el suelo en forma de minerales este incorporado por las plantas, a través de procesos de absorción, después son con sumidos por los organismos. Este catión divalente (Mg^{2+}) almacenado en huesos, compartimentos intracelulares del músculo y tejidos blandos; presenta numerosas recciones enzimáticas, de transporte y síntesis de proteínas y ácidos nucleicos como la generación de ATP, antagonizar el calcio, modulación de transducción de señales entre otras cuantas. Además, es componente de la clorofila en las plantas (da el color verde característico de las plantas), permitiendo la absorción de la energía solar.</p>
Potasio (K) 	<p>El potasio presente en minerales o sales, las cuales son incorporadas por los seres vivos ya sea por la dieta o absorción y al ser incorporado se ioniza en ion potasio (K^+), donde funge como principal ion positivo (catión) en el citoplasma de las células animales (controla el potencial eléctrico); importante en la función nerviosa (impulsos nerviosos); afecta la contracción muscular; controla la apertura de los estromas en las plantas.</p>
Sodio (Na) 	<p>El sodio al igual que el potasio se presenta en sales y es incorporado de igual manera que el potasio, así mismo, tiene una gran importancia en las células, ya que se presenta como ion sodio (Na^+) siendo este principal ion positivo (catión) en el líquido intersticial (tejido) de animales, el cual regula equilibrio de líquidos, conducción de impulsos nerviosos en animales y en plantas regula la fotosíntesis en las plantas.</p>
Oligoelementos	Características y funciones
Cobre (Cu) 	<p>El cobre se absorbe en los organismos por sus sales iónicas Cu^{+1} y Cu^{+2} localizado en minerales, verduras, legumbres, cereales nueces, frutas, carnes y pescados. Actúan como cofactores de muchas enzimas; presente en los citocromos (proteínas esenciales en el acarreo de electrones para la generación de moléculas energéticas como el ATP).</p>

<p>Manganeso (Mn)</p> 	<p>Las principales fuentes alimentarias de manganeso son las oleaginosas (colza, girasol cacahuete, soja, sésamo, nuez, almendra, aceituna, avellana, etc.), los moluscos, los crustáceos, así como el chocolate. El manganeso es un componente implicado en el metabolismo de los aminoácidos, lípidos y carbohidratos; y por lo tanto también en la producción de energía. Así mismo, también interviene en la formación del tejido conectivo, huesos y función nerviosa. Además, promueve la neutralización de radicales libres y en la protección del daño oxidativo.</p>
<p>Yodo (I)</p> 	<p>Es un mineral localizado en la superficie de la tierra y océanos y ríos además se encuentra en las capas profundas de la tierra y en los desechos de los pozos petroleros. El contenido de yodo en vegetales varia, debido al tipo de agua con el que se riegan y, la cantidad de yodo que se tenga en el suelo, por otro lado, los alimentos marinos tienen una mayor concentración de yodo, por la acumulación de yodo que se presentó a lo largo del tiempo. La función principal es la generación de tiroxina y triyodotironina, hormonas indispensables para metabolismo, crecimiento y desarrollo de tejidos.</p>
<p>Zinc (Zn)</p> 	<p>El zinc es un catión divalente (Zn^{+2}) localizado en una variedad de alimentos de origen animal, particularmente en los órganos y músculos de vacunos, aves, pescados y mariscos, en vegetales como nueces, legumbres, cereales y tubérculos. Las principales funciones en los organismos son catalíticas en la actuación de varias enzimas; actúa sobre la estabilidad estructural de algunas enzimas y regula la transcripción sobre la expresión génica.</p>



Practicando

Completar el siguiente esquema indicando los bioelementos y al menos una de sus características.



Relaciona cada bioelemento donde le corresponde.

1. Azufre () Implicado en el metabolismo de los aminoácidos, lípidos y carbohidratos y la principal fuente son las oleaginosas
2. Calcio () Necesario en la respiración celular
3. Carbono () Presente en los citocromos
4. Cloro () Es el principal ion negativo (anión) en el líquido intersticial (tejido) de animales
5. Cobre () Presente en moléculas de ATP
6. Fosforo () Es el principal ion positivo (catión) en el líquido intersticial (tejido) de animales
7. Hidrógeno () Presente en la hormona tiroidea
8. Hierro () Componente de la hemoglobina en los animales
9. Magnesio () Constituyente necesario en la proteínas y ácidos nucleicos
10. Manganeso () Elemento destacado de los aminoácidos presente en metionina y cisteína
11. Nitrógeno () Indispensable en la estructura de moléculas orgánicas
12. Oxígeno () Presente en cualquier biomolécula.
13. Potasio () Componente de la clorofila
14. Sodio () es el principal ion positivo (catión) en el citoplasma de las células animales (controla el potencial eléctrico)
15. Yodo () Presente en huesos y dientes de los animales
16. Zinc () Las principales funciones son catalíticas, estructural y regulador transcripcional.



Autoevaluación

Indicadores	¿Puedo lograrlo?	¿Tengo dudas?
Puedo explicar qué es el átomo		
Reconozco las diferencias de los bioelementos		
Identifico los diferentes bioelementos y los puedo clasificar		
Identifico la importancia de cada bioelemento		
En el caso de que hayas respondido "Tengo dudas" en alguno de los indicadores, refiere el tema en que necesitas más asesoría.		



Investigando

Te sugerimos consultar los siguientes recursos para facilitar tu práctica de asesoría académica:

- Visci. Todo sobre los bioelementos. Disponible en: <https://www.youtube.com/watch?v=xD9mVhaF-vY>
- A ciencia cierta. Bioelementos Primarios, Secundarios y Oligoelementos. Disponible en: <https://www.youtube.com/watch?v=HF770MrKGEw>
- Bskool. Bioelementos Primarios, Secundarios y Oligoelementos| Aplicacion|Porcentaje|Fácil y Dinámico. Disponible en: <https://www.youtube.com/watch?v=MhcxCN7zfVI>
- Boccio J. y col. Metabolismo del hierro: conceptos actuales sobre un micronutriente esencial. ALAN 53 (2) pp. 119-132. Disponible en: http://ve.scielo.org/scielo.php?script=sci_arttext&pid=S0004-06222003000200002
- Nutritienda.¿Para qué sirve el Manganeso? Beneficios y propiedades Disponible en: <https://blog.nutritienda.com/manganeso/>
- PiLeJe Laboratoire. Manganeso [El manganeso contribuye al metabolismo normal, al mantenimiento del hueso y el tejido conjuntivo normales]. Disponible en: <https://www.pileje.es/revista-salud/manganeso>

Referencias bibliográficas

1. Eldra p. Solomon, *et al.* (2013). Biología. Novena Edición. Editorial CENGAGE Learning. México, D.F.
2. Audersirk T. *et al.*. (2013). Biología la vida en la tierra con filosofía. Novena edición. Editorial Pearson. México, D.F.

Imágenes tomadas de:

- <https://pixabay.com/>
- <https://www.flaticon.es/>
- <https://images.freeimages.com/>
- <https://commons.wikimedia.org/>



Lección 3. Los carbohidratos

Relaciona la estructura con el grupo funcional o compuesto orgánico correspondiente, después responde las preguntas que se plantean.

- a) $R - OH$ () Aldehído
- b) $\begin{array}{c} O \\ || \\ R - C - H \end{array}$ () Hidroxilo
- c) $\begin{array}{c} O \\ || \\ R - C - R_1 \end{array}$ () Cetona
- d) $\begin{array}{c} O \\ || \\ - C - \end{array}$ () Carbonilo
- e) $- OH$ () Alcohol

1. Se caracteriza por poseer un grupo funcional carbonilo unido a dos átomos de carbono

- a) Alcohol
- b) Aldehído
- c) Cetona
- d) Carbohidrato

2. Son compuestos orgánicos caracterizados por poseer el grupo funcional $-CHO$ (carbonilo).

- a) Alcohol
- b) Aldehído
- c) Cetona
- d) Carbohidrato

3. Compuestos químicos orgánicos que contienen un grupo hidroxilo (-OH) en sustitución de un átomo de hidrógeno, de un alcano, enlazado de forma covalente a un átomo de carbono, grupo carbinol (C-OH)

- a) Alcohol
- b) Aldehído
- c) Cetona
- d) Carbohidrato

4. Biomoléculas compuestas principalmente de carbono, hidrógeno y oxígeno; las principales funciones en los seres vivos son el proporcionar energía inmediata, así como una función estructural

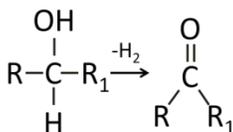
- a) Alcohol
- b) Aldehído
- c) Cetona
- d) Carbohidrato



Alcoholes, aldehídos, cetonas y su relación con los carbohidratos

En la lección anterior vimos que los bioelementos se unen por enlaces químicos para formar las moléculas constituyentes de los organismos vivos, que se denominan biomoléculas. Como pudiste notar la mayor parte del material sólido de los seres vivos y por lo tanto de sus células está formado por compuestos que contienen carbono. El estudio de tales compuestos los realiza la química orgánica.

La mayor parte del material que conforma a los seres vivos son compuestos que contienen carbono. Por esta razón para comprender la bioquímica es importante conocer algo de química y en este caso alcoholes, aldehídos y cetonas. Te preguntarán porque mencionamos a la química orgánica y sobre todo a los alcoholes, aldehídos y cetonas, esto se debe a que el **grupo funcional carbonilo (C = O)**, que consiste en un átomo de carbono con un doble enlace a un átomo de oxígeno, es uno de los grupos funcionales más importantes. Además, se puede considerar a los aldehídos y cetonas como derivados de los alcoholes, a los cuales se les ha eliminado dos átomos de hidrógeno, uno del grupo hidroxilo y otro del carbono contiguo, es decir, ocurre una reacción de oxidación donde se desprende hidrogeno, como puedes observar en la siguiente figura.



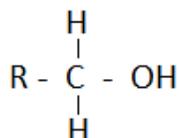
Oxidación de un alcohol a cetona

A su vez los glúcidos, azúcares o carbohidratos, son químicamente hablando, aldehídos o cetonas polihidroxilicos, o productos derivados de ellos por oxidación, reducción, sustitución o polimerización.

Por esta razón recordemos un poco la estructura de alcoholes, aldehídos y cetonas y algunas reacciones para posteriormente centrarnos en los carbohidratos.

Estructura de alcoholes y grupo funcional

Son compuestos químicos orgánicos, que presentan en su estructura uno o más grupos funcionales hidroxilo (-OH) enlazados covalentemente a un átomo de carbono saturado (o sea, con enlaces simples únicamente a los átomos adyacentes como se muestra en la figura siguiente (Enciclopedia Concepto, 2021).



Estructura general del alcohol

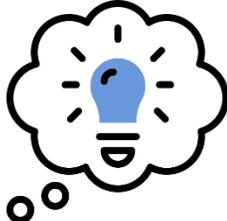
En la sociedad humana, los alcoholes son productos comerciales con numerosas aplicaciones, tanto en la industria como en las actividades cotidianas, el etanol, un alcohol, lo contienen numerosas bebidas (Figuera-Ruiz *et al.*, 2003)

Nomenclatura de alcoholes

Al igual que otros compuestos orgánicos, los alcoholes tienen distintas formas de nombrarse:

Método tradicional: se toma en cuenta a la cadena de carbonos a la cual se adhiere el hidroxilo (generalmente un alcano), para rescatar el término con el que se lo nombra, anteponer la palabra "alcohol" y luego añadir el sufijo -ílico en lugar de -ano. Por ejemplo:

Recuerda



El grupo hidroxilo es un grupo funcional formado por un átomo de oxígeno y otro de hidrógeno, característico de los alcoholes -OH

Alcano		Alcohol
$\begin{array}{c} \text{H} \\ \\ \text{H} - \text{C} - \text{H} \\ \\ \text{H} \end{array}$ <p style="text-align: center;">Metano</p>	<p>Uno de los hidrógenos (-H) del alcano se sustituye por el grupo hidroxilo (-OH) y se lleva a cabo el cambio de sufijo en el nombre, como mencionamos anteriormente</p> <p style="text-align: center;">Met-ano → Met-ílico</p>	$\begin{array}{c} \text{H} \\ \\ \text{H} - \text{C} - \text{OH} \\ \\ \text{H} \end{array}$ <p style="text-align: center;">Alcohol Metílico</p>

Seguendo las indicaciones mencionadas anteriormente, si se trata de una cadena de metano, se llamará alcohol metílico y si se trata de una cadena de etano, se llamará alcohol etílico.

Método IUPAC: al igual que le método tradicional, se presta atención al hidrocarburo precursor para usar su nombre, pero en la terminación añadir -ol en lugar de -ano. Por ejemplo:

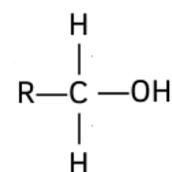
Si se trata de una cadena de metano, se llamará metanol y si se trata de una cadena de etano se llamará etanol. Lo anterior lo puedes visualizar mejor en la siguiente tabla.

$\begin{array}{c} \text{H} \\ \\ \text{H} - \text{C} - \text{OH} \\ \\ \text{H} \end{array}$	<p>Método Tradicional: Metanol IUPAC: Alcohol metílico</p>
$\begin{array}{c} \text{H} \quad \text{H} \\ \quad \\ \text{H} - \text{C} - \text{C} - \text{OH} \\ \quad \\ \text{H} \quad \text{H} \end{array}$	<p>Método Tradicional: Etanol IUPAC: Alcohol etílico</p>

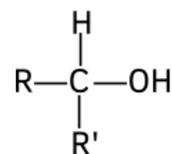
Además, los alcoholes se pueden clasificar de acuerdo con el número de grupos hidroxilo (-OH) que tengan en su estructura: monoalcoholes o alcoholes. Estos contienen un solo grupo hidroxilo y polialcoholes o polioles, contienen más de un grupo hidroxilo.

Otra forma de clasificar los alcoholes es según la posición del carbono al cual está enlazado el grupo hidroxilo, teniendo en cuenta también a cuántos átomos de carbono está enlazado además este carbono:

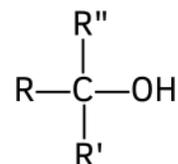
Los alcoholes primarios, cuyo carbono que lleva el grupo hidroxilo está ligado a al menos dos átomos de hidrógeno y un radical orgánico R:



Los alcoholes secundarios, cuyo carbono que lleva el grupo hidroxilo está ligado a un átomo de hidrógeno y dos radicales orgánicos R y R':



Los alcoholes terciarios, cuyo carbono que lleva el grupo hidroxilo está ligado a tres radicales orgánicos R, R' y R'':



Como ya mencionamos anteriormente los aldehídos y las cetonas son derivados de los alcoholes, por lo que los veremos a continuación.

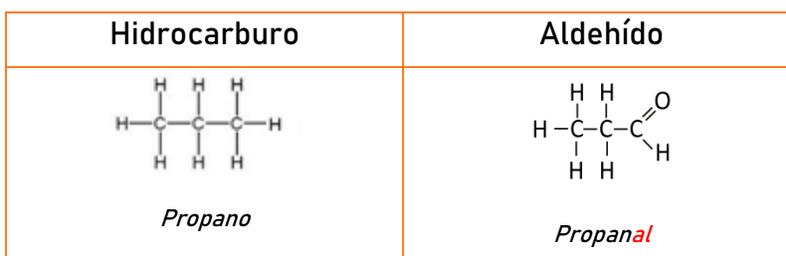
Aldehídos y cetonas

Como mencionamos al inicio de esta sección son compuestos orgánicos que poseen estructuras que contienen el grupo carbonilo (**C=O**), por lo que la química de los aldehídos y cetonas también es parecida. En el caso de los aldehídos debes observar que el grupo carbonilo **-C = O** está unido a un solo radical orgánico (**-R**) y a un hidrógeno, como podrás observar en la tabla de abajo. Los aldehídos y las cetonas son muy reactivos, pero los primeros suelen ser los más reactivos. De todos los compuestos orgánicos, los aldehídos y las cetonas son los que más se encuentran, tanto en la naturaleza como en la industria química. En la naturaleza, una buena parte de las sustancias necesarias para los organismos vivos son los aldehídos o cetonas. En la industria química se producen aldehídos y cetonas simples en grandes cantidades para utilizarlas como disolventes y materias primas (Cornejo-Arteaga, s.f.) Puedes observar su similitud estructural en las ilustraciones siguientes:



Nomenclatura de aldehídos y cetonas

Para denominar los aldehídos y cetonas se puede usar el sistema IUPAC. En ambos casos primero se debe encontrar la cadena hidrocarbonada más larga que contenga al grupo carbonilo. La terminación **-o** de los hidrocarburos se reemplaza por **-al** para indicar un aldehído. El carbono del grupo aldehído se encuentra en el extremo de la cadena, por lo que se le da el número 1.



Las cetonas se denominan cambiando la terminación **-o** de la cadena carbonada lineal más larga que contienen al grupo carbonilo (**C=O**) por la terminación **-ona**. En las cetonas de cadena abierta, se numera la cadena más larga en la que está incluido el grupo carbonilo, comenzando por el extremo que está más próximo al grupo carbonilo, y se indica la posición del grupo carbonilo mediante un número. En las cetonas cíclicas, al átomo de carbono carbonílico (**-C=O**) se le asigna el número 1. Observa el siguiente ejemplo:

Hidrocarburo	Cetona
$ \begin{array}{c} \text{H} & \text{H} & \text{H} \\ & & \\ \text{H}-\text{C}-\text{C}-\text{C}-\text{H} \\ & & \\ \text{H} & \text{H} & \text{H} \end{array} $ <p>Propano</p>	$ \begin{array}{c} \text{H} & & \text{H} \\ & & \\ \text{H}-\text{C}-\text{C}-\text{C}-\text{H} \\ & & \\ \text{H} & \text{O} & \text{H} \end{array} $ <p>Propanona</p>
$ \begin{array}{c} \text{H} & \text{H} & \text{H} & \text{H} \\ & & & \\ \text{H}-\text{C}-\text{C}-\text{C}-\text{C}-\text{H} \\ & & & \\ \text{H} & \text{H} & \text{H} & \text{H} \end{array} $ <p>Butano</p>	$ \begin{array}{c} \text{H} & \text{H} & \text{O} & \text{H} \\ & & & \\ \text{H}-\text{C}-\text{C}-\text{C}-\text{C}-\text{H} \\ & & & \\ \text{H} & \text{H} & & \text{H} \end{array} $ <p>2-Butanona</p>
$ \begin{array}{c} \text{H} & \text{H} & \text{H} & \text{H} & \text{H} \\ & & & & \\ \text{H}-\text{C}-\text{C}-\text{C}-\text{C}-\text{C}-\text{H} \\ & & & & \\ \text{H} & \text{H} & \text{H} & \text{H} & \text{H} \end{array} $ <p>Pentano</p>	$ \begin{array}{c} \text{H} & \text{H} & \text{H} & \text{O} & \text{H} \\ & & & & \\ \text{H}-\text{C}-\text{C}-\text{C}-\text{C}-\text{C}-\text{H} \\ & & & & \\ \text{H} & \text{H} & \text{H} & & \text{H} \end{array} $ <p>2-Pentanona</p>

Ahora que sabes cómo se estructuran los alcoholes, aldehídos y cetonas debes recordar que los alcoholes primarios pueden oxidarse a aldehídos y los alcoholes secundarios, a cetonas, además ten en cuenta que están estrechamente relacionados con los carbohidratos ya que estos son químicamente hablando, aldehídos o cetonas polihidroxilicos, o productos derivados de ellos por oxidación, reducción, sustitución o polimerización. A continuación, veremos la importancia y las funciones de los carbohidratos, macromoléculas que llevan a cabo muchas funciones en la naturaleza.

Carbohidratos

Los carbohidratos son los compuestos orgánicos naturales más ampliamente distribuidos en la tierra (Moreno, s.f.). Son compuestos orgánicos formados por carbono, hidrógeno y oxígeno y se encuentran tanto en plantas como animales. También pueden ser llamados hidratos de carbono o glúcidos y son un importante constituyente de la dieta humana y proveen una alta proporción de las calorías (50 a 60%) consumidas.



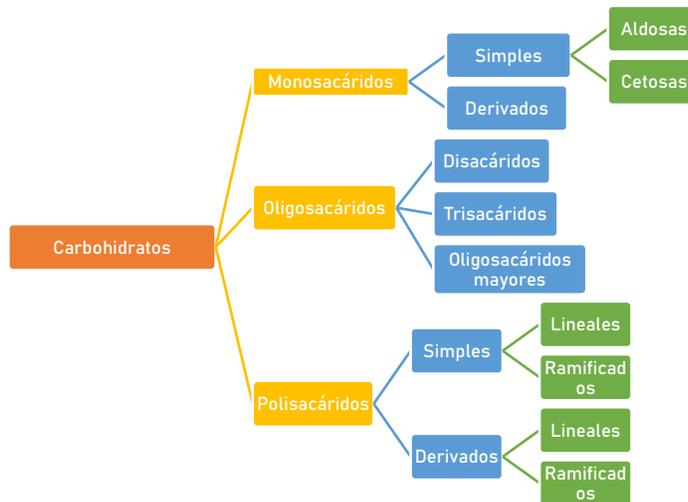
Algunos alimentos que son ricos en carbohidratos son las frutas y verduras, la leche y los productos derivados de esta como el queso o el yogur, así como en los azúcares y productos refinados como la harina blanca, el azúcar y el arroz. Además, se incluyen alimentos como legumbres, verduras ricas en almidón y panes y otros productos que incluyan cereales integrales.

Químicamente hablando el átomo de carbono posee cuatro electrones de valencia, esto le permite formar cuatro enlaces del tipo covalente con otros átomos. A través de estos enlaces los átomos de carbono pueden unirse entre sí y con átomos de otro tipo, por ejemplo, el hidrogeno, oxígeno y fosforo por mencionar algunos, todo esto para formar las biomoléculas que conforman la vida.

Los glúcidos (o carbohidratos) desempeñan una gran variedad de funciones en los organismos, como una fuente energética o formando material estructural de las membranas, entre otras funciones, son moléculas altamente versátiles como podrás observar en la siguiente tabla:

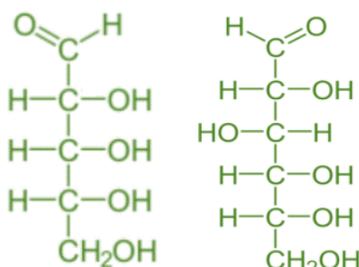
Provisión y almacenamiento de energía	Estructurales y de soporte	Reconocimiento celular	Detoxificación
<p>Una de las principales funciones de los carbohidratos es su metabolización a nivel celular para producir energía de uso inmediato, cuando no son usados de inmediato, se polimerizan para formar moléculas más grandes las cuales sirven como reserva energética, tales como el almidón en las plantas y el glucógeno en los animales.</p> 	<p>Algunas moléculas en forma de polisacáridos (que veremos más adelante) forman estructuras de soporte que le confieren resistencia mecánica a células, tejidos órganos y organismos:</p> <ul style="list-style-type: none"> • Pared celular de plantas, hongos y bacterias (celulosa) • Exoesqueleto de artrópodos y crustáceos (quitina) 	<p>Algunos carbohidratos pueden unirse a lípidos y proteínas (de manera covalente). Esto tiene como finalidad formar estructuras de reconocimiento en la superficie de la célula. Estas asociaciones (glicoproteínas y glicolípidos) sirven de señales de reconocimiento para hormonas, anticuerpos, bacterias, virus u otras células.</p> 	<p>Las sustancias tóxicas que no son solubles en agua de origen metabólico de un animal como hormonas esteroideas, bilirrubina, etc. o de origen externo como antibióticos, drogas, etc. tienden a acumularse en tejidos con alto contenido de lípidos (cerebro o tejido adiposo) Una de las maneras de hacerlo es por la orina o sudor, El ácido glucurónico es un derivado de la glucosa (carbohidrato), este ácido cumple muchas de estas funciones debido a que puede formar glucósidos con estas moléculas, incrementando su solubilidad en agua.</p>

De acuerdo con su estructura los carbohidratos se clasifican en: **monosacáridos, oligosacáridos y polisacáridos.**



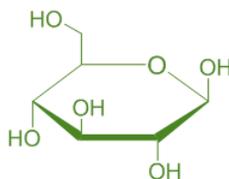
Monosacáridos

Los monosacáridos simples son las unidades básicas de los carbohidratos. Estos siempre contienen un grupo aldehído (aldosas) o un grupo cetona (cetosas); además, de dos o más grupos hidroxilo (-OH). Pueden tener de dos a ocho átomos de carbono.



Ribosa y Glucosa

Los monosacáridos no solo pueden tener forma lineal, también pueden tener forma cíclica, en la glucosa se origina al reaccionar el grupo aldehído, situado en el primer carbono, con el grupo hidroxilo del quinto carbono, este anillo se denomina Piranosa. Del mismo modo, en la fructosa el grupo cetona, situado en el segundo carbono, reacciona con el grupo hidroxilo del quinto carbono para formar un anillo de cinco componentes que se denomina Furanosa.



Estructura de la piranosa (glucosa)

Isomería de los monosacáridos

Recordemos que la isomería es una propiedad de aquellos compuestos químicos (en especial las cadenas de carbono), que tienen la misma fórmula molecular (fórmula química no desarrollada) de iguales proporciones relativas de los átomos que conforman su molécula, pero presentan estructuras químicas distintas y, por ende, diferentes propiedades y configuración.

En todos los monosacáridos simples hay uno o varios carbonos asimétricos o quirales, con la excepción de la dihidroxiacetona. Entonces, como todas las moléculas que tienen centros quirales son ópticamente activas, los monosacáridos también tienen la particularidad de desviar el plano de luz polarizada hacia la izquierda o hacia la derecha.

Recuerda que la quiralidad es la propiedad de un objeto de no ser superponible con su imagen especular. Como ejemplo sencillo, la mano izquierda humana no es superponible con su imagen especular (la mano derecha). Por el contrario, un cubo o una esfera sí son superponibles con sus respectivas imágenes especulares.

Enantiómeros

Este tipo de isomerismo se observa en la fórmula del gliceraldehído, el segundo átomo de carbono tiene cuatro sustituyentes diferentes, por lo que es un carbono quiral. La forma más compacta de representar los enantiómeros es utilizando una proyección de Fischer

Proyección de Fisher: es una proyección bidimensional utilizada en química orgánica para representar la disposición espacial de moléculas en las que uno o más átomos de carbono están unidos a 4 sustituyentes diferentes.

Otro tipo de isomerismo es el que se da debido a la capacidad de desviar el plano de la luz polarizada, los que desvían la luz hacia la derecha se conocen como D (dextrógiros) y los que la desvían hacia la izquierda L (levógiros). El carbono asimétrico, el más alejado del aldehído determina la designación D/ L según la posición del grupo funcional OH. En los organismos domina una forma

Diastómeros

Los diastómeros se distinguen de los primeros porque no son imágenes especulares uno del otro. Son isómeros que difieren en su orientación alrededor de otros carbonos, con la misma fórmula estructural, pero con una disposición diferente en sus grupos, recibiendo nombres diferentes, como ejemplos podemos mencionar a la treosa y la eritrosa que son dos aldotetrosas con orientaciones contrarias alrededor del carbono 2, teniendo cada uno dos enantiómeros (D Y L).

Anómeros

Los monosacáridos de 5 y 6 carbonos presentan la característica de poder formar estructuras de anillo muy estables. En condiciones fisiológicas en disolución, los monosacáridos de 5 y 6 carbonos se encuentran en un 99% en forma de anillo. Esta nueva estructura a formado un nuevo centro asimétrico basado en el carbono 1, dando lugar a los estereoisómeros α y β debido a la rotación de la luz polarizada, estos isómeros que difieren en la configuración tan sólo del carbono 1 (átomo del carbono anomérico) se denominan anómeros.

Entre las funciones de los monosacáridos se encuentran: fuente de energía, si se presenta un exceso se pueden transformar a lípidos y se almacenan en tejido adiposo, forman parte de otras estructuras y son precursores de los oligo y polisacáridos.

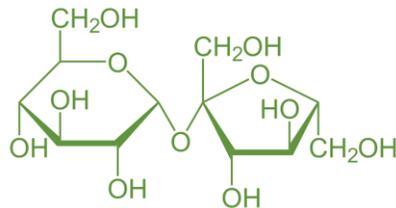
Oligosacáridos

Son polímeros de monosacáridos, que no rebasan el número de diez monosacáridos cíclicos, los más abundantes son los **disacáridos**. Los oligosacáridos tienen propiedades reductoras cuando uno de los hidroxilos anoméricos no está comprometido con el enlace glucosídico.

Los disacáridos (oligosacáridos)- enlace glucosídico

Entre dos unidades de D-glucosa, se puede formar un enlace carboxílico entre un grupo OH de un monosacárido y uno de los grupos alcohólicos del otro. Como consecuencia, se producirá una molécula de agua y el átomo de oxígeno unirá como puente los carbonos. El

enlace se denomina O-glucosídico y es el tipo de enlace de todas las uniones de monosacáridos. El enlace se indica mediante un paréntesis. Ejemplo. α -D Glucopiranosil (1-2) β -D-Fructofuranósido (sacarosa), dicho en otras palabras, en el enlace que se da entre el grupo hidroxilo del carbón anomérico de un monosacárido cíclico y el grupo hidroxilo de otro compuesto [Ramírez Fuentes, M.G. (s.f.)]



Sacarosa

Los disacáridos son el resultado de la unión de dos monosacáridos mediante un enlace O-glucosídico. Por último, los polisacáridos como su nombre lo indica son compuestos formados por condensación de monosacáridos simples, los describiremos a continuación.

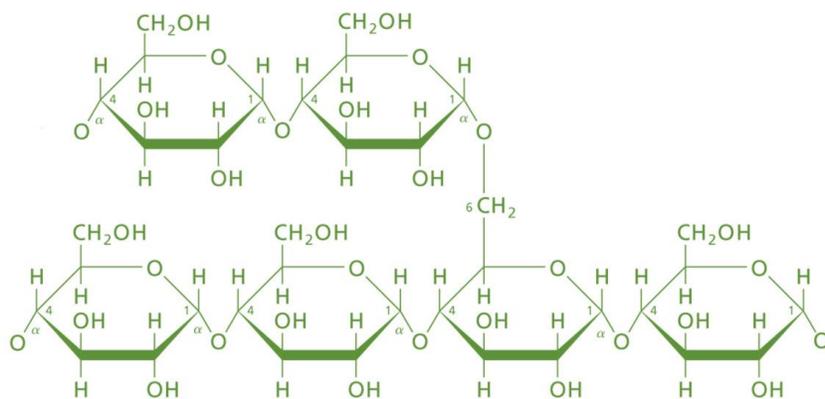
Polisacáridos

En general se consideran como polisacáridos a aquellos que están formados por la unión de más de 20 unidades de monosacáridos, pueden ser lineales o ramificados. Los polisacáridos pueden ser de reserva o estructurales.

Los de reserva más importantes son: el almidón, la amilopectina y el glucógeno. Los dos primeros son reserva de las plantas y el último de los animales.

El glucógeno tiene una estructura similar a la amilopectina, pero con ramificaciones más frecuentes, cada 8 a 12 monómeros y masa molecular más elevada, de hasta varios millones. El glucógeno tiene especial importancia en el reino animal porque garantiza un aporte endógeno instantáneo y considerable de glucosa.

De los polisacáridos estructurales el más importante es la celulosa, que pueden contener varios miles de residuos de glucosa en secuencia lineal unidos por enlaces (1 β - 4) este tipo de enlace le da una configuración retorcida



Estructura de la amilopectina



Practicando

Completa la tabla con las estructuras químicas de los compuestos orgánicos basándose en los compuestos de carbono (alcanos) de la primera columna. Puedes usar las fórmulas desarrolladas o semidesarrolladas siguiendo las reglas de nomenclatura. Guíate en el ejemplo:

Compuesto de carbono	Alcohol	Aldehído	Cetona
Metano $\begin{array}{c} \text{H} \\ \\ \text{H}-\text{C}-\text{H} \\ \\ \text{H} \end{array}$	Metanol $\begin{array}{c} \text{H} \\ \\ \text{H}-\text{C}-\text{OH} \\ \\ \text{H} \end{array}$	Metanal $\begin{array}{c} \text{O} \\ \\ \text{H}-\text{C}-\text{H} \end{array}$	NA
Etano $\begin{array}{c} \text{H} \quad \text{H} \\ \quad \\ \text{H}-\text{C}-\text{C}-\text{H} \\ \quad \\ \text{H} \quad \text{H} \end{array}$			NA
			Propanona $\begin{array}{c} \text{O} \\ \\ \text{H}_3\text{C}-\text{C}-\text{CH}_3 \end{array}$
Butano $\begin{array}{c} \text{H} \quad \text{H} \quad \text{H} \quad \text{H} \\ \quad \quad \quad \\ \text{H}-\text{C}-\text{C}-\text{C}-\text{C}-\text{H} \\ \quad \quad \quad \\ \text{H} \quad \text{H} \quad \text{H} \quad \text{H} \end{array}$			2-Butanona $\begin{array}{c} \text{H} \quad \text{H} \quad \text{O} \quad \text{H} \\ \quad \quad \quad \\ \text{H}-\text{C}-\text{C}-\text{C}-\text{C}-\text{H} \\ \quad \quad \quad \\ \text{H} \quad \text{H} \quad \quad \text{H} \end{array}$
Pentano	Pentanol	Pentanal	2-Pentanona

Anota las principales características de los tipos de carbohidratos que existen

Monosacáridos	Oligosacáridos	Polisacáridos



Auto
evaluación

Indicadores	¿Puedo lograrlo?	¿Tengo dudas?
Identifico la estructura de los compuestos orgánicos relacionados a los carbohidratos.		
Distingo los diferentes grupos funcionales hidroxilo (-OH) y carbonilo (O=).		
Logro explicar la clasificación de los carbohidratos de acuerdo con su estructura.		
En el caso de que hayas respondido "Tengo dudas" en alguno de los indicadores, refiere el tema en que necesitas más asesoría.		



Investigando

Te sugerimos consultar los siguientes recursos para facilitar tu práctica de asesoría académica:

- Química y algo más. Clasificación de los alcoholes. Disponible en: <https://quimicayalgomias.com/quimica-organica/alcoholes-aldehidos-cetonas/alcoholes-parte-1/>
- Universidad Autónoma del Estado de Hidalgo. Cetonas y Aldehídos. Disponible en: <https://www.uaeh.edu.mx/scige/boletin/prepa3/n8/m8.html>
- Medical Led. Introducción a carbohidratos parte 1: Generalidades, estructura y monosacáridos relevantes. Disponible en: https://youtu.be/erg0h5Ps4_U.
- Grupos funcionales. Propiedades de los compuestos del carbono. Disponible en: <http://www.objetos.unam.mx/quimica/compuestosDelCarbono/grupos-funcionales/index.html#tabs-2>

Referencias bibliográficas

- Alcoholes – Química y algo más. (2011). Química y algo más. Recuperado 16 de octubre de 2021, de <https://quimicayalgomias.com/quimica-organica/alcoholes-aldehidos-cetonas/alcoholes-parte-1/>
- Álvarez, D. O. (2021). Alcoholes - Concepto, tipos, nomenclatura y propiedades. Concepto <https://concepto.de/alcoholes/>
- Angulo Rodríguez, A. A., Galindo Uriarte, A. R., Avendaño Palazuelos, R. C., & Pérez Angulo, C. (2019). Bioquímica, quinto semestres (8 reimpresión ed., Vol. 1). UAS-DGEP.
- Cornejo Arteaga, P. M. L. (s. f.). Cetonas y aldehídos. Universidad Autónoma del Estado de Hidalgo <https://www.uaeh.edu.mx/scige/boletin/prepa3/n8/m8.html>
- Figuero, E; Carretero, M; Cerero, R; Esparza, G; Moreno, L (2004). Efectos del consumo de alcohol etílico en la cavidad oral: Relación con el cáncer oral. Medicina y Patología Oral 9. p. 14
- Moreno Salazar (s/f). Temas selectos de Bioquímica General. dagus unison. <https://dagus.unison.mx/smoreno/Temas%20Selectos%20de%20Bioqu%C3%ADmica%20General.pdf>
- Ramírez Fuentes, M.G. (s.f.). Carbohidratos. https://fmvz.unam.mx/fmvz/p_estudios/apuntes_bioquimica/Unidad_3.pdf

Imágenes tomadas de:

- <https://pixabay.com/>
- <https://www.flaticon.es/>
- <https://commons.wikimedia.org/>

Lección 4. Los lípidos



Explorando

Subraya la respuesta correcta

1. Son un grupo de biomoléculas orgánicas, se encuentran conformados por carbono, hidrogeno y oxígeno, en algunos casos pueden presentar nitrógeno, fosforo y azufre. Son hidrófobos, es decir, son insolubles al agua, pero solubles en disolventes orgánicos no polares (hidrocarburos) como el éter.

- a) Agua b) Biomolécula c) Lípido d) Proteína

2. Son conocidos como grasas y tienen varias funciones. Son la principal forma de almacenamiento y transporte de los ácidos grasos, de igual forma proporcionan aislamiento en consecuencia de las bajas temperaturas, por lo que impide la pérdida de calor, en cuanto a vegetales constituye una fuente importante de reserva de energía.

- a) Triglicérido b) Célula c) ARN d) Carbohidrato

3. Son los encargados de dar color, el pigmento naranja que se encuentran en la mayoría de las plantas, son los únicos tetraterpeno.

- a) Carotenoides b) Bioquímica c) Almidón d) ADN



Comprendiendo

Lípidos

Son un grupo de biomoléculas orgánicas, se encuentran conformados por carbono, hidrogeno y oxígeno, en algunos casos pueden presentar nitrógeno, fosforo y azufre. Son hidrófobos, es decir, son insolubles al agua, pero solubles en disolventes orgánicos no polares (hidrocarburos) como el éter. Químicamente forman parte de un grupo muy heterogéneo y diverso, desempeñan funciones biológicas de gran importancia ya que son una de las biomoléculas con mayor poder energético celular, entre sus diversas funciones se encuentran protección, vitamínico, pigmentico, antioxidante, hormonal, mensajero y estructural. Los ácidos grasos se encuentran unidos por un enlace éster, se puede

clasificar en: lípidos saponificables, lípidos insaponificables y ácidos grasos, los que a su vez pueden ser saturados o insaturados.

Lípidos saponificables: se encuentran formados por ésteres de ácidos grasos y un alcohol, por ejemplo:

- Lípidos simples (hololípidos), acilglicéridos (monoglicéridos, diglicéridos y triglicéridos).
- Lípidos complejos (heterolípidos): fosfolípidos, fosfoglicéridos, esfingolípidos y ceras.

Lípidos insaponificables: no contienen ácidos grasos por ejemplo los terpenos, prostaglandinas, esteroides y los eicosanoides.

Clasificación de los lípidos

Los lípidos representan a un grupo extremadamente heterogéneo de moléculas orgánicas, se clasifican de acuerdo con su estructura molecular, en otras palabras, se hace referencia a la cantidad de ácidos grasos (número de carbonos presentes en cada estructura) y glicerol, a continuación, se presenta una breve descripción:

1. Los ácidos grasos

Comprenden moléculas que tienen un grupo carboxílico (-COOH) unido a una cadena hidrocarbonada, el número de carbonos es igual o mayor a tres, lo más común es que contengan entre 12 y 24. Comúnmente no se encuentran libres y suelen formarse por consecuencia de la hidrólisis de otros lípidos, pueden ser saturados o insaturados dependiendo del tipo de enlace que poseen.

- A. Ácidos grasos saturados: cuando los enlaces son simples unión carbono-carbono (C - C).
- B. Ácidos grasos insaturados: cuando tienen doble o triple enlace. Los dobles enlaces (C = C) tienen la característica de ser estructuras rígidas, las moléculas que los contienen pueden presentarse de dos formas isómeras: cis y trans:
 - Los **“cis”** hace referencia a los grupos semejantes o idénticos, es decir el enlace se encuentra en el mismo lado.
 - La configuración **“trans”** hace referencia cuando los grupos se encuentran en lados opuestos. En la naturaleza la mayoría de los ácidos grasos se suelen encontrar en configuración cis.

Los ácidos grasos con solamente un doble enlace se denominan monoinsaturados, cuando existan dos o más dobles enlaces se les denomina poliinsaturados. Los mamíferos obtienen la mayoría de los ácidos grasos de la alimentación, no obstante es posible que el mamífero sintetice ambos tipos de ácidos grasos, de igual forma pueden modificarlos añadiendo unidades de dos carbonos o introduciendo algunos enlaces, los ácidos grasos que pueden ser sintetizados por el mismo organismo se denominan ácidos grasos no esenciales, los ácidos grasos que el organismo no es capaz de producir y necesita obtenerse de la alimentación se denominan ácidos grasos esenciales (ej. ácido linoleico). Entre los alimentos que contienen este tipo de ácidos grasos se encuentran los vegetales, nueces, aceites y semillas.



2. Acilglicéridos

Son ésteres constituidos por el alcohol glicerol y ácidos grasos (tanto saturados como insaturados), se forman mediante una reacción de condensación denominada esterificación. Una molécula de glicerol reacciona hasta con tres moléculas de ácidos grasos, puesto que tiene tres grupos hidroxilo. Según el número de ácidos grasos que aparezcan esterificados, los acilglicéridos pueden ser de tres tipos: monoacilglicéridos, diacilglicéridos, triacilglicéridos.

3. Triglicéridos

Son conocidos como grasas y tienen varias funciones. Son la principal forma de almacenamiento y transporte de los ácidos grasos, de igual forma proporcionan aislamiento en consecuencia de las bajas temperaturas, por lo que impide la pérdida de calor, en cuanto a vegetales constituye una fuente importante de reserva de energía. Entre las grasas encontramos:



- Aceites los cuales están formados por ácidos grasos insaturados, por lo tanto, son líquidos a temperatura ambiente. Son propios de los vegetales.
- Las grasas o sebos suelen estar formados por ácidos grasos saturados, por lo tanto, a diferencia de los aceites estos a temperatura ambiente se encuentran en estado sólido. Son propios de los animales.

4. Céridos o ceras

Son ésteres de un ácido graso con un alcohol monovalente lineal de cadena larga. Entre sus funciones se encuentra protección y revestimiento son insolubles al agua y suelen formar laminas protectoras (piel, pelo, plumas), un claro ejemplo es la cera de abeja. Las ceras además pueden contener de igual forma hidrocarburos, alcoholes ácidos grasos, aldehídos y esteroides.



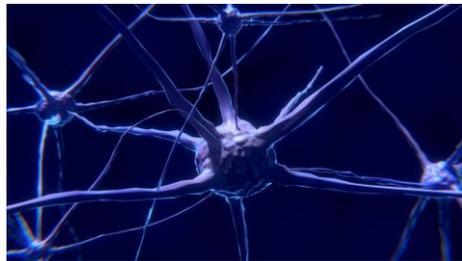
5. Fosfolípidos

Son de importancia biológica ya que comprenden el principal componente estructural de las membranas, además de tener funciones como emulsionantes y agentes superficiales activos, estos últimos disminuyen en cierto modo la tensión superficial de un líquido. Se caracterizan por ser anfipáticas es decir son hidrófobas e hidrofílicas al mismo tiempo, la parte hidrófoba está formado por cadenas hidrocarbonadas de los ácidos grasos y la parte hidrofílica está conformada por la cabeza polar, la cual contiene fosfato y otros grupos cargados o polares. Existen dos tipos de fosfolípidos:

- Fosfoglicéridos: son moléculas que contienen glicerol, ácidos grasos, fosfato y un alcohol
- Esfingomielinas: se diferencian en que contienen esfingosina en lugar de glicerol.

6. Esfingolípidos

Están conformadas por un aminoalcohol de cadena larga, en animales el alcohol es principalmente esfingosina, por otro lado, en los vegetales es la fitoesfingosina. Se caracterizan porque en su centro se encuentra una ceramida un derivado amida de ácido graso de la esfingosina. Se pueden encontrar en las membranas tanto animal como vegetal. Abunda en el tejido nervioso, de este derivan los cerebrósidos y gangliósidos los cuales están formados por una ceramida unida a un glúcido.



- En los cerebrósidos el glúcido es un monosacárido glucosa o galactosa y abundan en las membranas de las neuronas y vainas de mielina.
- Para los gangliósidos el glúcido es un oligosacárido complejo y abunda en las neuronas y glóbulos rojos, suele encontrarse en la cara externa de las membranas.

7. Isoprenoides

Son biomoléculas que contienen unidades estructurales de cinco carbonos que se repiten y que se denominan unidades isopreno. Los isoprenoides constan de terpenos y esteroides. Los terpenos son un grupo que se encuentra en gran medida en los aceites esenciales de las plantas y los esteroides son derivados del sistema de anillo del colesterol.

Según el número de moléculas de isopreno se denominan:

- Monoterpenos: 2 unidades de isopreno. Componen los aceites esenciales de muchas plantas que les dan olor y sabor. Ej. mentol y geraniol
- Sesquiterpenos: 3 unidades de isopreno. Ej. farneseno
- Diterpenos: 4 unidades de isopreno. Ej. fitol de la clorofila
- Triterpenos: 6 unidades de isopreno. Ej. precursores del colesterol
- Tetraterpenos: 8 unidades de isopreno. Ej. pigmentos como la xantofila y el caroteno.

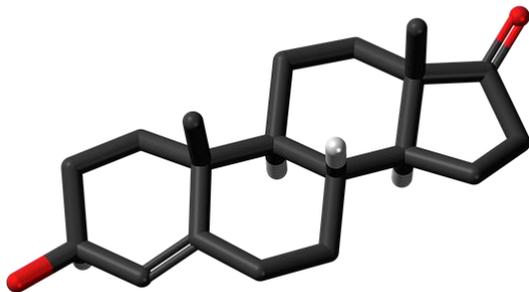
- Politerpenos: más de 8 unidades de isopreno. Ej. caucho.

Los carotenoides son los encargados de dar color, el pigmento naranja que se encuentran en la mayoría de las plantas, son los únicos tetraterpenos. Los carotenos son moléculas hidrocarbonadas. Las xantofilas por otro lado son derivados oxigenadas de los carotenos.



8. Esteroides

Son derivados complejos de los triterpenos, se encuentra en todas las eucariotas y en un pequeño número de bacterias. Los esteroides están formados por cuatro anillos fusionados. Los esteroides se diferencian entre ellos por la posición de los dobles enlaces carbono-carbono y diversos sustituyentes.



Esteroles tienen un -OH en el carbono 3 y una cadena carbonada en el 17. El principal es el colesterol. El colesterol, es un ejemplo de esteroide y es un componente esencial de las membranas de las células animales, normalmente se almacena dentro de las células en forma de éster de ácido graso. Se encuentra en la sangre en una proporción de 160-240 g/l según la edad. Son de

carácter hidrófobo por lo que para ser transportadas en sangre se requieren las lipoproteínas, las cuales se encuentran en el plasma sanguíneo de los mamíferos principalmente los humanos.

Clasificación de las lipoproteínas

De acuerdo con su densidad se clasifican en:

- LDL: lipoproteína de baja densidad, es conocido como “colesterol malo” tiene más lípidos que proteínas y transporta el colesterol a todos los tejidos menos al hígado, es bien sabido que el hígado es el encargado del metabolismo de los ácidos grasos y sus derivados.
- HDL: lipoproteína de alta densidad, conocido como “colesterol bueno” tiene más proteínas que lípidos, se encargan de recoger el colesterol y llevarlo al hígado donde es procesado y eliminado con ayuda de la bilis.

Eicosanoides

En esta clasificación se encuentran las prostaglandinas, tromboxanos y leucotrienos son derivados de ácidos grasos esenciales, con una estructura de 20 carbonos que contienen de 3 a 5 dobles ligaduras, entre sus funciones se dice que trabajan de igual forma que las hormonas, ejercen efectos fisiológicos entre ellos está que median la respuesta inflamatoria, actúan en reacciones anafilácticas, producción de dolor, fiebre, también ejercen como reguladores de la presión sanguínea y la inducción de la coagulación de la sangre.

- Prostaglandinas: tienen 20 átomos de carbono y un anillo de 5 carbonos, en la parte media de la molécula tiene un anillo adicional
- Tromboxanos: son heterocíclicas con un anillo conformado por 5 carbonos con 1 oxígeno, consta de un anillo y dos colas.
- Leucotrienos: son lineales, se identificaron en leucocitos por eso el nombre de "leucotrieno", tiene cuatro enlaces dobles.

En general los lípidos engloban funciones energéticas, estructurales, dinámicas y biocatalizadoras:

- Función energética encontramos que son la principal reserva energética del organismo y que proporciona 9.4 Kcal/g
- Función estructural se ve reflejada en que forman parte de las membranas celulares (fosfolípidos, glucolípidos y colesterol), revisten concediendo impermeabilidad (ceras), de igual forma proporcionan protección térmica (son un buen aislante) y mecánica (colaboran en la amortiguación de golpes).
- La función dinámica y biocatalizadora hace referencia a que los ácidos grasos transportan las grasas, de esta manera facilitan la absorción intestinal.



Define y señala un ejemplo para cada uno de los siguientes términos.

Término	Definición	Ejemplo
Lípido		
Cera		
Grasa		
Fosfolípido		
Aceite		
Terpeno		
Eicosanoide		

Lipoproteína		
Isoprenoide		
Lípido saturado		



Autoevaluación

Indicador	¿Puedo lograrlo?	¿Tengo dudas?
Puedo explicar qué son los lípidos y sus funciones.		
Logro distinguir los lípidos saturados e insaturados.		
Identifico la clasificación de las lipoproteínas.		
Logro explicar la función de los eicosanoides		
En el caso de que hayas respondido "Tengo dudas" en alguno de los indicadores, refiere el tema en que necesitas más asesoría.		



Investigando

Te sugerimos consultar los siguientes recursos para facilitar tu práctica de asesoría académica:

- BADALI. UHM. Grasas (lípidos). El gran almacén de energía. Disponible en: https://www.google.com/url?sa=t&source=web&rct=j&url=http://badali.umh.es/assets/documentos/pdf/artic/grasa.pdf&ved=2ahUKEwje8_v3xPDyAhU5TTABHd50D-kQFnoECCgQAQ&usg=A0vVaw14Y0kT_CWBoxHBJSfkrOJK

- Lípidos y membranas. Disponible en:

https://www.google.com/url?sa=t&source=web&rct=j&url=http://biblio3.url.edu.gt/Publico/Libros/2013/Bioquimica/12-0.pdf&ved=2ahUKEwje8_v3xPDyAhU5TTABHd50D-kQFnoECCcQAQ&usg=A0vVaw3ALPVQ70pebvnHxqlcCmks

- Biblio3. Lípidos. Disponible en:

https://www.google.com/url?sa=t&source=web&rct=j&url=https://dagus.unison.mx/smoreno/3%2520L%25C3%25ADpidos.pdf&ved=2ahUKEwje8_v3xPDyAhU5TTABHd50D-kQFnoECA8QAQ&usg=A0vVaw2ANvc-EeqnGvQx9-k9sY2f (Recuperado el 07 de septiembre de 2021).

- Manual de Nutrición y Dietética. Disponible en: https://www.google.com/url?sa=t&source=web&rct=j&url=https://www.ucm.es/data/cont/docs/458-2013-07-24-cap-6-grasas.pdf&ved=2ahUKEwje8_v3xPDyAhU5TTABHd50D-kQFnoECAQQAQ&usg=A0vVaw06-HS9BRmfCKtvjl2ainU2

Referencias bibliográficas

- McKee Trudy, McKee James R. (2003). Bioquímica la base molecular de la vida, 3^{era} edición. Pág. 331 -372.
- Wade L.G., Jr. (1993). Química orgánica 2^{da} edición. Pág. 1237

Imágenes tomadas de:

- <https://pixabay.com/>
- <https://www.flaticon.es/>
- <https://images.freeimages.com/>
- <https://stock.adobe.com/> (versión de prueba)
- <https://commons.wikimedia.org/>

Lección 5. Las proteínas



Responde las siguientes preguntas.

1. ¿Son sustancias que contienen el grupo carboxilo unido a un hidrogeno, grupo alquilo o a un arilo?
 - a) Ácidos grasos
 - b) Proteínas
 - c) Alcoholes
 - d) Centonas

2. ¿Qué son los ácidos carboxílicos?
 - a) Hidrocarburos
 - b) Funciones con grado de oxidación
 - c) Una cadena sencilla
 - d) Funciones sencillas

3. ¿Con que se reemplaza la terminación -ano- del alcano para nombrar los ácidos carboxílicos?
 - a) -eno-
 - b) -ino-
 - c) -oico-
 - d) -ano.

4. ¿En qué tipo de productos podemos encontrar los ácidos carboxílicos?
 - a) Alimenticios
 - b) Pinturas
 - c) Plásticos
 - d) Todas las anteriores

5. ¿Cuál de las siguientes opciones es función de las proteínas?
 - a) Hormonal
 - b) Enzimática
 - c) Reguladora
 - d) Todas las anteriores

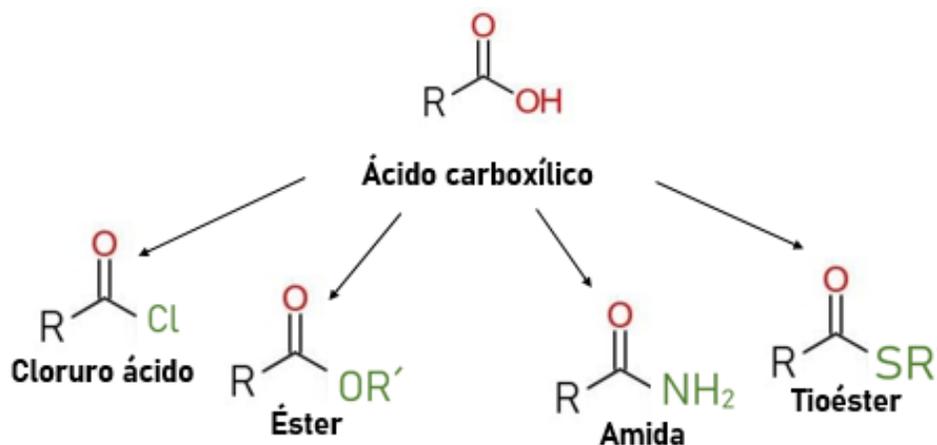


Ácidos carboxílicos

El grupo carboxilo es uno de los grupos funcionales más abundantes en química y bioquímica. Si bien los ácidos carboxílicos son importantes, el grupo carboxilo es relevante ya que de este se deriva una gran familia de compuestos. Los ácidos carboxílicos son compuestos caracterizados por la presencia del grupo carboxilo (-COOH) unido a un grupo alquilo o arilo. Cuando la cadena carbonada presenta un solo grupo carboxilo, los ácidos se llaman monocarboxílicos o ácidos grasos, se les denomina así ya que se obtienen por hidrólisis de las grasas (UAEH. s/f).

Para abordar el tema de los ácidos carboxílicos, debemos tener presente como es el surgimiento de este grupo, al unirse el grupo hidroxilo (OH) a la función carbonilo (CO) se crea un nuevo grupo funcional, llamado **grupo carboxilo (-COOH)**, el cual da sus características a los **ácidos carboxílicos** (Velazco, Caballero y Quezada, 2006).

Los ácidos carboxílicos, son muy importantes en la denominación de los compuestos carbonílicos, porque no solo cumplen su función, sino que dan lugar a que se formen innumerables compuestos nuevos, entre los que encontramos a los cloruros de ácidos, los ésteres, las amidas y los tioésteres (McMurry, Mondragon y Pozo, 2001); cómo podemos observar en la siguiente imagen en primer lugar se observa la estructura general de un ácido carboxílico, y de ahí vemos como se desprenden las estructuras que se forman a partir de los ácidos carboxílicos, de izquierda a derecha, comenzando por el cloruro ácido, de ahí éster, amida y tioéster.



Adaptado de Química Orgánica, McMurry, (2001).

Con toda la información sobre los ácidos carboxílicos y antes de pasar a la nomenclatura de estos, es muy importante mencionar para que conozcas y sepas de la presencia de los ácidos carboxílicos en las rutas biológicas que se llevan a cabo en todo ser vivo, justo ahí es donde surge el salto a la producción de enzimas y proteínas, temas que desarrollaremos más adelante.

Nomenclatura

De acuerdo con Cornejo Arteaga, s/f los ácidos carboxílicos se nombran con la ayuda de la terminación -oico o -ico que se une al nombre del hidrocarburo de referencia y anteponiendo la palabra ácido:

Ejemplo:



En el sistema IUPAC los nombres de los ácidos carboxílicos se forman reemplazando la terminación "o" de los alcanos por "oico", y anteponiendo la palabra ácido.

El esqueleto de los ácidos alcanos se enumera asignando el N° 1 al carbono carboxílico y continuando por la cadena más larga que incluya el grupo COOH.

En el grupo funcional carboxilo coinciden sobre el mismo carbono un grupo hidroxilo (-H) y carbonilo (-C=O). Se puede representar como -COOH ó -CO₂H.

En la siguiente tabla encuentras información de los ácidos carboxílicos más conocidos, así como sus nombres comunes y propiedades físicas.

Nombre IUPAC	Nombre común	Fórmula	Punto de fusión (°C)	Punto de ebullición (°C)	Solubilidad (g/H ₂ O)
Metanoico	Fórmico	HCOOH	8	101	∞ (miscible)
Etnoico	Acético	CH ₃ COOH	17	118	∞ (miscible)
Propanoico	Propiónico	CH ₃ CH ₂ COOH	-21	141	∞ (miscible)
Butanoico	Butírico	CH ₃ (CH ₂) ₂ COOH	-6	163	∞ (miscible)
Pentanoico	Valérico	CH ₃ (CH ₂) ₃ COOH	-34	186	3.7
Hexanoico	Caproico	CH ₃ (CH ₂) ₄ COOH	-4	206	1.0
Octanoico	Caprílico	CH ₃ (CH ₂) ₆ COOH	16	240	0.7
Decanoico	Cáprico	CH ₃ (CH ₂) ₈ COOH	31	269	0.2
Dodecanoico	Laúrico	CH ₃ (CH ₂) ₁₀ COOH	44		Inmiscible
Tetradecanoico	Mirístico	CH ₃ (CH ₂) ₁₂ COOH	54		Inmiscible
Octadecanoico	Esteárico	CH ₃ (CH ₂) ₁₆ COOH	72		Inmiscible
Benzoico	benzoico	C ₆ H ₅ COOH	122	249	0.3

Adaptación de Química Orgánica de Wade, 2004.

Los ácidos carboxílicos se encuentran presentes en innumerables procesos industriales, en la mayor parte de los ciclos metabólicos y son utilizados para la preparación de derivados acílicos (McMurry, Mondragon y Pozo, 2001).

El uso de los ácidos carboxílicos en las industrias es muy extenso, ya que participan en diversas industrias, como la farmacéutica, alimentaria, de plásticos, entre otras. Los ácidos carboxílicos se encuentran de manera natural en las grasas, los lácteos ácidos y los frutos cítricos. A continuación, te presentamos un listado de algunos de sus usos más comunes en las diferentes industrias.

Industria alimentaria

- Conservantes (ácido sórbico y ácido benzoico).
- Regulador de alcalinidad.
- Principal sustancia del vinagre común (ácido acético).
- Acidulante en refrescos y alimentos (ácido cítrico y ácido láctico)
- Antipirético y analgésico (ácido acetilsalicílico)
- Activo en la producción de aromas para algunos fármacos (ácido butírico o butanóico).
- Activo base para la fabricación de vitamina C (ácido ascórbico)

Otras industrias

- Fabricación de plásticos y lubricantes (ácido sórbico)
- Fabricación de barnices, resinas y adhesivos (ácido acrílico)
- Fabricación de jabones, detergentes, shampoos, cosméticos y productos para la limpieza de metales (ácido oleico)
- Fabricación de pasta dental (ácido salicílico)
- Disolventes
- Activo en la producción de perfumes (ácido benzoico).

Su uso en la agricultura es para la mejora de la calidad de los cultivos de plantas frutales, aumentando la cantidad y el peso de los frutos en algunos casos, así como su apariencia y duración postcosecha. Los ácidos carboxílicos están presentes en los avances de química experimental y bioquímica, especialmente en los relacionados con la fermentación necesaria para la producción de varios productos de interés comercial (antibióticos, solventes orgánicos y vitaminas, entre otros)

Los ácidos carboxílicos también pueden ser denominados ácidos orgánicos, siendo ácidos más débiles que los ácidos minerales (Almogabar, 2020). De donde nace la necesidad de su comprensión, priorizar sus propiedades y reacciones.

Con la información proporcionada has obtenido el conocimiento sobre los ácidos carboxílicos su estructura y usos, ahora es momento de abordar las proteínas.

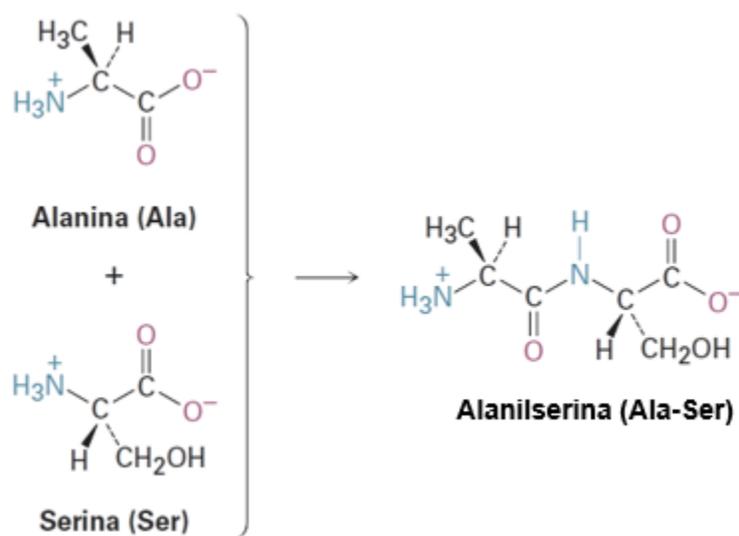
Proteínas

De acuerdo con Felitti, S.A. (2010) las proteínas son polímeros constituidos por series de alfa-aminoácidos unidos por enlaces amida; **los aminoácidos son ácidos carboxílicos** que poseen un grupo amino unido a la cadena carbonada. En el caso de los alfa-aminoácidos, ese grupo amino se encuentra unido al carbono alfa, es decir el carbono vecino al grupo carboxilo. Existen 20 aminoácidos básicos que pueden hallarse presentes dentro de la estructura de las proteínas.

Esos 20 aminoácidos difieren unos de otros en la estructura química del sustituyente carbonado unido al carbono alfa (o sea de la cadena carbonada del ácido carboxílico original, a la que llamamos "resto lateral").

Las proteínas unas de las biomoléculas principales en los organismos vivos, desempeñan diversas funciones determinantes en el cuerpo. Realizan gran parte del trabajo en las células y dan estructura, función, regulación a tejidos u órganos del cuerpo. Las proteínas son polímeros provenientes de los aminoácidos, donde los aminoácidos individuales están unidos por enlaces amida o *enlaces peptídicos*.

Un grupo amino de un residuo forma un enlace amida con el carboxilo de un segundo residuo; el grupo amino del segundo, forma un enlace amida con el carboxilo de un tercero y así sucesivamente. Por ejemplo, la alanilserina es el dipéptido que resulta cuando se forma un enlace amida entre el carboxilo de la alanina y el grupo amino de la serina.



Adaptado de Química Orgánica, McMurry, (2001).

El anterior es solo un ejemplo de cómo dos pequeñas moléculas pueden por medio de enlaces peptídicos, formar una biomolécula de importancia, como lo son las proteínas.

Las proteínas se pueden **clasificar** de acuerdo con su composición química, su forma o su función. Una clasificación que engloba dichos criterios es:

Holoproteínas o proteínas simples.

Se trata de proteínas formadas solo por aminoácidos; pudiendo ser globulares o fibrosas.

- Proteínas globulares se enrollan sobre sí mismas, doblando sus cadenas en formas esféricas, dejando grupos que repelen el agua (hidrófobos) dentro de la proteína y los grupos que atraen el agua (hidrófilos) afuera. La mayoría de las enzimas, anticuerpos, algunas hormonas y proteínas de transporte, son ejemplos de proteínas globulares.
- Proteínas fibrosas; estas presentan cadenas polipeptídicas largas y una estructura secundaria atípica en forma de láminas. Son insolubles en agua y disoluciones

acuosas. Por ejemplo: colágeno, queratina, elastina y fribroínas.

Heteroproteínas o proteínas conjugadas

Están formadas por una parte proteínica y un grupo no proteínico, denominado grupo prostético. Dependiendo del grupo prostético que las conforme, existen varios tipos de heteroproteínas.

- **Glucoproteínas:** moléculas formadas por una fracción glucídica (entre el 5 y 40%) y una fracción proteica, unidas por enlaces covalentes. Las principales glucoproteínas conocidas, son las mucinas presentes en las secreciones salivales, las glucoproteínas de la sangre y las glucoproteínas de las membranas celulares.
- **Lipoproteínas:** formadas por complejos macromoleculares esféricos formados por un núcleo que contiene lípidos apolares (colesterol esterificado y triglicéridos). La función principal es el transporte de triglicéridos, colesterol y algunos otros lípidos entre los tejidos y a través de la sangre.
- **Nucleoproteínas:** estas son proteínas estructuralmente asociadas a un ácido nucleico (pudiendo ser ADN o ARN). Un ejemplo común son las Histonas, identificables por las hebras de cromatina que contienen, también se puede mencionar la Telomerasa, que es una ribonucleoproteína (conjunto de ARN/proteína). Las nucleoproteínas forman complejos estables con los ácidos nucleicos a diferencia de otras proteínas que solo generan uniones temporales.
- **Cromoproteínas:** su grupo prostético es una sustancia coloreada, por lo que se le da el nombre de pigmentos. Depende de la naturaleza del grupo prostético, estos pueden ser pigmentos porfirínicos como la hemoglobina (encargada de transportar el oxígeno en la sangre) o no porfirínicos como la hemocianina (pigmento respiratorio que contiene cobre y se encuentra en los crustáceos). También se encuentran en esta clasificación los citocromos que son los encargados de transportar electrones dentro de la célula (Guillén, 2009).

Función de las proteínas.

Las proteínas determinan la forma y estructura de las células y conducen la mayoría de los procesos vitales. Las proteínas realizan su función por unión selectiva a moléculas de interés. Las funciones principales de las proteínas se mencionan a continuación.

- **Estructural:** función que propicia la formación de tejidos de sostén y relleno para dar elasticidad y resistencia a los órganos. Este tipo de proteínas son las encargadas de darle estructura a los organismos vivos.
- **Enzimática:** aquí se encuentran las proteínas más especializadas, ya que actúan como biocatalizadores acelerando las reacciones químicas del metabolismo, haciendo uso de la propiedad de interactuar de manera específica con las diversas moléculas.
- **Hormonal:** vamos a encontrar algunas hormonas son de naturaleza proteica, como la insulina y el glucagón, que regulan los niveles de azúcar en la sangre. También algunas de las hormonas segregadas por la hipófisis, como la hormona del crecimiento, es de naturaleza proteica.

- **Defensiva:** en este apartado encontramos a las proteínas que crean anticuerpos y regulan los factores de defensa contra agentes extraños o infecciones. Algunas toxinas bacterianas, como el veneno de serpiente o el botulismo, son proteínas que se generan por función defensiva. De igual forma, las inmunoglobulinas actúan como anticuerpos ante la amenaza de posibles antígenos.
- **Transporte:** esta es una de las funciones más comunes, ya que las proteínas realizan una importante labor de transporte intra y extracelular. En los invertebrados, la función de proteínas como la hemoglobina que transporta el oxígeno la realiza la hemocianina, los citocromos que transportan electrones y las lipoproteínas que transportan lípidos por la sangre.
- **Reserva:** las proteínas también llegan a cumplir con una función energética para el organismo pudiendo aportar hasta 4 Kcal. de energía por gramo. Ejemplos de la función de reserva de las proteínas son la lactoalbúmina de la leche o a ovoalbúmina de la clara de huevo.
- **Reguladoras:** las proteínas van a cumplir una función reguladora, siempre y cuando estén formando ciertos compuestos, como: hemoglobina, proteínas plasmáticas, hormonas, jugos digestivos, enzimas y vitaminas.
- **Contracción muscular:** la contracción de los músculos través de la miosina y actina es una función de las proteínas contráctiles que facilitan el movimiento de las células constituyendo las miofibrillas que son responsables de la contracción de los músculos.
- **Función homeostática:** las proteínas funcionan como amortiguadores, manteniendo en diversos medios el pH interno, como el equilibrio osmótico. Es muy importante la función homeostática de las proteínas (Guillén, 2009).



Responde las siguientes preguntas:

1. En una proteína globular
 - a) Está formada por aminoácidos dispuestos en formas lineales.
 - b) Los aminoácidos se disponen enrollados en formas esféricas
 - c) Los aminoácidos están dispuestos en el exterior de la molécula
 - d) Los aminoácidos no están presentes en la molécula

2. Una proteína unida a su grupo prostético se llama:
 - a) Holoproteína
 - b) Escleroproteína
 - c) Apoproteína
 - d) Proteína activada

3. ¿Cuál de estas funciones no realizan las proteínas?
- Vitamínica
 - Enzimática
 - Defensiva
 - Hormonal
4. Es una característica de las proteínas fibrosas
- Suelen presentar estructura secundaria en forma de lámina.
 - Están formadas por cadenas de polipeptídicas perpendiculares asociadas por puentes de H.
 - Pueden presentar estructura globular.
 - El enlace peptídico que forman los aminoácidos es más rígido, impidiendo la formación de las hélices alfa.
5. ¿Cuál de las siguientes proteínas realiza una función de tipo hormonal, disminuyendo el nivel de glucosa en sangre?
- Insulina
 - Queratina
 - Denina
 - Ovoalbúmina.



Investigando

Te sugerimos consultar los siguientes recursos para facilitar tu práctica de asesoría académica:

- Foodnewslatam. ¿Qué es el ácido acético y cuál es su aplicación? Disponible en: <https://www.foodnewslatam.com/sectores/33-ingredientes/3618-%C2%BFqu%C3%A9-es-el-%C3%A1cido-ac%C3%A9tico-y-c%C3%BAal-es-su-aplicaci%C3%B3n.html>
- Algunos ácidos carboxílicos de interés. Disponible en: [Algunos ácidos carboxílicos de interés \(upv.es\)](#)
- Cuidateplus. ¿Qué son las proteínas? Disponible en: <https://cuidateplus.marca.com/alimentacion/diccionario/proteinas.html>
- Medlineplus. ¿Qué son las proteínas y qué es lo que hacen? Disponible en: <https://medlineplus.gov/spanish/genetica/entender/comofuncionangenes/proteina/>



Autoevaluación

Indicadores	¿Puedo lograrlo?	¿Tengo dudas?
Puedo explicar que son los ácidos carboxílicos.		
Identifico las fórmulas generales de los ácidos carboxílicos, situación que me permitirá en el futuro reconocer compuestos de importancia bioquímica.		
Conozco la clasificación de las proteínas.		
Identifico las diferentes proteínas y sus funciones.		
Puedo responder preguntas sobre los ácidos carboxílicos y las proteínas y su función, considerando la información que adquiriré en esta lección		
En el caso de que hayas respondido "Tengo dudas" en alguno de los indicadores, refiere el tema en que necesitas más asesoría.		

Referencias bibliográficas

- Almogabar F. (2020) Ácidos carboxílicos - características, usos y beneficios. Universidad Veracruzana, Xalapa <https://www.docsity.com/es/acidos-carboxilicos-caracteristicas-usos-y-beneficios/5428884/>
- Cornejo Arteaga, Paz María de Lourdes s/f. UAEH. Los ácidos carboxílicos. <https://www.uaeh.edu.mx/scige/boletin/prepa3/n8/m9.html>
- Felitti, S.A. (2010). Química Orgánica para estudiantes de Ciencias de la Vida. Aminoácidos y péptidos. Editorial: UNR Editora.
- Guillén, M. V. L. (2009). Estructura y Propiedades de las Proteínas http://www.uv.es:8080/http://www.uv.es/tunon/pdf_doc/proteinas_09.pdf. 34p.
- Llorens Molina, JA. (2018). Algunos ácidos carboxílicos de interés. <http://hdl.handle.net/10251/103651>
- McMurry, J., Mondragón, C. H., & Pozo, V. G. (2001). *Química orgánica* (No. 547 M2 2000). International Thomson. https://www.academia.edu/40494691/Qu%C3%ADmica_Org%C3%A1nica_John_McMurry_8va_Edici%C3%B3n
- ¿Qué son las proteínas y qué es lo que hacen? MedlinePlus. Biblioteca Nacional de Medicina de los EE. UU, Septiembre 2021. <https://medlineplus.gov/spanish/genetica/entender/comofuncionangenes/proteina/>
- Velasco, M. A., Caballero Arroyo, Y., & Quezada, G. (2006). *Grupos Funcionales. Nomenclatura y reacciones principales* (Vol. 1). UNAM. <http://www.librosoa.unam.mx/handle/123456789/271>
- Wade, L. G., Pedrero, Á. M., & García, C. B. (2004). *Química orgánica* (No. 547 W 119e5547 W 119e5547 W 119e5547 W 119e5547 W 119e5547 W 119e5547 W 119e5). Madrid: Pearson Educación. [_DIGITAL_Quimica_Organica_V1_Wade_7ma.pdf](https://www.cloudfront.net/d1wqtxts1xzle7.cloudfront.net/DIGITAL_Quimica_Organica_V1_Wade_7ma.pdf)

Lección 6. ¿Qué son los ácidos nucleicos?



Explorando

Relaciona el enunciado con la respuesta correcta.

1. ¿Cómo se diferencian los ácidos nucleicos? () Por el tipo de azúcar
2. El uracilo es la base nitrogenada que forma parte de su estructura. () RNA
3. Su estructura presenta una doble cadena. () ADN
4. ¿Cuál es la importancia de los ácidos nucleicos? () Almacenamiento y transmisión de la información genética de cada individuo.



Comprendiendo

Ácidos nucleicos

Son compuestos formados siempre por **C, H, O, N y P**. Tanto el **ADN** como el **ARN** pertenecen a un tipo de moléculas llamadas “**ácidos nucleicos**”. El descubrimiento de estos ácidos se debe al investigador **Friedrich Meischer (1869)**, el cual investigaba los leucocitos y espermatozoides de salmón, de los cuales obtuvo una sustancia rica en carbono, hidrógeno, oxígeno, nitrógeno y un porcentaje elevado de fósforo. Por encontrarse dentro del núcleo, llamó a esta sustancia **núcleina**.

Representan estructuras moleculares de gran importancia en las células, por cuanto participan directamente en la **transmisión** y **codificación** de la **información genética**. La hidrólisis de los ácidos nucleicos muestra que en la composición de estos se encuentran:

1. Azúcares del tipo de las pentosas: ribosa y desoxirribosa.
2. Bases orgánicas heterocíclicas: púricas y pirimidínicas.
3. Ácido fosfórico.

La unión a través de un enlace N-glicosídico de la base nitrogenada heterocíclica con la pentosa conforma la estructura denominada nucleósido. Denominándosele nucleótido a la estructura del nucleósido que presente esterificación en la posición 2' o 3' de la pentosa por el ácido fosfórico.

De acuerdo con Verónica Burriel C.(s.f) la unión de los diferentes nucleótidos a través de enlaces éster fosfóricos 3', 5' entre las pentosas de los nucleótidos, conforma los ácidos nucleicos, los cuales resultan ser, por tanto, polímeros de nucleótidos. La célula presenta dos clases de ácidos nucleicos: El ácido desoxirribonucleico (ADN) y el ácido ribonucleico (ARN).

Una molécula de ARN está formada por una sola cadena de nucleótidos mientras que una molécula de ADN, consta de dos cadenas de nucleótidos enrolladas sobre sí mismas, formando una doble hélice. El ARN celular posee una longitud que va desde menos de cien hasta varios miles de nucleótidos. Las moléculas de ADN celular pueden ser tan largas como varios cientos de millones de nucleótidos. Estas grandes unidades de ADN, en asociación con ciertas proteínas, constituyen a los cromosomas. Los cromosomas son los portadores del material hereditario, los genes. Los genes son segmentos de ADN que se encuentran a lo largo de los cromosomas y que constituyen las unidades de herencia. Un gen típico consiste en cientos de miles de nucleótidos. La secuencia de nucleótidos en la molécula de ADN es el almacén de toda la información genética aportada por los cromosomas

Estructura del ácido desoxirribonucleico (ADN)

La era moderna de la biología molecular comienza en 1953, cuando dos jóvenes científicos el biólogo estadounidense James Watson y el físico británico Francis Crick propusieron la estructura del ADN. La estructura propuesta era la de una doble hélice, entrelazada y sumamente larga. Esta estructura concordó con todos los datos que se tenían hasta ese momento sobre el ADN y además, explicaba su importante papel biológico, es decir, demostró como la molécula podía contener la información para sintetizar proteínas y al mismo tiempo, servir como su propio molde o patrón para su duplicación.

Cuando Watson y Crick se interesaron en el problema de la estructura molecular del ADN, diversos investigadores ya tenían muchos datos acerca de las características químicas y físicas del ADN. Watson y Crick en realidad no realizaron ningún experimento ni recogieron nuevos datos, sino que integraron y examinaron todos los datos que se tenían acerca del ADN. Estos eran los siguientes:

- La molécula de ADN era muy grande, larga y delgada y estaba compuesta de nucleótidos que contenían las bases nitrogenadas adenina, guanina, timina y citosina.
- Las fotografías de la molécula de ADN obtenidas mediante la técnica de difracción de rayos X reflejaban con certeza que el ADN tiene la forma de una hélice. La física inglesa Rosalind Franklin, quien trabajó en el laboratorio del físico Maurice Wilkins, es la autora de esas fotografías. La difracción de rayos X es un potente método para determinar la estructura tridimensional de una molécula. Cabe señalar que Franklin realizó estos estudios durante tres años, de 1951 a 1953. Estos datos fueron cruciales para determinar la estructura del ADN.
- Regla de Chargaff. El bioquímico estadounidense Edwin Chargaff, analizó la cantidad de adenina, guanina,

timina y citosina en el ADN de varias especies de organismos. Chargaff encontró que, en una misma especie, la cantidad de guanina es casi iguala a la cantidad de citosina y la cantidad de adenina casi iguala la cantidad de timina. Estas equivalencias se conocen como regla de Chargaff: $C=G$ y $T=A$.

A partir de estos datos, Watson y Crick se dieron a la tarea de construir modelos tridimensionales a escala de la molécula del ADN. Para esto, utilizaron materiales como alambre, hojalata y cartón. Tras varios intentos, llegaron a un modelo que estaba de acuerdo con los datos existentes.

A continuación, se describirá este modelo:

El ADN consta de dos hebras de polinucleótidos asociadas que se entrelazan entre sí para formar una doble hélice o escalera en caracol. En bioquímica, el sustantivo hélice se refiere a una cadena en forma de espiral. Cada unidad de construcción del ADN es un nucleótido que consiste en un azúcar pentosa, la desoxirribosa, un fosfato, y una de las cuatro bases nitrogenadas. Las bases incluyen dos purinas, adenina (A) y guanina (G), y dos pirimidinas, timina (T) y citosina (C). La parte variable del ADN es el orden en que se acomodan las bases. Los nucleótidos se unen mediante enlaces covalentes para formar un esqueleto de azúcar-fosfato alternado.

El carbono 3' de un azúcar se une al fosfato 5' del azúcar adyacente para formar un enlace 5' fosfodiéster. Aquí, cabe aclarar que es usual en la química orgánica numerar los átomos de una molécula usando cierto sistema. En este caso, los carbonos de los azúcares se numeran con el símbolo prima ('), por ejemplo 1' (se lee "uno prima"), 2' (dos prima), 3' (tres prima), etc. La base nitrogenada está unida al carbono 1' del azúcar, y el fosfato está unido al carbono 5'.

Los dos esqueletos de azúcar-fosfato se ubican en la parte exterior de la doble hélice y las bases se proyectan hacia el interior. Donde A está apareada con T a través de dos enlaces de hidrógeno y G está apareada con C a través de tres enlaces de hidrógeno. Esta correspondencia entre los nucleótidos A-T y G-C se llama apareamiento de bases. La presencia de miles de estos enlaces de hidrógeno contribuye en gran medida a la estabilidad de la doble hélice. La doble hélice tiene un diámetro constante de 2 nanómetros (nm) en toda la longitud de la molécula.



© A. Barrington Brown/Photo Researchers, Inc.

Licencia: [CC BY-SA-NC](https://creativecommons.org/licenses/by-sa/4.0/)

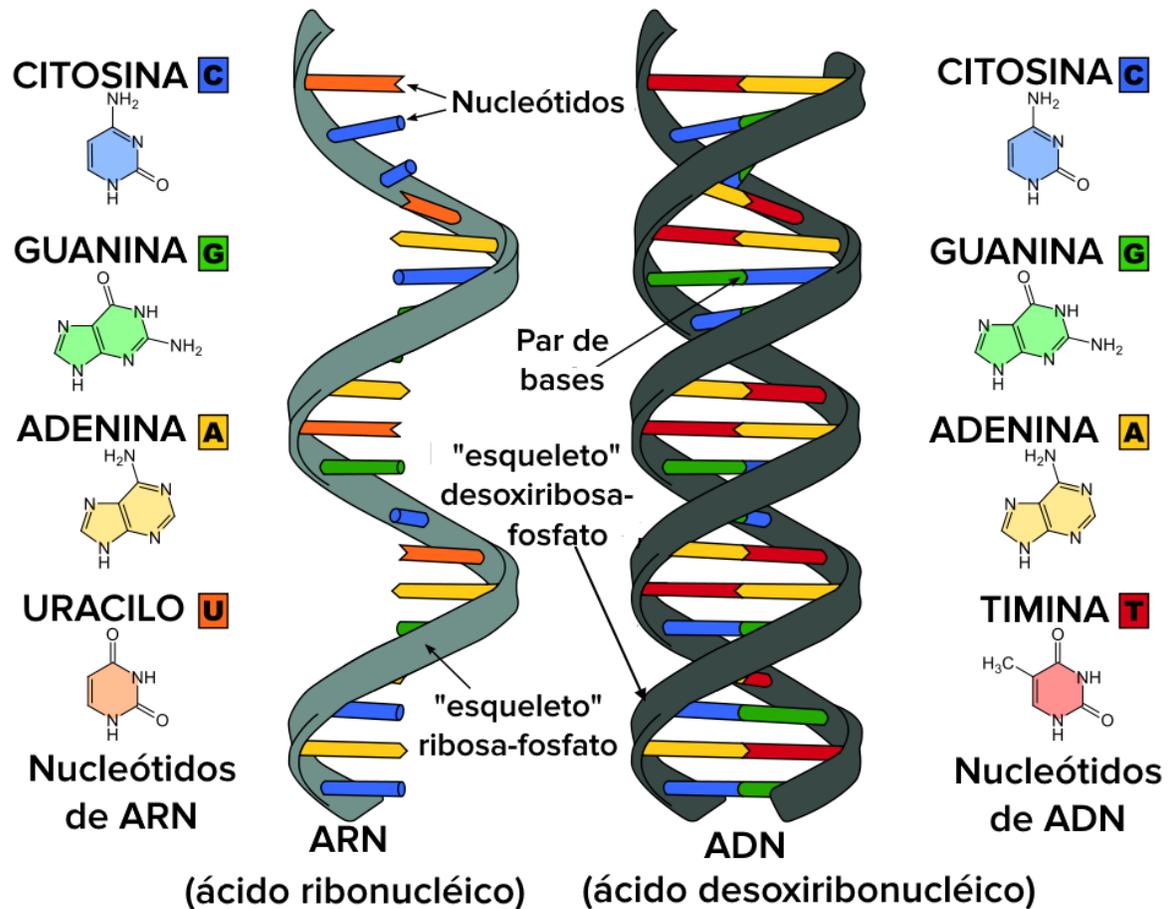


Imagen tomada de: Khan Academy. CC BY-SA 3.0.

Comparación entre las moléculas de ARN y ADN. La dirección desde el extremo 5' a 3' de una es opuesta a la de la otra.

Cada par de bases está exactamente a 0.34 nm de los pares adyacentes arriba y abajo. Puesto que en cada vuelta completa de la hélice hay exactamente 10 pares de bases, cada vuelta mide 3.4 nm de largo. En la parte exterior del ADN los espacios entre las cadenas entrelazadas forman dos hendiduras helicoidales de distinto ancho, descritas como surco mayor y surco menor. Las secuencias de bases en las dos cadenas son complementarias entre sí, es decir, la secuencia de nucleótidos en una cadena determina la secuencia de nucleótidos complementaria en la otra. Por ejemplo, si una cadena tiene la siguiente secuencia: AGCTAC entonces la otra cadena tiene la secuencia complementaria: TCGATG. Además, las dos cadenas están dispuestas en sentidos opuestos, es decir, la dirección desde el extremo 5' a 3' de una es opuesta a la de la otra, ésta es la razón por lo que se dice que son anti paralelas una respecto a la otra.

El tamaño de las moléculas de ADN es variable y va desde algunos cientos de nucleótidos en algunos virus hasta 106 residuos en bacterias (1 mm de largo) o 109 nucleótidos en el ADN cromosómico humano (8.2 cm de longitud). Por esta razón es difícil aislar moléculas intactas de ADN.

En abril de 1953, Watson y Crick conmovieron a la comunidad científica al publicar en la revista Nature un pequeño pero histórico artículo de solo dos páginas en el que describían su modelo molecular del ADN. Además, sugirieron un posible método de replicación para el ADN, el cual se deducía de su estructura.

Función de los ácidos nucleicos

Los ácidos nucleicos transmiten la información hereditaria y determinan qué proteínas produce la célula para el funcionamiento de esta. En las células se encuentran dos tipos de ácidos nucleicos: el ácido desoxirribonucleico y el ácido ribonucleico. El ácido desoxirribonucleico (ADN) es el componente de los genes, el material hereditario de la célula, y contiene instrucciones para la síntesis de todas las proteínas y de todo el ARN que necesita el organismo. El ácido ribonucleico (ARN) participa en el proceso de unión de aminoácidos para formar proteínas. Algunos tipos de ARN actúan como catalizadores biológicos, es decir, aceleran numerosas reacciones químicas fundamentales para el organismo. Al igual que las proteínas, los ácidos nucleicos son moléculas grandes y complejas.

El ADN y el ARN son químicamente muy similares. Son polímeros constituidos por monómeros llamados nucleótidos. Así como las proteínas están formadas por cadenas largas de aminoácidos, los ácidos nucleicos están formados por cadenas largas de nucleótidos. Cada nucleótido está integrado por tres subunidades: un grupo fosfato, una pentosa (azúcar de cinco átomos de carbono) y una base nitrogenada; esta última tiene las propiedades de una base y, además, contiene nitrógeno.

En los nucleótidos que constituyen al ARN, el azúcar es la ribosa y, en el caso del ADN, es la 2' desoxirribosa, es decir, una ribosa que carece del grupo OH en la posición 2'. Las bases nitrogenadas son de dos tipos. La citosina (C), la timina (T) y el uracilo (U) son estructuras de anillo sencillo llamadas pirimidinas. La adenina (A) y la guanina (G) son estructuras más grandes, de anillo doble llamadas purinas. La adenina, la guanina y la citosina se encuentran tanto en el ADN como en el ARN, mientras que la timina se encuentra únicamente en el ADN. En cambio, el uracilo solamente se encuentra en el ARN.

Los nucleótidos pueden unirse en cadenas largas por reacciones de condensación que involucran a los grupos hidroxilo de las subunidades de fosfato y de azúcar.

Una molécula de ARN está formada por una sola cadena de nucleótidos mientras que una molécula de ADN consta de dos cadenas de nucleótidos enrolladas sobre sí mismas, formando una doble hélice. El ARN celular posee una longitud que va desde menos de cien hasta varios miles de nucleótidos. Las moléculas de ADN celular pueden ser tan largas como varios cientos de millones de nucleótidos.

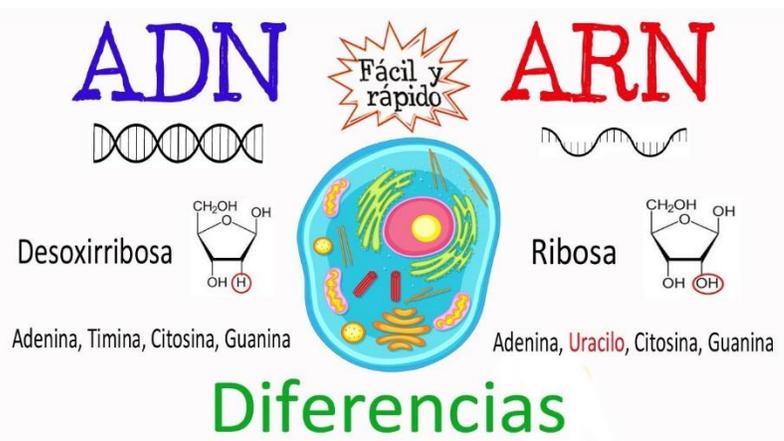


Imagen tomada de: A ciencia cierta, 2021.

Estas grandes unidades de ADN, en asociación con ciertas proteínas, constituyen a los cromosomas. Los cromosomas son los portadores del material hereditario, los genes. Los genes son segmentos de ADN que se encuentran a lo largo de los cromosomas y que constituyen las unidades de herencia. Un gen típico consiste en cientos de miles de nucleótidos. La secuencia de nucleótidos en la molécula de ADN es el almacén de toda la información genética aportada por los cromosomas.

Función del ADN

El ADN constituyente de los cromosomas es la molécula donde se encuentra codificada toda la información genética de un organismo. La información genética en el ADN se encuentra en la secuencia de los cuatro nucleótidos que lo componen. La información genética dicta la síntesis de proteínas, que son las verdaderas encargadas de construir las estructuras biológicas y de desarrollar las funciones de un ser vivo. Dado que un organismo tiene de millones (en las bacterias) a miles de millones (en las plantas y animales) de nucleótidos, las moléculas de ADN son capaces de codificar una cantidad muy grande de información. Actualmente, se conoce que el número de pares de bases es de aproximadamente 3.000 millones en los 46 cromosomas humanos. El genoma humano se decodificó por completo en el año 2003, luego de más de 10 años de trabajo continuo, y ahora se sabe que contiene información correspondiente a unos 30,000 genes. El genoma humano es la totalidad de la información genética en las células humanas; incluye el contenido de ADN, tanto del núcleo como de la mitocondria. En el genoma está codificada la información necesaria para la expresión del fenotipo. El fenotipo de un organismo es la apariencia externa, por ejemplo, el color de la piel, de ojos, tipo de cabello, lacio o rizado, etc. Otros nucleótidos libres que no forman parte de los ácidos nucleicos. Además de ser los constituyentes de los ácidos nucleicos, los nucleótidos y sus derivados cumplen otras funciones primordiales en las células. Cuando un nucleótido se modifica por la unión de dos grupos fosfato, se convierte en un transportador de energía, necesario para que se produzcan numerosas reacciones químicas celulares. El trifosfato de adenosina o ATP, que se compone de adenina, ribosa y tres grupos fosfato, es la molécula biológica proveedora de energía química más importante. El ATP es conocida como la “moneda energética” de las células, ya que es un depósito de energía química utilizada por las células en casi todos los procesos biológicos.

Al igual que el ATP, el trifosfato de guanosina (GTP), un nucleótido que contiene la base guanina puede transferir energía al transferir un grupo fosfato y también participa en la señalización celular. Además, las células contienen varios dinucleótidos como el FAD (flavin adenin di nucleótido) y el NAD (di nucleótido de nicotinamida y adenina), coenzimas involucradas en reacciones de óxido-reducción.

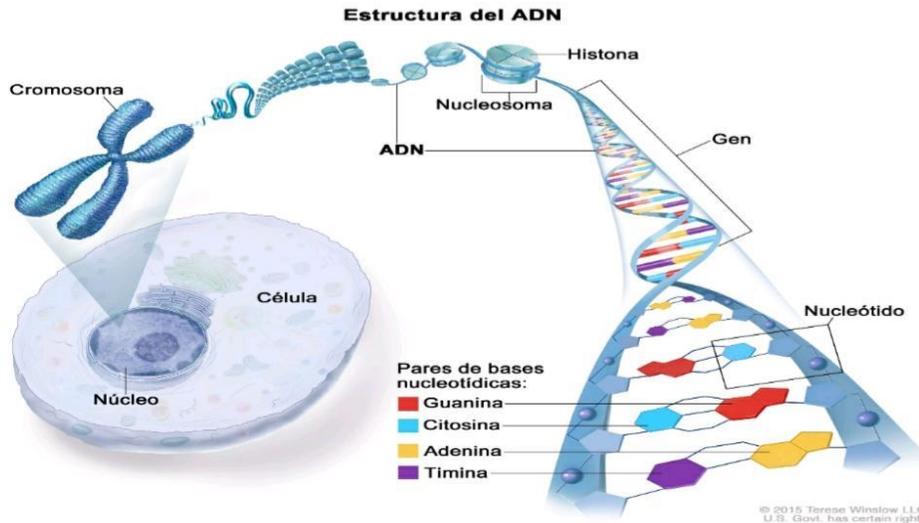


Imagen tomada: Winslow Terese, 2015

Estructura del ácido ribonucleico (ARN)

Al igual que el ADN, el ARN, es un polímero de nucleótidos, sin embargo, existen tres diferencias importantes entre ellos:

- El azúcar en el ARN es ribosa en lugar de desoxirribosa.
- El ARN por lo general tiene una sola cadena y no cadenas dobles.
- El ARN contiene uracilo en lugar de timina.

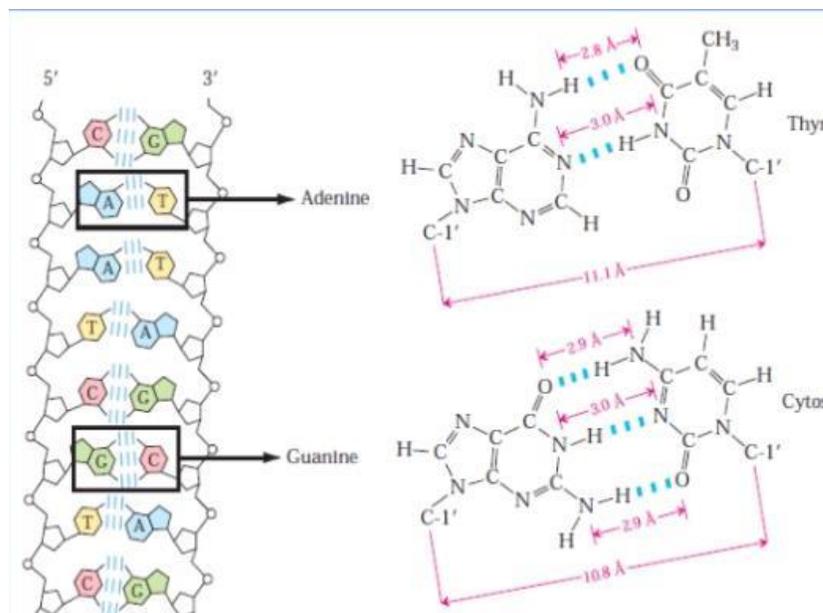


Imagen tomada: Nelson, 2005

Hay tres clases principales de ARN: ARN mensajero (ARNm), ARN ribosomal (ARNr) y ARN de transferencia (ARNt). Estos tres tipos de ARN existen tanto en células procariotas como en eucariotas. Cabe aclarar, que existen otros tipos de ARN tales como el ARN mitocondrial, el ARN cebador, el ARN viral, etc.



1. ARN mensajero (ARNm). Es una cadena larga de ARN que se forma de manera complementaria a una cadena de ARN. El ARN mensajero codifica las secuencias de los aminoácidos en la síntesis proteica, es decir, dirige la síntesis de las proteínas. Viaja del núcleo hacia el ribosoma en el citoplasma, transportando la información genética, la cual se encuentra en su secuencia de bases
2. ARN ribosomal (ARNr). Es el componente principal de los ribosomas, organelos donde se sintetizan las proteínas. El ARN ribosomal constituye hasta un 65 % del peso del ribosoma, el resto está constituido por proteínas.
3. ARN de transferencia (ARNt). Como su nombre lo indica transfiere, transporta o lleva aminoácidos al ribosoma durante la síntesis de proteínas. EL ARNt consiste en una cadena sencilla de ARN que se pliega sobre sí misma adquiriendo una forma específica. Cada uno de los 20 aminoácidos que constituyen a las proteínas tiene uno o más ARNt correspondiente, a los que se une para ser transportado a los ribosomas.

Síntesis de ARN (transcripción)

Actualmente los genetistas aceptan que el mecanismo básico de lectura y expresión de los genes es del ADN al ARN a la proteína. Los científicos se refieren a este mecanismo como el dogma central de la biología (ADN ARN proteína): el ADN dirige la síntesis de ARN, el cual sirve de guía para la producción de proteínas. Estas ayudan a determinar las características de los organismos. Estos procesos son universales ya que ocurren en todos los seres vivos, desde las bacterias hasta los seres humanos.

El primer paso del dogma central de la biología molecular es la síntesis de ARNm a partir del ADN, en un proceso llamado transcripción. El ADN no participa de forma directa en la síntesis de las proteínas, ya que no sale nunca del núcleo. La instrucción del ensamblaje ordenado de los aminoácidos para constituir una proteína la lleva el ARNm. Éste es una copia complementaria de la secuencia de bases de una de las cadenas de ADN del gen que codifica a dicha proteína. Al igual que con la replicación, las dos cadenas de ADN primero deben separarse en el lugar donde iniciará el proceso. En la transcripción, sin embargo, sólo una de las cadenas de ADN sirve como plantilla o molde o patrón para la molécula de ARN que se está formando. La transcripción requiere la enzima ARN polimerasa que regula la síntesis del ARN. La ARN polimerasa se une al ADN durante la transcripción y separa las cadenas del ADN. Después, usa una de las cadenas de ADN como plantilla para ensamblar nucleótidos en una cadena complementaria de ARN. La ARN polimerasa no se une a cualquier parte del ADN, se une solamente a promotores, que son regiones de ADN con una secuencia de bases específica que actúan como señales que le enseñan a la ARN polimerasa cuando empezar exactamente la síntesis de ARN. Lo mismo sucede al final de la síntesis, existe otra señal que le indica a la enzima cuando terminar, la señal stop, o alto en español. Los nucleótidos que integran la nueva molécula de ARN ocupan sus lugares, uno a la vez a lo largo de la cadena molde del ADN, al formar enlaces de hidrógeno con las bases de los nucleótidos ahí existentes.

Los nucleótidos del ARN siguen las mismas reglas de apareamiento de bases que en la replicación del ADN, excepto que uracilo (U), en lugar de la timina (T), se aparea con la adenina (A). La ARN polimerasa se mueve a lo largo de la cadena molde del ADN en la dirección 3'—5'. Por último, se libera el ARNm y la ARN polimerasa se separa del ADN. El nuevo ARNm sale del núcleo hacia el citoplasma a través de los poros nucleares. El ARNm lleva la información genética del ADN nuclear a los ribosomas en el citoplasma, para dirigir la síntesis de proteínas. El siguiente proceso es la síntesis de proteínas o traducción que se lleva a cabo, como ya sabes, en los ribosomas del citoplasma dirigidos por el ARNm.



Menciona las diferencias estructurales del ADN y el ARN.

Diferencias estructurales	ADN	ARN
Azúcar		
Bases nitrogenadas		
Longitud de cadena		
Tipo de molécula		
Localización en la célula		

Subraya la respuesta correcta.

1. El ADN es un tipo de molécula.
 - a. compuesta por aminoácidos.
 - b. compuesta por nucleótidos.
 - c. que se encuentra en el citoplasma.
 - d. que regula las reacciones químicas.
2. La base nitrogenada adenina siempre es complementaria con:
 - a. citosina
 - b. guanina
 - c. ribosa
 - d. timina
3. El azúcar que se encuentra en la molécula de ADN es:
 - a. Sacarosa
 - b. Ribosa
 - c. Glucosa
 - d. Desoxirribosa
4. ¿Cómo se llama la molécula que contiene la información genética en todos los seres vivos?
 - a. ADN
 - b. RNA
 - c. Sacarosa
 - d. Ribosa



Autoevaluación

Indicadores	¿Puedo lograrlo?	¿Tengo dudas?
Comprendo que es el ADN y su función.		
Puedo explicar los principales tipos de ARN y sus funciones.		
Reconozco que el ADN y el RNA forman parte de las principales biomoléculas.		
Identifico las diferencias de la estructura entre el ADN y el RNA.		
Reconozco cuales son los azúcares que están presentes en el ADN y el RNA.		
En el caso de que hayas respondido "Tengo dudas" en alguno de los indicadores, refiere el tema en que necesitas más asesoría.		



Investigando

Te sugerimos consultar los siguientes recursos para facilitar tu práctica de asesoría académica:

- Karu clínico. Todo sobre los ácidos nucleicos, funciones y estructura. Disponible en: https://www.youtube.com/watch?v=tgUZkZtU_2M
- ADN | Herencia y evolución | Biología | Khan Academy en Español. Disponible en: <https://www.youtube.com/watch?v=Po4A6piDhbM>
- National Humane Genome Resaearch Institute. Adenina. Disponible en: <https://www.genome.gov/es/genetics-glossary/Adenina>
- Scienza Educación. Ácidos nucleicos: Aspectos generales y clasificación. Disponible en: de <https://www.youtube.com/watch?v=uBtDa4j26IM>

Referencias bibliográficas

- Díaz Alberto; Golombek, Diego (2007). ADN, 50 años no es nada. Siglo XXI Editores, S.A. De C.V.
- Alonso Herrada J., Cerón Carrillo T. y Márquez Portillo G. (2016). Introducción a la Bioquímica, Editores Gafra.
- Verónica Rurriell Coll (s/f) Estructura y propiedades de los ácidos nucleicos https://www.uv.es/tunon/pdf_doc/AcidosNucleicos_veronica.pdf
- Miller y Levine, Biología, Pearson, Educación, USA (2010) <https://books.google.com.mx/books?id=1RMhDgAAQBAJ&pg=PA242&lpg=PA242&dq=-+Miller+y+Levine,+Biología,+Pearson,+Educaci%C3%B3n,+USA,+2010&source=bl&ots=hq>

Imágenes

- Imagen Nelson, 2005 tomada de: https://dmd.unadmexico.mx/contenidos/DCSBA/BLOQUE2/PES/04/FBIQ/unidad_03/descargables/FBIQ_U3_Contenido.pdf
- Imagen tomada: Winslow Terese, (2015) tomada: <https://www.rojotse.com.co/2021/05/la-replicacion-del-adn.html>
- Imagen Khan Ademy (2021) tomada de: <https://es.khanacademy.org/science/high-school-biology/hs-molecular-genetics/hs-rna-and-protein-synthesis/a/hs-rna-and-protein-synthesis-review> (consultada noviembre 2021)
- Imagen de la ciencia cierta de You Tobe tomada: <https://www.youtube.com/watch?v=ATuW5UGR2Dc> (noviembre 2021)

Lección 7. Vías Metabólicas más importantes



Explorando

1. El catabolismo se define como reacciones químicas dentro de la célula donde se descomponen las sustancias y se obtienen energía.
 - a) Falso
 - b) Verdadero
2. El metabolismo se divide en catabolismo y anabolismo.
 - a) Falso
 - b) Verdadero
3. Dentro del metabolismo solo existen procesos endergónicos.
 - a) Falso
 - b) Verdadero
4. Las enzimas son proteínas que solo actúan sobre sustancias específicas llamadas sustratos.
 - a) Falso
 - b) Verdadero
5. Las moléculas NADH, FADH₂, NADPH y citocromos, son acarreadores de electrones dentro de las reacciones metabólicas.
 - a) Falso
 - b) Verdadero



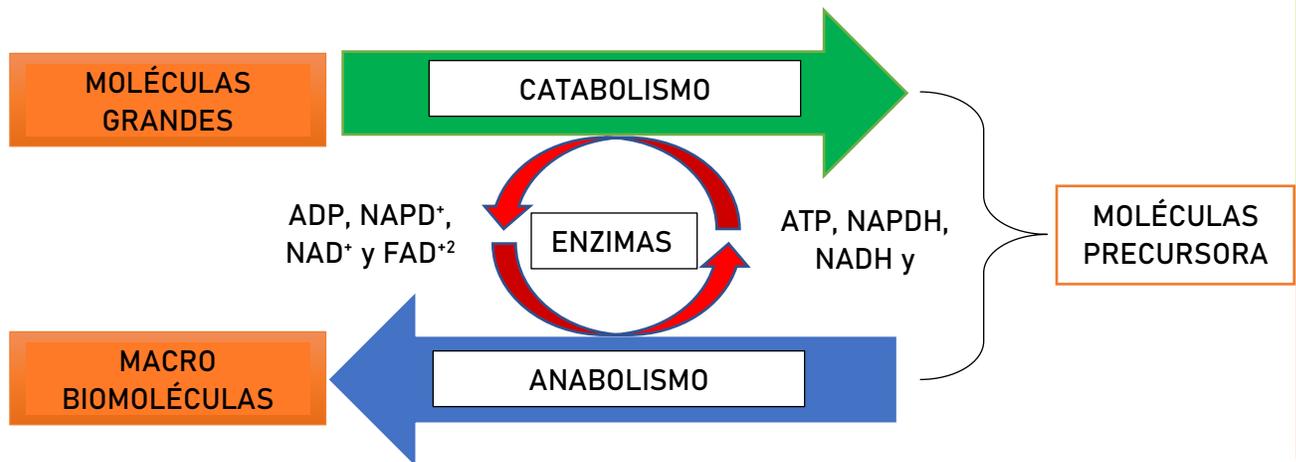
Comprendiendo

Generalidades del metabolismo

El metabolismo se traduce como la suma de todas las reacciones catalizadas por enzimas de un ser vivo. Todos los procesos metabólicos de un organismo individual constan de un vasto patrón de reacciones bioquímicas interconectadas en forma de red. En la red metabólica de la célula, algunas reacciones químicas liberan energía y pueden suceder espontáneamente (sin aporte de energía). Sin embargo, otras necesitan que se agregue energía para poder llevarse a cabo. De la misma forma como necesitas alimentarte continuamente para reponer lo que usa tu cuerpo, también las células necesitan una entrada continua de energía para impulsar sus reacciones químicas que requieren energía. Nuestro cuerpo necesita esta energía para todo lo que hacemos, desde movernos hasta pensar o crecer (Khan Academy, 2021). Existen al menos dos clases de vías bioquímicas: las metabólicas y las de transferencia de energía.

Vías metabólicas

Se dividen en dos, las anabólicas y las catabólicas. Las vías anabólicas o biosintéticas se caracterizan por sintetizar grandes moléculas complejas a partir de precursores más pequeños y estas requieren la utilización de energía química como ATP (trifosfato de adenosina), NADPH (nicotinamida adenina fosfato dinucleótido), NADH (nicotinamida adenina dinucleótido reducido) y $FADH_2$ (dinucleótido de flavina adenina reducido), por otro lado, en las vías catabólicas se degradan moléculas grandes complejas a productos más pequeños y sencillos, promoviendo así la energía que requiere el anabolismo; dentro de ambos procesos se requiere de proteínas enzimáticas provistas por la propia célula y suelen actuar sobre los sustratos de tal manera que se forman cadenas secuenciadas de reacciones químicas permitiendo generar productos de desecho, los cuales presentan baja energía tal como se muestra en el esquema siguiente.



Es importante señalar que el equilibrio dentro del metabolismo es promovido por la energía química proporcionada por los nucleótidos de los cuales se hablará más adelante. Dentro de estos sistemas vivos la energía juega un papel muy importante y, se cumplen las leyes de la termodinámica como se describe en las siguientes líneas.

Vía de transferencia de energía

Las vías de transferencia de energía consisten en la capturar y conversar la energía (se cumple la primera y segunda ley de la termodinámica) de las mismas, en formas que los organismos pueden usar, para llevar a cabo los procesos biomoleculares. En el curso de cualquier reacción química, incluyendo las reacciones metabólicas de una célula, los enlaces químicos se rompen y entonces se pueden formar nuevos y diferentes enlaces. Cada tipo específico de enlace químico tiene una cierta cantidad de energía de enlace, definida como la energía requerida para romper dicho enlace. La energía de enlace total equivale en esencia a la energía potencial total del sistema, cantidad conocida como entalpía (H).

Por otro lado, entropía (S) y entalpía están relacionadas con un tercer tipo de energía, llamada energía libre (G), que es la cantidad de energía disponible para efectuar trabajo bajo las condiciones de una reacción química, en este sentido la célula puede realizar un

trabajo y por lo tanto se puede de terminar con la siguiente relación:

$$G=H-TS$$

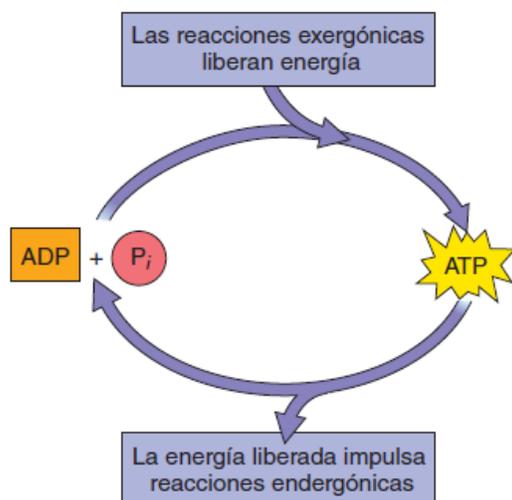
donde H es la entalpía; G es la energía libre; T es la temperatura absoluta del sistema, expresada en unidades kelvin; y S es la entropía. No obstante que la energía libre total de un sistema (G) no se puede medir de manera efectiva, la ecuación $G = H - TS$ se puede ampliar para predecir si una reacción química particular liberará energía o requerirá de un ingreso de energía. La razón es que pueden medirse los cambios en la energía libre. Por lo que, se utilizan la letra griega mayúscula delta (Δ) para denotar cualquier cambio que ocurre en el sistema que en este caso es la célula entre su estado inicial antes de la reacción y su estado final posterior a la reacción. Para expresar qué ocurre, con respecto a la energía, en una reacción química, la ecuación queda:

$$\Delta G = \Delta H - T\Delta S$$

Observa que la temperatura no cambia; se conserva constante durante la reacción. Así, el cambio en la energía libre (ΔG) durante la reacción es igual al cambio en la entalpía (ΔH) menos el producto de la temperatura absoluta (T) en unidades kelvin multiplicada por el cambio en la entropía (ΔS). En este sentido la expresión de ΔG y ΔH en kilojoules o kilocalorías por mol y el ΔS en kilojoules o kilocalorías por kelvin (Solomon, 2013, p.154). Para los procesos bioquímicos los cambios energéticos también se presentan y con base a esto, tenemos procesos endergónicos y exergónicos. Donde el primero se debe a la ganancia de energía y, el segundo se presenta una liberación de energía y, los valores numéricos de ΔG son positivo y negativo respectivamente; en las reacciones bioquímicas tenemos ambos procesos, sobre todo en la formación o descomposición de moléculas energéticas como el ATP, NADH, NADPH y FADH₂, de estas moléculas se hablará más adelante.

ATP una molécula energética para la célula

El trifosfato de adenosina (ATP), es un nucleótido que consiste en tres partes principales: adenina, una base orgánica que contiene nitrógeno; ribosa, un azúcar de cinco carbonos; y tres grupos fosfato, identificables como átomos de fósforo rodeados por átomos de oxígeno, esta molécula conserva la energía disponible durante muy cortos periodos puede

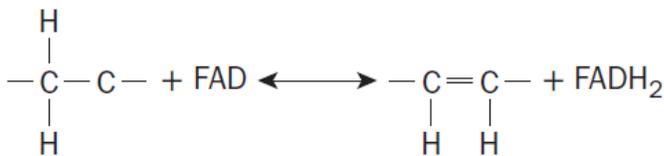
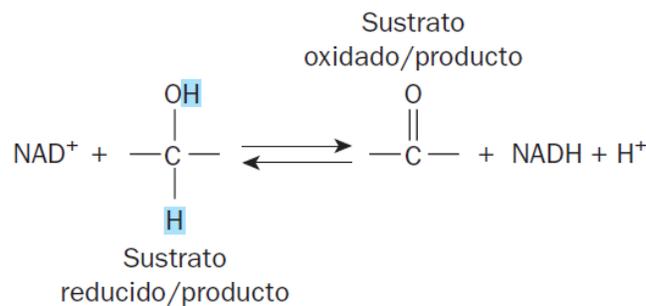


ser utilizado para que la célula lleve a cabo sus funciones. Cuando el fosfato terminal se elimina del ATP, la molécula restante es difosfato de adenosina (ADP). Si el grupo fosfato no se transfiere a otra molécula, se libera como fosfato inorgánico (Pi). Ésta es una reacción exergónica con un valor negativo de G. Por otro lado, la transferencia de un grupo fosfato del ATP hacia algún otro compuesto está ligada a reacciones endergónicas celulares. Inversamente, agregando un grupo fosfato al monofosfato de adenosina, o AMP (formando ADP), o al ADP (formando ATP) requiere acoplamiento a reacciones exergónicas en la célula (Starr

et al., 2009). El ATP es un intermediario entre procesos exergónicos y endergónicos dentro de las rutas metabólicas, debido a que esta molécula energética se deriva de la respiración celular o fotosíntesis con base a los nutrientes adquiridos por la célula, aunque la célula mantiene una elevada proporción de ATP a ADP, ya que no puede almacenar grandes cantidades de ATP y la concentración de este nucleótido es muy baja aproximadamente 1mmol/L. Por lo que cada segundo transcurrido la célula genera 10 millones de ATP a partir de ADP y fosfato, y un igual número de ATP transfiere sus grupos fosfatos, junto con su energía, a cualquier reacción química que los requiere (Solomon, 2009, 2013).

Reacciones Redox dentro de los procesos metabólicos

Además de reacciones endergónicas y exergónicas también existen reacciones redox las cuales son necesarias para la producción de ATP dentro de la célula, en dichas reacciones existe unas transferencias de electrones semejante a la transferencia de energía; parte esencial de la respiración celular, fotosíntesis y otros procesos químicos dentro de la



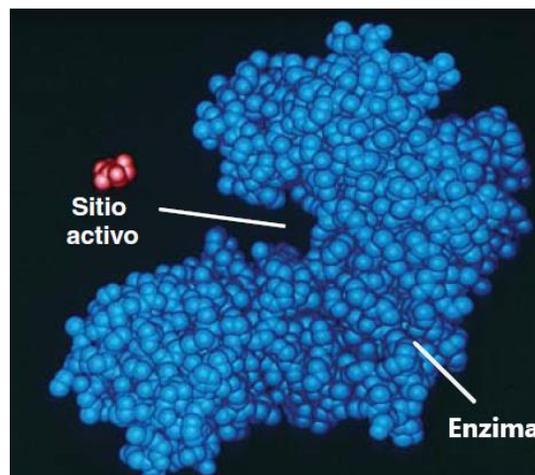
célula. Una de las moléculasceptoras más comunes en la respiración celular es la nicotinamida adenina dinucleótido (NAD⁺). Cuando la NAD⁺ se reduce, almacena temporalmente grandes cantidades de energía libre. Otros importantes aceptores de hidrógeno o aceptores de electrones son el FAD⁺² y los citocromos.

El dinucleótido de flavina adenina (FAD⁺²) es un nucleótido que acepta átomos de hidrógeno y a sus electrones; su forma reducida es FADH₂. Tanto el NADH Y FADH₂ se encuentran acopladas a sus enzimas

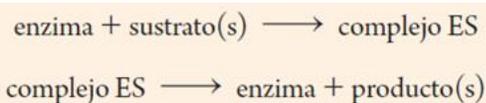
específicas para promover la transferencia de electrones en los sistemas bioquímicos, promoviendo estados reducidos y oxidados dentro de la cadenera respiratorio en la membrana interna de la mitocondria, al igual en que en la fase lumínica dentro de la fotosíntesis dentro de la membrana del tilacoide presente en los cloroplastos (utilizando nicotinamida adenina dinucleótido fosfato FADP⁺/FADPH) Así mismo, los citocromos son proteínas que contienen hierro; el componente de hierro acepta electrones de los átomos de hidrógeno y entonces transfiere esos electrones a algún otro compuesto. Por lo tanto, en los estados oxidados de estas moléculas (NAD⁺, NADP⁺, FAD⁺² y citocromos Fe²⁺/Fe³⁺) presentan menos energía libre; dispuestos aceptar electrones y en cambio en los estados reducidos de dichas moléculas (NADH, FADH₂, NADPH y citocromos reducidos), presenta mayor energía libre promoviendo procesos exotérmicos dentro de la célula (Rodwell *et al.*, 2018, p. 125).

Controles del metabolismo

Como ya se mencionó el metabolismo se refiere a las actividades en las cuales las células obtienen y usan energía. Donde las reacciones son mediadas por enzimas que sintetizan, reordenan o rompen sustancias químicas. Muchas de las vías metabólicas son líneas, es decir van directamente de reactivos a productos. Otras están ramificadas: sus intermediarios pueden continuar en más de una secuencia de reacciones. Otras más son cíclicas; en el último paso se regenera un reactivo para el primer paso. Dependiendo de la ruta metabólica se tendrán enzimas específicas, las cuales promueven las



reacciones químicas disminuyendo la energía de activación, haciéndolo más rápidas y eficientes, pero para que actúen dichas proteínas es importante entender que dentro de estas se presentan sitios activos y sitios alostéricos; el primero se refiere al lugar donde se enlazan ciertas moléculas promoviendo su actividad o caso contrario inhibiendo dicha actividad; en cuanto al sitio alostérico, es una región de la enzima distinta del sitio activo que puede enlazarse con moléculas reguladoras (*alo*-significa otro; *sterico* significa estructura). El enlace con un regulador alostérico altera la forma de la enzima de manera que aumenta o inhibe su función. (Starr *et al.*, 2009, p. 100). La manera en la que funcionan las enzimas es formando un complejo intermedio inestable con el sustrato, la sustancia sobre la que actúan. Cuando el complejo Enzima-Sustrato, o complejo ES, se descompone, el producto se libera; la molécula de la enzima original se regenera y queda libre para formar un nuevo complejo ES. Por otro lado, la especificidad de las



enzimas permite darles nombres a las enzimas donde su terminación es *-asa* tomando la raíz del nombre del sustrato donde actúan, pocas terminan en *-zima*. Por ejemplo, la lisozima que es una enzima que se encuentra en las lágrimas y la saliva; rompe las paredes celulares bacterias. Otros ejemplos de enzimas con nombres tradicionales son la pepsina y la tripsina, que descomponen enlaces péptidos en proteínas. Otras enzimas tienen dos componentes: una proteína llamada apoenzima y un componente químico adicional llamado cofactor. Ni la apoenzima ni el cofactor solos tienen actividad catalítica; solamente cuando ambos se combinan permiten que la enzima funcione. Un cofactor puede ser inorgánico, o puede ser una molécula orgánica. En general, las enzimas trabajan mejor bajo ciertas condiciones estrechamente definidas, como una temperatura apropiada, pH y concentración de iones. Cualquier desviación de las condiciones óptimas afecta de modo adverso la actividad enzimática (Solomon, 2009, 2013, p.164).

Dentro de las principales rutas metabólicas presentes en la mayoría de los organismos es la respiración celular claro ejemplo del catabolismo, ya que se descompone la glucosa para dar origen a moléculas energéticas como ATP necesaria para proporcionar la energía necesaria en todas las reacciones químicas celulares, además de los cofactores importantes en los procesos redox.

Otra ruta importante es la Fotosíntesis, encargada de proveer el alimento necesario para todos los seres vivos dentro de nuestro planeta, siendo esta vía metabólica un claro ejemplo de anabolismo, porque a partir de moléculas simples se promueve la generación de glucosa. Ambas vías tienen su lugar de acción, presentando enzimas específicas, balances de materia y energía dentro de la célula. En próximas lecciones se hablará a detalle de cada una de ellas y se describirá paso a paso cada reacción dentro de ambas rutas.



Practicando

Completa los siguientes párrafos con las palabras que se presenta en el recuadro inferior.

El metabolismo se divide en _____ y _____, el primero consiste en degradar los macronutrientes donde se obtiene energía en forma de _____, en cuanto al segundo se encarga de construir las biomoléculas necesarias que requiere las células, presentando un proceso _____ debido a que las reacciones presentan el ΔG es positivo; cada reacción presente en la célula requiere de _____ las cuales son necesarias, debido a que disminuyen la energía de activación. Así mismo, la fotosíntesis es otro ejemplo de vía metabólica muy importante en las plantas en esta ruta se utilizan _____ para la producción de glucosa, debido la oxidación presentan las biomoléculas de dicha vía metabólica. Por otro lado, existen otras moléculas como _____ y _____ presentes en la respiración celular, con la finalidad de generar el ATP a través en la oxidación.

Catabolismo	Enzimas	FADH ₂	ATP
NADH	Endergónico	Anabolismo	NADPH



Autoevaluación

Indicador	¿Puedo lograrlo?	¿Tengo dudas?
Logro explicar que es el catabolismo y en anabolismo.		
Reconozco las reacciones presentes en la vía metabólicas.		
Identifico la importancia de las enzimas en la vías metabólicas.		
Puedo interpretar la importancia del metabolismo en la célula.		
En el caso de que hayas respondido "Tengo dudas" en alguno de los indicadores, refiere el tema en que necesitas más asesoría.		



Te sugerimos consultar los siguientes recursos para facilitar tu práctica de asesoría académica:

- I.B. Monforte e Iles Ríu Cabe. Introducción al metabolismo. Disponible en: https://www.edu.xunta.gal/centros/iesriocabe/system/files/u1/T_202_Introducci_n_al_metabolismo.pdf
- Aida Macías Alvia y col (2018). Introducción al estudio de la bioquímica. DOI. Disponible en: <http://dx.doi.org/10.17993/CcyLI.2018.28>
- Bertran P. P. (2021). Los 3 tipos de rutas metabólicas (y ejemplos). Disponible en: <https://medicoplus.com/medicina-general/tipos-rutas-metabolicas>
- Khan Academy (2021). Resumen del metabolismo. Disponible en: <https://es.khanacademy.org/science/ap-biology/cellular-energetics/cellular-energy/a/overview-of-metabolism>

Referencias bibliográficas

- Cecie Starr, *et. al.* (2009). Biología. La unidad y la diversidad de la vida. Doceava edición. Editorial Cengage Learning. México, D.F.
- Eldra p. Solomon, *et. al.* (2013). Biología. Novena Edición. Editorial Cengage Learning. México, D.F.
- Victor W. Rodwell, *et. al.* (2018). Harper Bioquímica ilustrada. Trigésima primera edición. Editorial Mc Graw Hill Education. México.
- Macías Alvia Aida.. *et al.* (2018). Introducción al estudio de la bioquímica. DOI. Disponible en: <http://dx.doi.org/10.17993/CcyLI.2018.28>
- Moreno Salazar S.F. (s.f.) Metabolismo. Temas Selectos de Bioquímica General. Disponible en: <https://dagus.unison.mx/smoreno/8%20metabolismo.pdf>

Imágenes tomadas de:

- <https://pixabay.com/>
- <https://www.flaticon.es/>
- <https://images.freeimages.com/>
- <https://commons.wikimedia.org/>

Lección 8. Agua, pH y electrolitos



Explorando

Completa las oraciones del texto considerando las siguientes palabras.

- | | |
|--|---|
| <ul style="list-style-type: none">• 28%• polaridad• oxígeno• base• líquida | <ul style="list-style-type: none">• hidrógeno• solvente• tetraédrica• Agua• 70% |
|--|---|

El _____ es el componente más abundante en los seres vivos. En general se dice que los seres vivos contienen un promedio de _____ de agua. Aunque no todos tienen la misma cantidad, por ejemplo, las plantas contienen más agua que los mamíferos. Hay tejidos que tienen más agua que otros, por ejemplo, el tejido adiposo se estima que contiene alrededor de 15%, mientras que los huesos contienen alrededor de _____. (Angulo-Rodríguez *et al.* 2009).

Como es del conocimiento general, la molécula de agua está formada por dos átomos de _____ unidos covalentemente a un átomo de _____. La molécula del agua posee una forma _____. Esta geometría y los ángulos que se forman tienen enormes implicaciones biológicas en los seres vivos, tales como la _____ y la capacidad para formar puentes de hidrógeno. Gracias a estos puentes de hidrógeno las moléculas de agua se mantienen unidas (cohesividad) y la sustancia se presenta en forma _____ a temperaturas a las que otras sustancias de masas moleculares similares, como el metano (CH₄) son gaseosas (Moreno s.f.).

Una de las propiedades más importantes del agua es su pequeña tendencia a ionizarse lo cual es fundamental para la vida. Esto permite que el agua pueda actuar como ácido y como _____, de acuerdo con la concentración de iones de hidrógeno presentes en determinadas disoluciones, es decir, el pH. El agua es la molécula que se le conoce como el _____ universal puede disolver componentes celulares, como son las proteínas, los ácidos nucleicos, los carbohidratos, etc.



El agua, pH y electrolitos



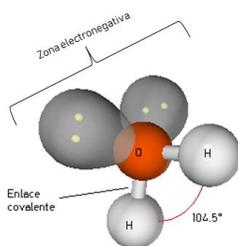
La mayoría de la superficie de nuestro planeta está cubierta de agua.

El agua es la molécula más abundante en la superficie de la tierra (Angulo-Rodríguez *et al.* 2009), cubre alrededor de $\frac{3}{4}$ partes del planeta. Como mencionamos en la actividad de apertura de esta lección los seres vivos están constituidos por un 70% de este líquido vital, aunque algunos organismos pueden estar constituidos por un 80% o poco más de agua, también hay tejidos que tienen más agua que otros, tales como, el tejido adiposo se estima que contiene alrededor de 15%, mientras que tejido nervioso, contiene aproximadamente el 90% de agua. El contenido también varía con la edad del tejido, por ejemplo, en la carne de becerros es más tierna que la de las vacas, por tener mayor cantidad de agua (Moreno Salazar, s.f.).

Gracias a la estructura de la molécula de agua (como veremos posteriormente) es líquida a temperatura ambiente, lo que le confiere la gran capacidad de disolver muchos componentes celulares tales como las proteínas, ácidos nucleicos, los carbohidratos, entre otros. De esta manera, es que este “disolvente universal” participa en la mayoría de las reacciones biológicas, por lo que todos los organismos requieren del agua para vivir aunque algunos menos que otros. A pesar del uso tan cotidiano y simple que le damos, en esta parte de la lección descubrirás porque es indispensable para la vida.

Estructura

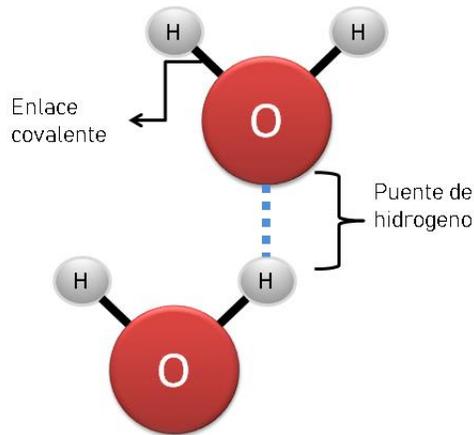
La molécula del agua está compuesta por dos átomos de hidrógeno y uno de oxígeno. Es un dipolo, ya que el oxígeno genera un entorno electronegativo en su proximidad y los hidrógenos por su parte, al quedarse sin electrones, generan una carga positiva en su entorno. Esta característica permite que se produzcan interacciones con otras moléculas polares.



Algunos organismos como las Cactáceas tienen la capacidad de almacenar agua para resistir largos periodos de ausencia de agua.

Estructura química del agua Adaptado de: Simulador de moléculas de Phet Colorado (Recuperado 08 de noviembre 2021) https://phet.colorado.edu/sims/html/molecule-shapes/latest/molecule-shapes_es.html

Como consecuencia de su geometría, los enlaces covalentes en la molécula de agua (entre el átomo de oxígeno y los dos átomos de hidrógeno) forman un ángulo de 104.5° . Además, las moléculas de agua son dipolo, por lo que pueden formar entre sí puentes de hidrógeno, se da entre el átomo de oxígeno de una molécula y los átomos de hidrógeno.



Puente de hidrógeno entre dos moléculas de agua

Propiedades fisicoquímicas del agua

Cohesión molecular

Esta es la principal característica del agua debido a que sus moléculas se unen mediante puentes de hidrógeno. Esto permite que se presente en forma líquida a temperaturas a las que otras sustancias de masas moleculares similares, como el metano son gaseosas. El hecho de que el agua sea líquida en un amplio rango de temperaturas que se dan en la Tierra, es lo que ha posibilitado el desarrollo de la vida en nuestro planeta. De la cohesión dependen una serie de propiedades del agua de gran importancia para los seres vivos. Esta propiedad convierte el agua en un líquido casi incompresible.

Poder disolvente

El agua es el líquido que más sustancias disuelve, por lo que se le conoce como disolvente universal. Esta propiedad se debe a su capacidad para formar puentes de hidrógeno con otras sustancias, estas se disuelven cuando interactúan con las moléculas polares del agua.

Las sustancias que se disuelven en medios acuosos se denominan hidrofílicas, las que no, se conocen como hidrofóbicas, mientras que las que se disuelven tanto en disolventes acuosos como en disolventes orgánicos se denominan anfipáticas. El agua también puede disolver a sustancias salinas que se disocian, formando disoluciones iónicas (electrolitos por ejemplo).

Las moléculas de gran tamaño como los polisacáridos y las proteínas, cuando son solubles en agua, forman un tipo especial de disoluciones denominadas coloides. Las disoluciones coloidales pueden existir en los estados: sol y gel. Si las partículas están separadas y el

aspecto es fluido están en la forma sol y en la forma gel las partículas están más concentradas y el aspecto es gelatinoso.

Reactividad química

El agua, al formar enlaces por puentes de hidrógeno, es fundamental para la estructura de numerosas moléculas. La síntesis de la mayoría de las macromoléculas se realiza con la formación de una molécula de agua.

Alto calor específico

Se define como la cantidad de energía calórica necesaria para elevar la temperatura de un gramo de una sustancia en 1° C.

En el caso del agua, esta absorbe gramo por gramo más energía calórica para elevar su temperatura, que la mayoría de las sustancias.

Tensión superficial

Es una fuerza de atracción que se manifiesta en la superficie de un líquido debido a de las fuerzas de cohesión entre las moléculas de agua. Esta fuerte cohesión origina el llamado fenómeno de la capilaridad. Gracias a esta propiedad el agua puede ascender por tubos de capilares muy finos. En la naturaleza por ejemplo provoca que el agua avance por los espacios microscópicos que hay entre las partículas del suelo hasta las raíces de las plantas.

Funciones biológicas

Función termorreguladora: el elevado calor específico del agua la convierte en un buen amortiguador térmico, evitando que los cambios bruscos de temperatura externa afecten a los organismos, además debido al alto calor de vaporización, actúan como mecanismo refrigerante por ejemplo el sudor en los humanos y el jadeo de los perros es decir actúa como regulador de la temperatura corporal.

Función disolvente: el aporte de nutrientes y la eliminación de productos de desechos se realiza a través de sistemas de transporte acuoso.

Función estructural: la elevada fuerza de cohesión que existe entre las moléculas de agua permite que se mantengan la forma y el volumen de las células.

Función mecánica: el agua produce líquidos con la viscosidad adecuada para actuar de lubricantes y amortiguadores de movimientos bruscos de articulaciones.

Ionización del agua y escala de pH

Origen de la escala pH.

La capacidad del agua para ionizarse es ligera pero fundamental para la vida, el agua puede actuar como ácido o base, una pequeña cantidad de moléculas se encuentran disociadas en H^+ y OH^- . En realidad, el catión H^+ no existe en disolución acuosa, debido a que es tan pequeño e inestable se une a una molécula de agua dando lugar al catión hidronio (H_3O^+).

La disociación del agua se define de la siguiente manera: $2H_2O \rightarrow H_3O^+ + OH^-$

Como en el estado de equilibrio las concentraciones molares (molaridad) son constantes, es posible calcular una constante de equilibrio de la reacción, a partir de la relación de concentraciones, así:

$$K_{eq} = \frac{[H^+][OH^-]}{[H_2O]}$$

O bien:

$$K_{eq}[H_2O] = [H^+][OH^-]$$

Dónde:

K_e =Constante de equilibrio de la reacción

H_2O =Molécula de agua en reacción

H^+ =Cationes de hidrogeno

OH^- =Aniones hidroxilo (ion hidroxilo)

Si se sabe que la densidad del agua es de 1000 g/L y su peso molecular es de 18 g/mol, es posible calcular la molaridad del agua (M), sabiendo que:

$$M = [H_2O] \frac{\text{Número de moles de agua}}{\text{Volumen de agua}} = \frac{\frac{\text{Masa de agua}}{\text{Peso molecular de agua}}}{\frac{\text{Volumen de agua}}{1}}$$

$$[H_2O] = \frac{\text{Masa de agua}}{(\text{Peso molecular de agua})(\text{Volumen de agua})} = \frac{\text{Densidad de agua}}{\text{Peso molecular de agua}}$$

$$[H_2O] = \frac{1000^g_L}{18^g_{mol}} = [H^+][OH^-]$$

$$K_{eq}[55.55M] = [H^+][OH^-]$$

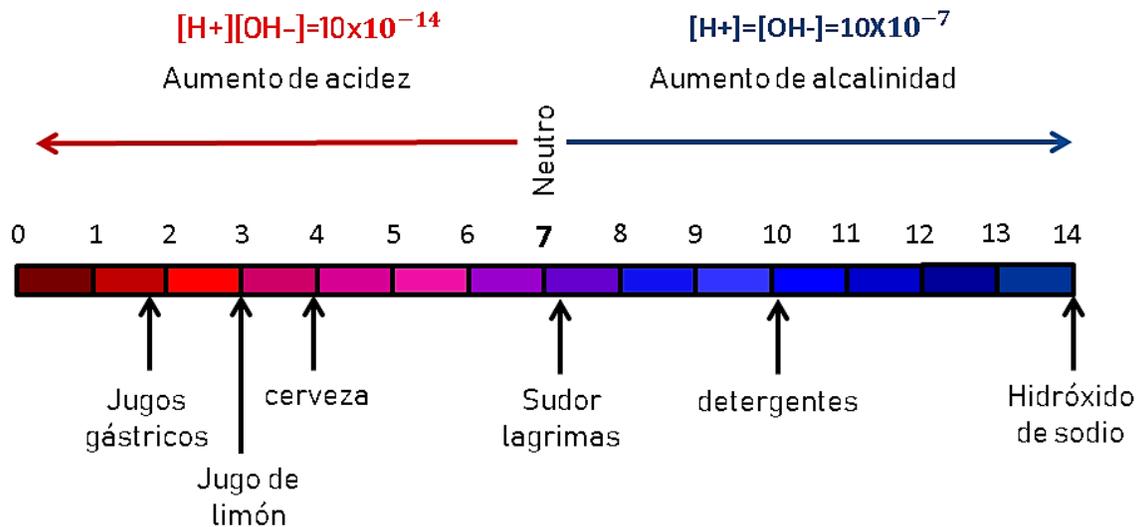
Recordemos que el catión H^+ no existe como tal en disolución acuosa, debido a que es muy pequeño e inestable y se une a otra molécula de agua dando lugar al catión hidronio (H_3O^+) de acuerdo con Angulo-Rodríguez *et al.* en 2009. Por lo que puede incluirse en la constante de equilibrio

$$55.55 k = [H_3O^+][OH^-]$$

El valor 55.5 k se engloba en una nueva constante K_w que es el producto iónico del agua. A 25°C $K_w=10 \times 10^{-14}$. La constante K_w permite crear la escala de pH que mide la proporción de H_3O^+ de una disolución

$$pH = \log 1/[H_3O^+] = -\log[H_3O^+]$$

En el agua pura, la cantidad de iones H^+ es igual a la cantidad de iones OH^- por lo que el pH es igual a 7, lo que se considera una disolución neutra



Escala de pH y algunos ejemplos. Adaptado de Bioquímica para 1º Y 2º de Bachiller s.f.

Muchas sustancias al disolverlas en agua provocan un aumento de iones H^+ y un descenso de iones OH^- , esas sustancias se conocen como ácidos y ceden protones al medio, dentro de la escala de pH corresponde a un valor de 0 a 7 (recuerda que 7 es neutro). Otras sustancias provocan el efecto contrario, es decir un aumento de iones OH^- y son conocidas como bases, en la escala de pH tendría un valor entre 7 y 14.

Dicho de otra manera, los valores menos de 7 hasta 0 corresponden a concentraciones altas H^+ y el pH es ácido. Los valores altos de pH, que van desde 7 hasta 14 corresponden a concentraciones bajas de H^+ y es un pH básico (en algunos libros y publicaciones lo encontrarás como pH alcalino).

Entonces si aumentamos concentración de iones H^+ el pH será más ácido y si disminuimos la concentración será menos ácido. El pH de la orina normalmente es un poco ácido (pH6), en cambio el pH del jugo gástrico con el que hacemos digestión es muy ácido (pH2). Por otro, con un pH de 8, encontramos al jugo pancreático, el cual podemos decir que es ligeramente básico o alcalino (Angulo-Rodríguez *et al.* 2009).

Podemos decir que el pH es la medida del grado de acidez o alcalinidad de una sustancia o una solución.

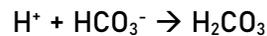
Soluciones amortiguadoras.

Son aquellas que resisten un cambio de pH en el momento que se producen o se consumen protones, también son conocidas como buffers o sistema tampón. La mayoría de las reacciones metabólicas son acompañadas de liberación o aceptación de protones, para que una reacción metabólica pueda desarrollarse con normalidad, es necesario que el valor del pH medio interno sea constante.

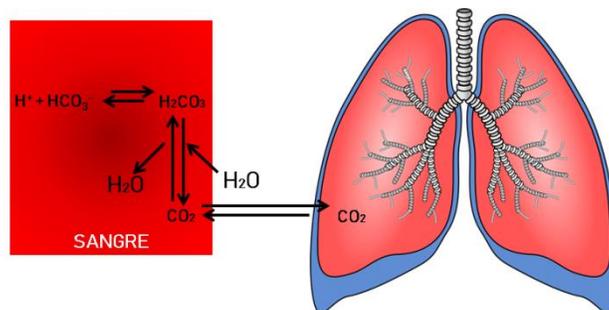
La mayor parte de las reacciones intracelulares (dentro de la célula) son amortiguadas. Cuando en el medio existe un exceso de H_3O^+ el tampón actúa como base y los acepta y cuando se produce un exceso de OH^- actúa como un ácido liberando protones que lo neutralizan (Bioquímica para 1º Y 2º de Bachiller s.f.). El bicarbonato, el fosfato y las proteínas son los amortiguadores que mantienen el pH del líquido extracelular entre 7.35 y 7.45. De manera más específica encontramos que:

- El par conjugado ácido-base fosfato - bifosfato. Es el principal tampón intracelular.
- El par conjugado carbonato - bicarbonato Actúa como tampón extracelular. El exceso de ácido se descompone en CO_2 y agua. El CO_2 es eliminado gracias a la ventilación pulmonar.

El sistema tampón carbonato-bicarbonato es clave en la regulación del pH en la sangre, funciona de la siguiente forma:



El ácido carbónico, es rápidamente convertido en CO_2 y agua gracias a la anhidrasa carbónica; de esta manera, este ácido desaparece rápidamente de la sangre. El agua la absorbe del sistema y el CO_2 se elimina en la ventilación pulmonar. El sistema renal también interviene, mediante mecanismos neurofisiológicos, en el control de la acidez sanguínea.



Regulación del pH sanguíneo a través de la respiración. Adaptado de Bioquímica para 1º Y 2º de Bachiller s.f.

Electrólitos

Los electrólitos son los iones (cationes y aniones) que se encuentran en el líquido intra y extra celular, es decir, dentro y fuera del medio de la célula. El líquido extracelular ha sido más estudiado gracias al suero sanguíneo.

Cationes presentes en el suero sanguíneo	Aniones presentes en el suero sanguíneo
Na ⁺ Sodio	Cl ⁻ Cloro
K ⁺ Potasio	HCO ₃ ⁻ Bicarbonato
Ca ⁺⁺ Calcio	PO ₄ ⁻⁻⁻ Fosfato
Mg ⁺⁺ Magnesio	SO ₄ ⁻⁻ Sulfato

- El Cl⁻ (Cloro) es el anión extracelular más importante y abundante y está prácticamente ausente en el interior de la célula. El catión extra celular más abundante es el Na⁺ (Sodio).
- Los aniones intracelulares más importantes son los cationes K⁺ Potasio, Mg⁺⁺ Magnesio y en el caso de los aniones es el fosfato PO₄⁻⁻⁻
- El anión que es común tanto fuera como dentro de las células es el HCO₃⁻ (aunque es ligeramente más abundante en el medio extracelular).

Te preguntará porque mencionamos a los electrolitos en el tema del agua, pues porque el metabolismo del agua y los electrolitos es de gran interés médico, por ejemplo, los casos de pérdida de líquidos y sales por vómitos y diarrea, traumatismos y quemaduras, insuficiencia renal y retención de agua. La alteración más frecuente de concentración de líquidos y electrolitos es la famosa deshidratación. De acuerdo con Angulo-Rodríguez *et al.* (2009) los electrolitos son importantes porque ayudan a:

- Equilibrar la cantidad de agua en el cuerpo
- Equilibrar el nivel de ácido/base (pH)
- Transportar nutrientes a las células
- Eliminar los desechos de las células
- Ayudan en el funcionamiento de los nervios, músculos, corazón y cerebro de la manera adecuada.

En general los líquidos corporales tienen una gran constancia en la concentración de sus componentes iónicos (electrolitos), pH y temperatura, conservan estos niveles y los regulan a través de la piel y el riñón, con lo cual, conservan en el máximo grado posible la concentración de los componentes del medio interno. La cantidad de agua que ingerimos es condicionada por la sed que sentimos, pero en general debemos ingerir 2 a 2.5 litros de agua diariamente y se pueden obtener principalmente de tres fuentes:

1. Bebida como tal. Debes ingerir por lo menos 1 a 1.2 litros de agua, si no lo haces puedes presentar deshidratación lo que provoca problemas en el sistema de circulación, el sistema nervioso y el respiratorio.
2. Agua de los alimentos. Por sólidos que parezcan, los alimentos tienen cierta cantidad de agua, unos más que otros, se puede obtener hasta 1 litro de agua de los alimentos. Algunos ejemplos son el pan con un 31% de líquidos, el jamón con un 58% y el pepino con un 98%.

3. Agua metabólica (aproximadamente 300 ml) procede de la oxidación de los alimentos y el volumen producido depende del metabolismo de cada individuo.

La regulación del equilibrio del agua esta depende del hipotálamo que controla la sed, de la hormona antidiurética (ADH), de la retención o excreción de agua por los riñones (orina). Además, otros medios de eliminación de agua son las heces, la transpiración y el vapor de agua en las exhalaciones de la respiración.

Así que, como pudiste leer, el agua es de gran importancia para la bioquímica de nuestros cuerpos, está presente en todos los tejidos y es parte de los fluidos corporales que nos ayudan a cumplir con el funcionamiento de nuestros cuerpos.



Indica si las siguientes oraciones son Verdaderas (V) o Falsas (F)

1. Las moléculas de agua son dipolo, por lo que pueden formar entre sí puentes de hidrógeno..... ()
2. La cohesión molecular del agua permite que se presente en forma líquida a diferencia de otras sustancias que se presentan en forma de gas..... ()
3. El agua es muy mal disolvente de sustancias..... ()
4. Los polisacáridos y proteínas forman coloides en disolución..... ()
5. La síntesis de la mayoría de las macromoléculas se realiza con la formación de una molécula de agua..... ()
6. El agua no es usada en función termorreguladora del cuerpo..... ()
7. El agua no tiene capacidad de ionizarse..... ()

Selecciona la respuesta correcta

1. Se define como la cantidad de energía calórica necesaria para elevar la temperatura de un gramo de una sustancia en 1° C.
 - a) Calor especifico
 - b) Calor de fusión
 - c) Calor de evaporación

2. Muchas sustancias al disolverlas en agua provocan un aumento de iones H^+ y un descenso de iones OH^- , esas sustancias se conocen como:

- a) Bases
- b) Álcalis
- c) Ácidos

3. Son soluciones que resisten un cambio de pH en el momento que se producen o se consumen protones.

- a) Bases
- b) Ácidos
- c) Buffer

4. Son los iones (cationes y aniones) que se encuentran en el líquido intracelular y extra celular.

- a) Sodio
- b) Potasio
- c) Electrolitos

5. Los enlaces que se forman entre el átomo de oxígeno y los átomos de hidrogeno en la molécula de agua son:

- a) Puente de hidrogeno
- b) Enlace covalente
- c) Enlace metálico



**Auto
evaluación**

Indicadores	¿Puedo lograrlo?	¿Tengo dudas?
Identifico la molécula de agua y su estructura		
Puedo definir en que consiste la escala de pH		
Conozco la importancia de los electrolitos en el cuerpo		
En el caso de que hayas respondido "Tengo dudas" en alguno de los indicadores, refiere el tema en que necesitas más asesoría.		



Investigando

Te sugerimos consultar los siguientes recursos para facilitar tu práctica de asesoría académica:

- Fisiología DJ. Fisiología: Compartimientos intra y extracelular, líquidos y electrolitos explicado, con animaciones. Disponible en: <https://youtu.be/FzMn1YafEfc>
- PhET Interactive Simulations Center for STEM Learning. Simulador de formas de moléculas. Disponible en: <https://phet.colorado.edu/en/simulations/molecule-shapes>
- PhET Interactive Simulations Center for STEM Learning. Simulador de soluciones ácido-base. Disponible en: <https://phet.colorado.edu/en/simulations/acid-base-solutions>
- Lagartija's vlogs. ¿Qué es el pH? Escalas de pH, nivel experto en 2 minutos. Disponible en: <https://youtu.be/EOCp6ngtHEY> (

Referencias bibliográficas

- Angulo Rodríguez, A. A., Galindo Uriarte, A. R., Avendaño Palazuelos, R. C., & Pérez Angulo, C. (2019). *Bioquímica, quinto semestres* (8 reimpresión ed., Vol. 1). UAS-DGEP.
- Bioquímica para 1o Y 2o de Bachiller (s. f.). <https://es.scribd.com/document/404191708/bioquimica-1415161718-pdf>
- Moreno Salazar (s. f.). *Temas selectos de Bioquímica General*. Dagus Unison. <https://dagus.unison.mx/smoreno/Temas%20Selectos%20de%20Bioqu%C3%ADmica%20General.pdf>
- Piña Garza, E. (2018). Capítulo 3 Metabolismo del agua y los electrolitos. *El Manual Moderno* (Vol. 8va, pp. 41–56).

Imágenes tomadas de:

- <https://pixabay.com/>
- <https://www.flaticon.es/>
- https://phet.colorado.edu/sims/html/molecule-shapes/latest/molecule-shapes_es.html

Lección 9. Enzimas y su función catalizadora



Explorando

Relaciona las siguientes columnas de manera correcta

1. Son proteínas complejas que producen un cambio químico específico en todas las partes del cuerpo. () Sustrato
2. Son ejemplos de enzimas () Enzimas
3. Es la sustancia sobre la que actúa el enzima () Glucosidasa, amilasa, papaína y pepsina.
4. Las enzimas son también conocidas como: () Complejo enzima-sustrato.
5. Cómo se conoce el mecanismo de actividad de una enzima () Catalizadores biológicos.

¿La enzima amilasa, que se encuentra en la saliva, degrada almidón?

- a) Verdadero
- b) Falso



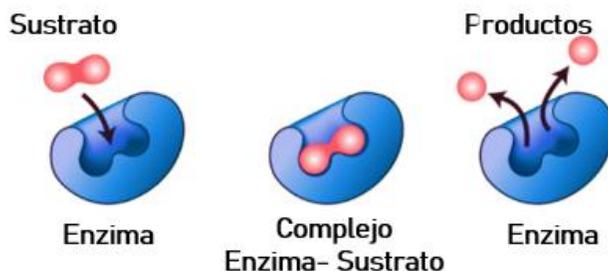
Comprendiendo

Enzimas y su función

Las enzimas son biomoléculas de vital importancia, son catalizadores biológicos. Son proteínas que aceleran la velocidad de una reacción química específica en la célula. Una enzima no será destruida durante la reacción, puede ser utilizada una y otra vez. Por otra parte, la célula puede contener miles de diferentes tipos de moléculas y enzimas específicas para cada reacción química en particular (National Human Genome Research Institute Website, 2021).

Un ejemplo interesante, es en nuestro cuerpo, para poder extraer la energía de los azúcares en un tiempo útil (es decir, que nos mantenga vivos, pestañeando, caminando, pensando o leyendo este artículo), utiliza catalizadores que aceleran esa misma reacción y provocan que ocurra miles de veces más rápido. Los catalizadores de los seres vivos son las enzimas, proteínas que nuestro propio cuerpo produce. De ahí el término autocatalítico (National Human Genome Research Institute Website, 2021).

Mecanismo de actividad de una enzima



Adaptado de: National Human Genome Research Institute Website, 2021.

Al igual que todos los catalizadores, una enzima no afecta la constante de equilibrio de una reacción y no puede ocasionar un cambio químico desfavorable; una enzima únicamente actúa para disminuir la energía de activación para una reacción, por lo que hace que la reacción suceda más rápidamente.

De hecho, en algunas ocasiones la aceleración de la velocidad ocasionada por las enzimas es realmente increíble. Son comunes los aumentos de velocidad de millones de veces y la enzima glucosidasa, que hidroliza a los polisacáridos incrementan la velocidad de reacción por un factor de más de 10¹⁷ veces, ¡lo que modifica el tiempo requerido para la reacción de millones de años a milisegundos! (Ramírez, 2014).

A diferencia de muchos de los catalizadores que los químicos utilizan en el laboratorio, las enzimas usualmente son específicas en su acción. De hecho, con frecuencia una enzima únicamente catalizará una sola reacción de un único compuesto, llamado sustrato de la enzima. Por ejemplo, la enzima amilasa, que se encuentra en el tracto digestivo humano, sólo cataliza la hidrólisis del almidón para producir glucosa; la celulosa y otros polisacáridos no son afectados por la amilasa (Ramírez, 2014).

Enzimas diferentes tienen especificidades distintas. Algunas, como la amilasa, son específicas para un solo sustrato, pero otras operan en un intervalo de sustratos. Por ejemplo, la papaína, una proteína globular de 212 aminoácidos aislada a partir del fruto de la papaya, cataliza la hidrólisis de muchos tipos de enlaces peptídicos. De hecho, es esta habilidad para hidrolizar enlaces de péptidos lo que hace que la papaína sea útil como un ablandador de carne y como un limpiador para los lentes de contacto (Moya, 2012).

Las enzimas funcionan a través de una vía que comprende la formación inicial de un complejo enzima-sustrato $E \cdot S$, una conversión química multietapa de la enzima unida al sustrato en la enzima unida al producto $E \cdot P$ y la liberación final del producto a partir del complejo. Como se observa en la siguiente imagen (McMurry, 2001).



Adaptado de Química Orgánica, McMurry, (2001).

La reacción representada en la siguiente imagen es una reacción de combustión que involucra a las reactantes glucosas ($C_6H_{12}O_6$) y oxígeno (O_2). Los productos de la reacción son dióxido de carbono (CO_2) y agua (H_2O). También se libera energía durante la reacción. La enzima acelera la reacción al bajar la energía de activación que se necesita para que comience la reacción. Compara la energía de activación con y sin la enzima. (Fundación CK-12 2021).

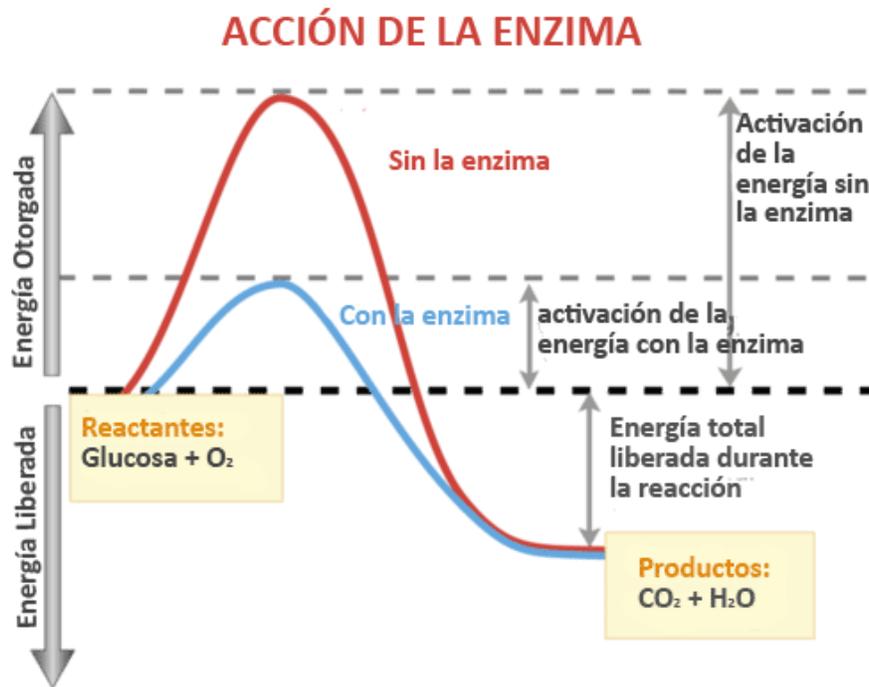


Imagen de: Hana Zavadska, Source: CK-12 Foundation.

Las enzimas generalmente bajan la energía de activación al reducir la energía necesaria para que los reactantes se junten y reaccionen (Fundación CK-12 2021). Por ejemplo:

- Las enzimas unen los reactantes para que no gasten energía moviéndose hasta que choquen al azar. Las enzimas unen las moléculas reactantes (llamadas sustrato), específica y fuertemente, en un sitio de la enzima llamado sitio activo.
- Al unir reactantes en el sitio activo, las enzimas también posicionan correctamente los reactantes para que estos no tengan que superar fuerzas inter-moleculares que de otra forma los separarían. Esto les permite a las moléculas interactuar usando menos energía.
- Las enzimas también son capaces de permitir que las reacciones ocurran por caminos diferentes, en los que se tiene una menor energía de activación.

El sitio activo es específico para los reactantes de las reacciones bioquímicas que cataliza la enzima. Similar a como las piezas de un rompecabezas calzan, el sitio activo solo puede unir ciertos sustratos.

En la siguiente imagen se puede observar que la molécula de enzima se une a las moléculas reactantes - llamadas sustrato - en su sitio activo, formando un complejo de enzima-sustrato. Esto une a los reactantes y los posiciona correctamente para que la reacción pueda ocurrir. Después de la reacción, los productos son liberados del sitio activo de la enzima. Esto libera a la enzima para poder catalizar reacciones adicionales.



Imagen tomada de: Laura Guerin, Source: CK-12 Foundation

Las enzimas, son las biomoléculas más especializadas y numerosas. Actúan como biocatalizadores acelerando las reacciones químicas del metabolismo. En su función como enzimas, las proteínas hacen uso de su propiedad de poder interaccionar, en forma específica, con muy diversas moléculas. A las sustancias que se transforman por medio de una reacción enzimática se les llama sustratos. Los sustratos reconocen un sitio específico en la superficie de la proteína que se denomina sitio activo.

Normalmente el nombre de una enzima se forma con el nombre de la reacción que cataliza o el nombre del sustrato que transforman, terminando el nombre en "asa".

Por ejemplo:

- A las enzimas que transfieren un átomo de oxígeno a un metabolito se les denomina oxigenasas,
- Quienes transfieren un residuo de ácido glucurónico del ácido UDP glucurónico a un metabolito o xenobiótico, se le conoce como UDP glucuronil transferasa.
- Las enzimas que catalizan la adición de una de las cuatro bases a una molécula de ADN en formación se le denomina ADN sintetasa o ADN polimerasa, las que hidrolizan el ADN se le llama ADNasa, etc.

La función y actividad de las enzimas también dependen de la temperatura, las condiciones iónicas y el pH del ambiente. Algunas enzimas funcionan mejor bajo pHs ácidos, mientras otras funcionan mejor en ambientes neutros. Las enzimas digestivas secretadas en el ambiente ácido (pH bajo) del estómago ayudan a separar las proteínas en moléculas más pequeñas. La enzima digestiva más importante del estómago es la pepsina, que trabaja mejor en un pH de alrededor de 1.5. Estas enzimas no funcionarían de manera óptima en niveles de pH diferentes. La tripsina es otra enzima del sistema digestivo, la cual separa las cadenas proteicas de la comida en partes más pequeñas. La tripsina trabaja en el

intestino delgado, que no es un ambiente ácido. El pH óptimo de esta enzima es alrededor de 8.

Las reacciones bioquímicas son óptimas a temperaturas fisiológicas. Por ejemplo, la mayoría de estas reacciones funcionan mejor a una temperatura de cuerpo normal de 36.6°C. Muchas enzimas pierden su buen funcionamiento en temperaturas más bajas o altas. En temperaturas más altas, la forma de la enzima se deteriora. Solo cuando la temperatura vuelve a la normalidad, la enzima recupera su forma y actividad normales.

Como cualquier catalizador, al finalizar la transformación del sustrato y liberarse el producto del sitio activo, la enzima regresa a su estado original y puede involucrarse en un nuevo ciclo de catálisis. Las enzimas pueden utilizarse también fuera de las células: desde hace milenios el ser humano las ha aprovechado. Sus aplicaciones más antiguas tienen que ver con la alimentación, por ejemplo, el proceso de fermentación para la producción de pan y queso.

En resumen, las enzimas tienen una enorme variedad de funciones dentro de la célula: degradan azúcares, sintetizan grasas y aminoácidos, copian fielmente la información genética, participan en el reconocimiento y transmisión de señales del exterior y se encargan de degradar subproductos tóxicos para la célula, entre muchas otras funciones vitales.

La identidad y el estado fisiológico de un ser vivo está determinado por la colección de enzimas que estén funcionando con precisión de cirujano y con la velocidad de un rayo en un momento dado dentro de las células. Así, a lo largo de millones de años de evolución, la naturaleza ha desarrollado una gran diversidad de enzimas para mantener el complejo fenómeno de la vida.

Y es aquí donde descubrimos la magia de las enzimas y porque son tan necesarias para nuestro organismo. Para que puedas concientizar a fondo las funciones de las enzimas en nuestro organismo, te compartimos la siguiente tabla.

Molécula biológica	Alimento	Nombre de la enzima	Sitio de acción	Función
Glúcidos	Pan (almidón)	Amilasa salivar o ptilina	Boca	<i>Transforma el almidón en maltosa</i>
		Amilasa pancreática	Intestino delgado	<i>Completar la digestión de los hidratos de carbono para convertirlos en monosacáridos.</i>
Proteínas	Malta (maltosa)	maltasa	Intestino delgado	<i>Completar la digestión de los hidratos de carbono para convertirlos en monosacáridos.</i>
	Azúcar (sacarosa)	sacarasa	Intestino delgado	<i>Completar la digestión de los hidratos de carbono para convertirlos en monosacáridos.</i>
	Leche (lactosa)	lactasa	Intestino delgado	<i>Completar la digestión de los hidratos de carbono para</i>

				<i>convertirlos en monosacáridos.</i>
	Ovoalbúmina (clara de huevo)	Pepsina	Estómago	<i>Se encarga de iniciar la digestión de las proteínas transformándolas en unidades más pequeñas</i>
		Tripsina Quimotripsina Carboxipeptidasa Aminopectidasa dipeptidasa	Intestino delgado	<i>Completar la digestión de los hidratos de carbono para convertirlos en monosacáridos.</i>
Lípidos	Grasas y aceites	Lipasa pancreática	Intestino delgado	<i>Hidrolizar los triglicéridos de las grasas en sus componentes más básicos.</i>

Adaptado de: Enzimas: ¿qué son y cómo funcionan?, Ramírez, 2014.



Practicando

Responde las siguientes preguntas

1. Son proteínas que aceleran la velocidad de una reacción química específica en una célula
 - a) Ácido cítrico
 - b) Carbohidratos
 - c) Enzimas
 - d) Aminoácidos

2. Una enzima no afecta la constante de equilibrio de una reacción y no puede ocasionar un cambio químico desfavorable; una enzima únicamente actúa para disminuir la energía de activación para una reacción, por lo que hace que la reacción suceda más:
 - a) Rápidamente
 - b) Lentamente
 - c) Desesperadamente
 - d) Segura

3. Con frecuencia una enzima únicamente catalizará una sola reacción de un único compuesto, llamado sustrato de la enzima.

() Verdadero

() Falso

4. Normalmente el nombre de una enzima nunca se formará con el nombre de la reacción que cataliza o el nombre del sustrato que transforman, terminando el nombre en "asa".
() Verdadero
() Falso
5. Como cualquier catalizador, al finalizar la transformación del sustrato y liberarse el producto del sitio activo, _____ y puede involucrarse en un nuevo ciclo de catálisis.
- La enzima se pierde
 - La enzima se desgasta y entra en reposo
 - La enzima regresa a su estado original
 - La enzima se desintegra

Lee con atención el siguiente texto y responde la pregunta que se te plantea.

Texto obtenido de: Intolerancia a la Lactosa, Moreira y López, 2006.

¿QUÉ ES LA LACTOSA? ¿CUÁL ES LA CAUSA DE LA INTOLERANCIA A LA LACTOSA?

La lactosa es el azúcar predominante de la leche. La causa de la intolerancia a la lactosa es la incapacidad del intestino para digerirla y transformarla en sus constituyentes (glucosa y galactosa). Esta incapacidad resulta de la escasez de un enzima (proteína) denominado lactasa, que se produce en el intestino delgado. Se estima que el 80% de la población mundial (95-100% de los indios americanos, 80-90% de negros, asiáticos, judíos y mediterráneos) sufren intolerancia a la lactosa en mayor o menor grado. Muchos de ellos presentan síntomas que recuerdan al síndrome de intestino irritable. Curiosamente la población del norte y centro de Europa, que convive con ganado vacuno desde el Neolítico, tiene mayor tolerancia a la lactosa que el resto de la población mundial. No existen diferencias en la prevalencia entre uno y otro sexo. En el 45% de las mujeres embarazadas que presentan el trastorno, este mejora durante la gestación.

¿QUÉ SÍNTOMAS PRESENTA LA INTOLERANCIA A LA LACTOSA?

Se debe sospechar intolerancia a la lactosa cuando tras la ingestión de leche se presentan síntomas tales como dolor abdominal, distensión abdominal, gases y diarrea. Es un problema que afecta a una extensa población a nivel mundial, pero no es una amenaza seria para la salud. La gente que tiene problemas para digerir la lactosa aprende, probando, qué productos lácteos y en qué cantidad puede tomarlos sin presentar molestias y cuáles deben evitar. Muchos podrán disfrutar de los productos lácteos en pequeñas cantidades o junto con otros tipos de alimento. La gravedad de síntomas varía dependiendo de la cantidad de lactosa ingerida y de la tolerancia individual, hay pacientes que con cantidades pequeñas de lactosa (de 5 a 12 gramos, contenidos en 100 a 250 cc de leche) pueden presentar síntomas.

Responde con tus propias palabras lo siguiente:

¿Qué causa la intolerancia a la lactosa?



Investigando

Te sugerimos consultar los siguientes recursos para facilitar tu práctica de asesoría académica:

- Blue28blue. La digestión (Proceso digestivo). Disponible en: https://www.youtube.com/watch?app=desktop&v=H86hH11W9i0&t=4s&ab_channel=blue28blue
- Ticmas Educación. ¿Qué son las Enzimas? Funciones, estructura y características. Disponible en: https://www.youtube.com/watch?v=JmTB7QvN9BE&ab_channel=TicmasEducaci%C3%B3n
- Un profesor. Los enzimas. nombres y funciones. Disponible en: https://www.youtube.com/watch?v=ckv10T41fJc&ab_channel=unProfesor
- Medicoplus. Las 30 principales enzimas celulares (y sus funciones). Disponible en: <https://medicoplus.com/medicina-general/principales-enzimas-celulares>
- Conasi. ¿Qué son las enzimas?, ¿Y por qué son tan importantes para la vida? Disponible en: <https://www.conasi.eu/blog/consejos-de-salud/que-son-las-enzimas/>
- UNAM. Enzimas aplicadas en procesos industriales. Disponible en: <http://www.revista.unam.mx/vol.15/num12/art96/>



Auto evaluación

Indicadores	¿Puedo lograrlo?	¿Tengo dudas?
Puedo explicar que son las enzimas y su importancia.		
Puedo explicar algunas de las funciones de las enzimas.		
Identifico las diferentes enzimas ejemplificas y ubico su utilidad en la vida cotidiana.		
Puedo responder preguntas sobre las enzimas y su función, considerando la información que adquirí previamente.		
En el caso de que hayas respondido "Tengo dudas" en alguno de los indicadores, refiere el tema en que necesitas más asesoría.		

Referencias bibliográficas

- Enzima, National Human Genome Research Institute (2021). <https://www.genome.gov/es/genetics-glossary/Enzima>
- Guillén, M. V. L. (2009). Estructura y Propiedades de las Proteínas http://www.uv.es/http://www.uv.es/tunon/pdf_doc/proteinas_09.pdf. pdf. 34p.
- FlexBooks (2021) Conceptos Biología. Función de las Enzimas, Noviembre 2021. <https://flexbooks.ck12.org/cbook/ck-12-conceptos-biologia/section/1.18/primary/lesson/funci%C3%B3n-de-las-enzimas/>
- McMurry, J., Mondragón, C. H., & Pozo, V. G. (2001). *Química orgánica* (No. 547 M2 2000). International Thomson. https://www.academia.edu/40494691/Qu%C3%ADmica_Org%C3%A1nica_John_McMurry_8va_Edici%C3%B3n
- Moreira, V., & López San Román, A. (2006). Intolerancia a la lactosa. *Revista Española de enfermedades digestivas*, 98(2), 143. https://scielo.isciii.es/scielo.php?script=sci_arttext&pid=S1130-01082006000200009
- Moya, 2012. E. C. Facultad de Ciencias <http://docplayer.es/91910717-F-a-c-u-l-t-a-d-d-e-c-i-e-n-c-i-a-s.html>
- Ramírez, J. R., & Aceves, M. A. (2014). Enzimas:¿ qué son y cómo funcionan?. art91_2014.pdf (unam.mx)
- Wade, L. G., Pedrero, Á. M., & García, C. B. (2004). *Química orgánica* (No. 547 W 119e5547 W 119e5). Madrid: Pearson Educación. Recuperado de: DIGITAL_Quimica_Organica_V1_Wade_7ma.pdf (d1wqtxts1xzle7.cloudfront.net)

Lección 10. Fotosíntesis y respiración celular



Explorando

Relaciona las siguientes columnas

- | | | |
|----------------------------------|-----|------------------------|
| 1. Se realiza en donde hay luz | () | |
| 2. Libera energía | () | A) Fotosíntesis |
| 3. Consume y almacena energía | () | B) Respiración celular |
| 4. Consume el dióxido de carbono | () | |
| 5. Elimina dióxido de carbono | () | |



Comprendiendo

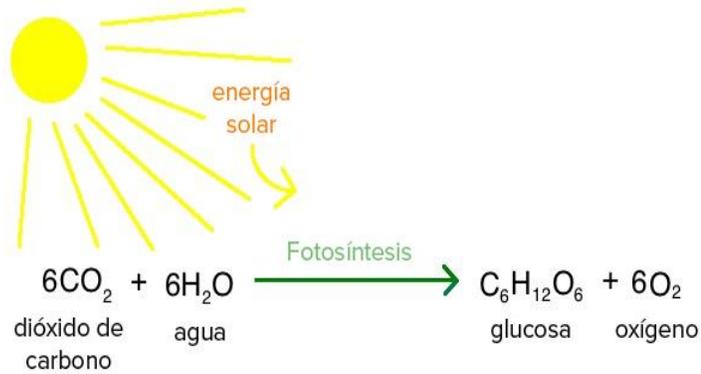
Fotosíntesis

La población humana, debemos nuestra existencia a las plantas terrestres, plantas acuáticas y algas que capturan energía de la luz, de hecho, gran parte de la vida en la Tierra es posible debido que el sol proporciona energía de forma continua a los ecosistemas.

Todos los organismos, incluidos los seres humanos, necesitan energía para provocar las reacciones metabólicas del crecimiento, desarrollo y reproducción. No obstante, los organismos no pueden utilizar energía de la luz directamente para sus necesidades metabólicas, ya que esta primero debe convertirse en energía química mediante el proceso de fotosíntesis.

¿Qué es la fotosíntesis?

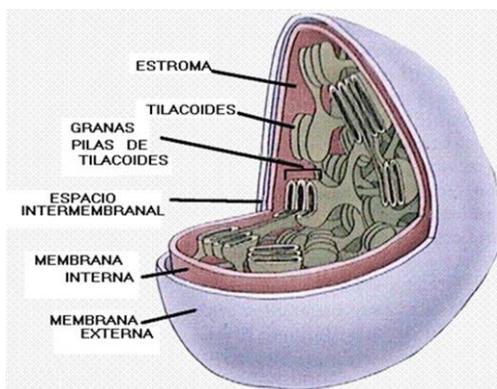
La fotosíntesis es uno de los procesos bioquímicos más importantes ya que por medio de este, la energía de la luz se convierte en energía química en forma de azúcares. Por medio de la energía de la luz, se crean moléculas de glucosa (y otros azúcares) a partir de agua y dióxido de carbono, mientras que se libera oxígeno como subproducto. Las moléculas de glucosa proporcionan a los organismos dos recursos cruciales: energía y carbono fijo (orgánico).



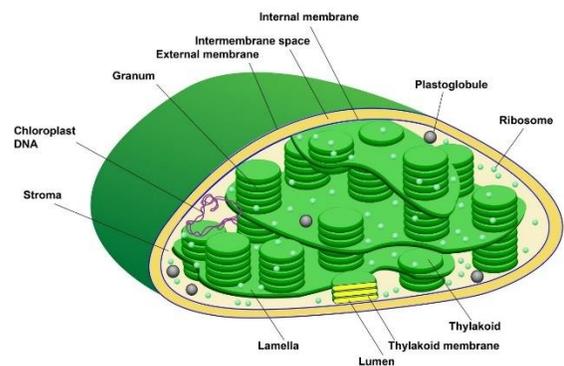
Ecuación química de la reacción de la fotosíntesis. Imagen tomada de kan Academy (2021)

Todos los organismos fotosintetizadores, excepto las bacterias, utilizan el agua como dador de electrones o de hidrógeno para reducir el dióxido de carbono u otros aceptores electrónicos como consecuencia, desprenden oxígeno molecular.

La fotosíntesis ocurre en la membrana tilacoidal de los cloroplastos, estos organelos se encuentran en gran cantidad en todas las células de los organismos fotosintéticos. El cloroplasto contiene las enzimas necesarias para la asimilación de dióxido de carbono siendo capaces de producir adenosin-trifosfato (ATP). De modo que el proceso de la fotosíntesis tiene lugar, desde el inicio hasta el final, en el cloroplasto, orgánulo de las plantas verdes y de ciertos tipos de algas y bacterias (cianoprocariotas) que se encuentran en los órganos expuestos a la luz: hojas, capas sub-epidérmicas de los tallos y a veces también en las raíces iluminadas. En él están concentradas las enzimas que catalizan los procesos fotosintéticos, los productos primarios de la fijación del dióxido de carbono. También se encuentran los pigmentos capaces de absorber la energía luminosa y convertirla en energía química.



Cloroplasto. Imagen tomada de: Aida Macías (s.f)



La mayoría de la actividad fotosintética de las plantas terrestres se realiza en las hojas verdes que están particularmente adaptadas para realizar eficazmente este proceso; es por lo que se afirma que la clorofila son los pigmentos más importantes del dispositivo fotosintetizante, como lo demuestra el hecho de que esta función no tiene lugar en las partes no verdes de las hojas.

Fases de la fotosíntesis

La fotosíntesis tiene dos fases:

a) Fase fotoquímica (Fase luminosa)

En las reacciones dependientes de la luz o reacciones lumínicas, la energía luminosa se absorbe y luego se convierte en energía química en forma de ATP y NADPH energía química (ATP y NADPH), esto ocurre en la membrana de los tilacoides, que está dentro del cloroplasto.

Las plantas utilizan la energía luminosa llamada fotón. Esta energía luminosa es absorbida por la clorofila, por lo tanto, es nuestra misión proporcionarles a las plantas los elementos nutricionales necesarios para que puedan sintetizar cantidades importantes de clorofila y de esta manera capturen la mayor cantidad de energía luminosa.

En la fase luminosa las plantas capturan la energía luminosa para romper la molécula de agua y formar energía química llamada:

ATP = adenosin - trifosfato

NADPH = nicotinamida - adenin - dinucleótido

Estas dos formas de energía química serán utilizadas en el ciclo de Calvin y Benson, mal llamada fase oscura, esta fase es independiente de la presencia de la luz solar como fuente de energía para la captura del carbono y la formación de la glucosa.

b) Fase biocinética, Ciclo de Calvin (o de los tres carbonos, C3; fase oscura)

Las reacciones que fijan carbono son también conocidas como reacciones “oscuras” o reacciones “independientes de la luz”. El anhídrido carbónico (CO₂) penetra en los organismos unicelulares y autótrofos acuáticos sin necesidad de estructuras especiales.

La energía para ello proviene de la primera fase de la fotosíntesis. Los sistemas vivos no pueden utilizar directamente la energía de la luz, pero pueden a través de una complicada serie de reacciones, convertirla en enlaces C-C y, esta energía puede ser luego liberada por la glucólisis y otros procesos metabólicos.

En las reacciones independientes de la luz se usan el ATP y NADPH formados en la fase uno para la elaboración de la glucosa, esto ocurre en el estroma.

Esta fase se inicia con la captura del CO₂ de la atmósfera por un compuesto llamado Ribulosa 1,5 di fosfato gracias a la enzima RuBisCO, y origina un compuesto inestable de seis carbonos, que se descompone en dos moléculas de ácido 3- fosfoglicérico (PGA).

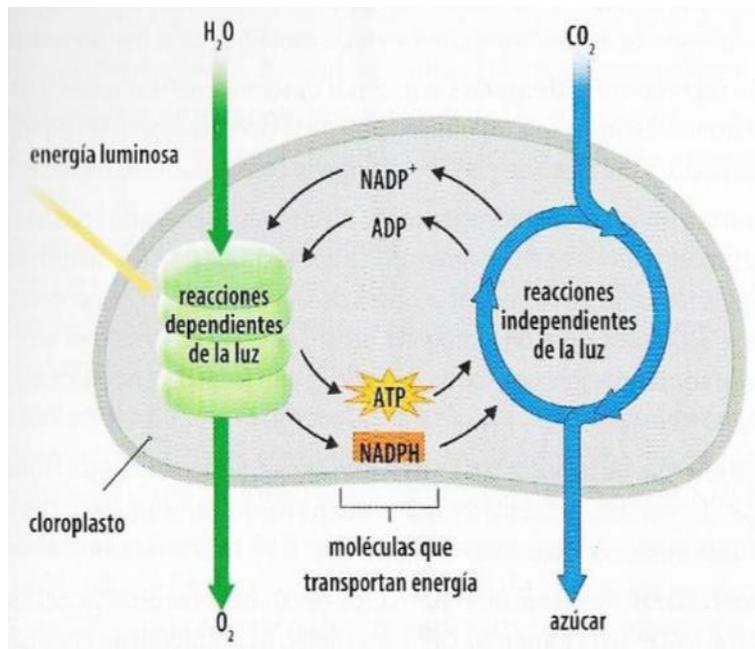


Imagen tomada de HMM dimensiones de la ciencia (s.f)

Las dos etapas de la fotosíntesis, las reacciones dependientes de la luz y las reacciones independientes de la luz ocurren en la membrana tilacoidal de los cloroplastos.

En el ciclo de Calvin se convierten moléculas inorgánicas de dióxido de carbono en moléculas orgánicas sencillas como: ácido 3-fosfoglicérico (PGA), gliceraldehído 3-fosfato (PGAL), a partir de las cuales se formará el resto de los compuestos bioquímicos que conforman las plantas como: aminoácidos, ácidos grasos, glucosa, fructosa, almidón, etc. La energía producida en la fase luminosa en forma de ATP y NADPH será utilizada en la fase biosintética para la síntesis de materia orgánica, fijando el dióxido de carbono (CO_2) de la atmósfera para convertirlo en glucosa.

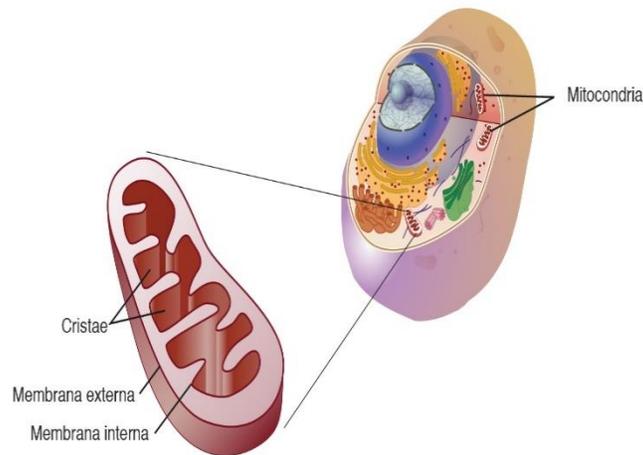
Las plantas realizan fotosíntesis con el objeto de almacenar la energía solar en compuestos orgánicos altamente energéticos. En ese proceso de fotosíntesis las plantas toman dióxido de carbono del aire y liberan oxígeno.

La respiración celular

La respiración celular utiliza el oxígeno (proceso aeróbico) de la respiración pulmonar y es un proceso químico que ocurre en el interior de las células. Durante la respiración celular, la descomposición de la glucosa y otras moléculas de carbono que se encuentran en los alimentos libera energía almacenada en los enlaces químicos. El trifosfato de adenosina, o ATP, es una molécula pequeña relativamente simple. Esta puede ser considerada como la principal moneda energética de las células, así como el dinero es la principal moneda económica de las sociedades humanas. La energía liberada por la hidrólisis (degradación) del ATP se utiliza para impulsar muchas reacciones celulares que requieren energía.

La respiración celular es el motor de las diversas formas de vida, desde las más simples hasta las más complejas, y éstas dependen de la energía química que se asimila desde el medio ambiente por medio de las células y se transfiere de una molécula a otra en forma escalonada en su interior. Tanto los lípidos como las proteínas son transformados a glucosa para poder ser utilizadas como combustible.

La respiración celular ocurre principalmente en las mitocondrias, la principal función de estos organelos es de convertir los azúcares en energía química, en forma de ATP adenosin-trifosfato; así posteriormente esta energía es utilizada por las células para cumplir con sus procesos bioquímicos



Mitocondria. Imagen tomada de: NIH National Human Genome Researt Institute (s.f)

Existe de dos tipos de respiración celular la aeróbica y la anaeróbica:

- Respiración aeróbica. El aceptor final de electrones es el oxígeno molecular, que se reduce a agua. La realizan la inmensa mayoría de seres vivos, y se llaman organismos aeróbicos.
- Respiración anaeróbica. El aceptor final de electrones es una molécula inorgánica distinta del oxígeno. Es un tipo de metabolismo muy común en muchos microorganismos especialmente procariontes.

La energía liberada durante la respiración es utilizada fundamentalmente para la formación de ATP. La respiración celular puede ser considerada como una serie de reacciones de óxido-reducción en las cuales las moléculas combustibles son paulatinamente oxidadas y degradadas liberando energía. Los protones perdidos por el alimento son captados por coenzimas. La respiración ocurre en distintos compartimientos celulares: La primera de ellas es la glucólisis que ocurre en el citoplasma. La segunda etapa dependerá de la presencia o ausencia de O_2 en el medio, determinando en el primer caso la respiración aeróbica (ocurre en las mitocondrias), y en el segundo caso la respiración anaeróbica o fermentación (ocurre en el citoplasma).

Etapas de la respiración celular

En estas fases se lleva a cabo un conjunto de reacciones en las cuales el ácido pirúvico se degrada a dióxido de carbono y agua, produciéndose grandes cantidades de ATP. En la respiración celular hay tres etapas:

- Glucólisis.
- El ciclo de Krebs.
- La cadena transportadora de electrones

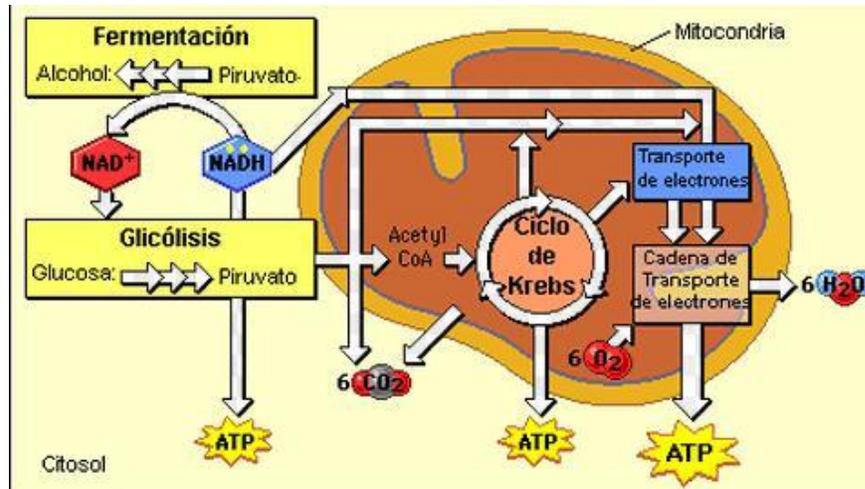


Imagen: Maldonado, 2011.

Glucólisis

La glucólisis es una serie de reacciones que se llevan a cabo en el citosol de la célula mediante las cuales una molécula de glucosa se desdobra en dos moléculas de ácido pirúvico. Este desdoblamiento libera solamente el 7 % de la energía química almacenada en la glucosa, la cual queda en las dos moléculas de ATP que se producen. El resto de la energía permanece en las uniones de las dos moléculas de ácido pirúvico.

La glucólisis se divide en dos fases:

- La primera es la fase de inversión de energía, consiste en la degradación de la molécula de la glucosa de 6 carbonos, donde por el gasto energético de las 2 moléculas del ATP, se obtienen dos moléculas de ácido pirúvico (de tres carbonos) y 4 moléculas de hidrógeno. La se representa en la siguiente ecuación:



- La segunda es la fase de rendimiento energético, los átomos de hidrógeno con sus electrones que se desprenden con la oxidación de la glucosa, se reduce a dos moléculas de transportadores de electrones.

Las funciones de la glucólisis son:

- Generación de moléculas de alta energía (ATP y NADH) como fuente de energía.
- La generación de piruvato que pasará al ciclo de Krebs, como parte de la respiración.
- La producción de compuesto intermediarios de 6 y 3 carbonos que pueden ser utilizados en otros procesos celulares.

Gracias a la enzima piruvato deshidrogenasa, se puede entrar al ciclo de Krebs (que, junto con la cadena de transporte de electrones, se denomina respiración).

Ciclo de Krebs

La segunda etapa -formación de acetil CoA ENZIMA, ciclo de Krebs, también llamado ciclo del ácido cítrico-, se lleva a cabo en las mitocondrias y es aeróbica porque requiere de oxígeno. Esta se encuentra constituida por tres fases: la formación de acetil Co A, el ciclo de Krebs y el transporte de electrones. En estas fases se lleva a cabo un conjunto de reacciones en las cuales el ácido pirúvico se degrada a dióxido de carbono y agua, produciéndose grandes cantidades de ATP. Esta etapa produce de 34 a 36 moléculas de ATP dependiendo de la célula.

Las mitocondrias usan las moléculas de piruvato para alimentar la respiración celular, en presencia de oxígeno (proceso aeróbico.) El piruvato se transporta a la matriz mitocondrial donde se convertirá en dióxido de carbono (CO₂). La serie de reacciones en la que el piruvato se descompone en CO₂ se denomina el ciclo de Krebs.

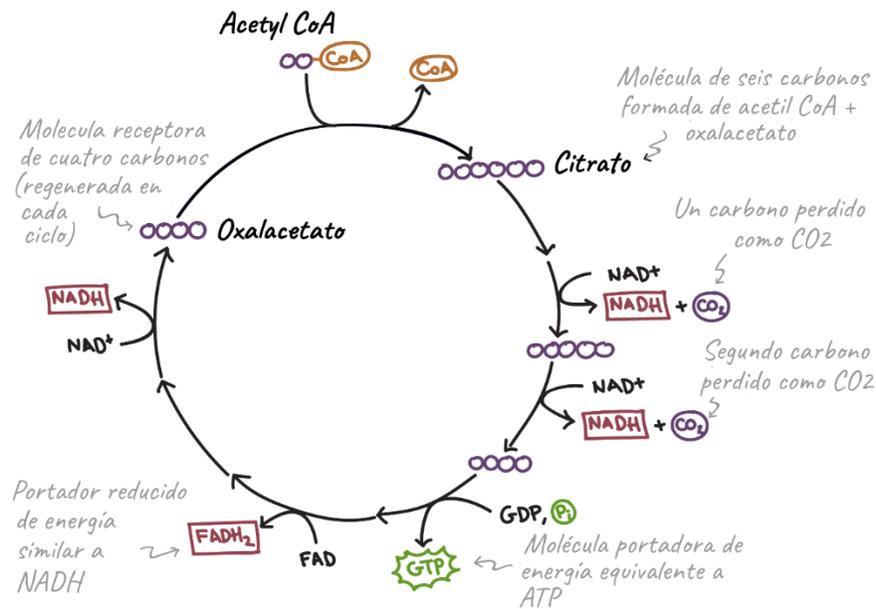


Imagen tomada de Khan Academy. (2021)

Por cada ciclo se producen 2CO_2 (2 moléculas de dióxido de carbono), 1 de ATP (adenosin-trifosfato), 3 NADH (tres de molécula de la coenzima nicotinamida adenina di nucleótido y de hidrógeno) y una de FADH₂ (flavin-adenin dimucleotido en forma reducida) por cada grupo acetil; para que se pueda metabolizar las 2 moléculas del acetyl CoA se requieren dos vueltas del ciclo, en cada vuelta se producen: 4CO_2 , 2 de ATP, 6 de NADH y 2 de FADH₂.

Fosforilación oxidativa

Entre las proteínas de la membrana de las crestas mitocondriales, se encuentra una que cataliza la síntesis de ATP. Esta enzima, llamada ATP-sintetasa, es un complejo proteico que permite el pasaje de protones desde el espacio inter-membrana hacia la matriz mitocondrial. Como una turbina hidroeléctrica, que convierte la energía potencial del agua contenida en una represa en energía eléctrica, la ATP- sintetasa convierte la energía del gradiente electroquímico producido por la concentración de protones, en energía química, contenida en el ATP.

La mayor parte de las moléculas transportadoras de electrones se organizan en 3 complejos proteicos que atraviesan la membrana interna de la mitocondria.

La cadena de transporte electrónico mitocondrial consiste en una serie de transportadores electrónicos, la mayoría proteínas integrales de membrana, con grupos prostéticos capaces de aceptar y ceder uno o dos electrones. El flujo de electrones a través de estos complejos produce también un bombeo de protones al espacio intermembranal

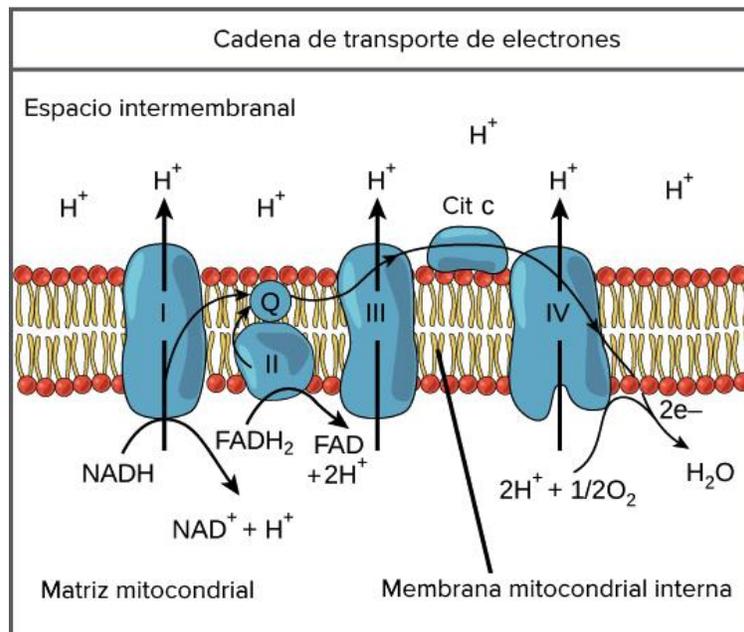


Imagen tomada de Khan Academy (2021)

Parte de la energía se libera en la parte de la transferencia de electrones de alta energía, a lo largo de la cadena transportadora de electrones, sirve para que 3 complejos proteicos bombeen electrones (H^+) de la matriz del espacio intermembranal de la mitocondria.

¿Para qué le sirve la cadena de transporte de electrones a la célula?

Tiene dos funciones importantes:

1. Regenera los acarreadores de electrones.

El NADH y el FADH₂, donan sus electrones a la cadena de transporte de electrones y se convierten otra vez en NAD⁺, y FAD. Esto es importante porque las formas oxidadas de los acarreadores de electrones se utilizan en la glucólisis y en el ciclo del ácido cítrico, así que deben estar disponibles para mantener estos procesos en funcionamiento (Khan Academy 2021).

2. Forma un gradiente de protones.

La cadena de transporte genera un gradiente de protones a través de la membrana interna de la mitocondria: en el espacio intermembranal hay una concentración más alta de H^+ y en la matriz hay una concentración más baja. Este gradiente es una forma de energía almacenada que, como veremos, se puede utilizar para generar ATP (Khan Academy 2021)



Elige las respuestas correctas.

1. La energía que da inicio al proceso de fotosíntesis proviene de:

- a. Energía lumínica
- b. Energía química
- c. Energía mecánica
- d. Energía térmica

2. ¿Cuál es el gas que se libera como producto de la fotosíntesis?

- a. Agua
- b. Dióxido de carbono
- c. Nitrógeno

d. Oxígeno

3. Fases en que se produce la fotosíntesis _____ y _____

- a. Fase oscura
- b. Fase luminosa
- c. Fase del ciclo del Calvin
- d. Fase de la glucólisis

4. ¿Qué proceso ocurre dentro de los cloroplastos?

- a. Síntesis de ARN
- b. Síntesis de ADN
- c. Fotosíntesis
- d. Respiración celular

Escribe en el paréntesis la respuesta correcta

- 1. Organelo donde ocurre la respiración celular () ATP
- 2. Pigmento verde ubicado que capturan energía de lumínica () Clorofila
- 3. Proporciona energía para las actividades celulares () Respiración celular
- 4. Proceso mediante el cual los organismos fotosintéticos producen glucosa () Fotosíntesis
- 5. Organelo donde tiene lugar la fotosíntesis () Cloroplasto
- 6. Proceso en el cual los organismos obtienen energía del alimento () Mitocondria

Completa las oraciones utilizando las siguientes respuestas:

El ATP, la cadena de transporte de electrones, fotosíntesis, la glicólisis, el ciclo de Krebs, respiración celular.

- 1. Las células vegetales pueden capturar la energía del sol a través del proceso de_____.
- 2. La energía se transfiere a los organismos a través de una serie de reacciones. A través del proceso de_____.
- 3. La moneda de energía de la célula es llamada _____.
- 4. Este proceso comienza con que ocurre en el citoplasma de la célula y continúa dentro de la mitocondria con_____ y finaliza con_____.



Auto evaluación

Indicadores	¿Puedo lograrlo?	¿Tengo dudas?
¿Puedo diferenciar el proceso de la fotosíntesis de la respiración celular?		
Identifico el proceso de la respiración es uno de los procesos más importantes que ocurre dentro de la célula.		
Reconozco que el proceso de la fotosíntesis es fundamental para la vida		
En el caso de que hayas respondido "Tengo dudas" en alguno de los indicadores, refiere el tema en que necesitas más asesoría.		



Investigando

Te sugerimos consultar los siguientes recursos para facilitar tu práctica de asesoría académica:

- Khan Academy. Fotosíntesis. Disponible en: https://youtu.be/_h3hb7Y-coc
- Lagartija's blogs. Glucólisis respiración celular. Disponible en: <https://www.youtube.com/watch?v=EN9ODGD7Bys>
- Lagartija's blogs. Respiración Celular y glucolisis y ciclo de Krebs Guía UMAN, Disponible en: <https://www.youtube.com/watch?v=laaaL2Csx5U>
- Academia Internet. Respiración celular. Disponible en: <https://www.youtube.com/watch?v=cubUDVzxTL4>

Referencias bibliográficas

- Aida Macías (2018) Introducción al estudio de la bioquímica, primera edición octubre 2018 editorial área de innovación y desarrollo S.L Recuperado de: <https://www.3ciencias.com/wp-content/uploads/2018/10/LIBRO-BIOQUIMICA.pdf> (consultado noviembre 2021)
- Khan Academy Fotosíntesis (s.f), recuperado: <https://es.khanacademy.org/science/biology/photosynthesis-in->

[plants/introduction-to-stages-of-photosynthesis/a/intro-to-photosynthesis?modal=1](https://es.khanacademy.org/science/ap-biology/cellular-energetics/cellular-respiration-ap/a/intro-to-photosynthesis?modal=1)

- Khan Academy Pasos de la respiración celular (s.f) recuperado: <https://es.khanacademy.org/science/ap-biology/cellular-energetics/cellular-respiration-ap/a/stepKs-of-cellular-respiration>
- Khan Academy Fosforilación oxidativa (2021) recuperado: <https://es.khanacademy.org/science/ap-biology/cellular-energetics/cellular-respiration-ap/a/oxidative-phosphorylation-etc#:~:text=Resumen%3A%20fosforilaci%C3%B3n%20oxidativa&text=La%20cadena%20de%20transporte%20de%20electrones%20es%20una%20serie%20de,de%20la%20cadena%20respectivamente>). Consultado: noviembre 2021)

Imágenes tomadas de:

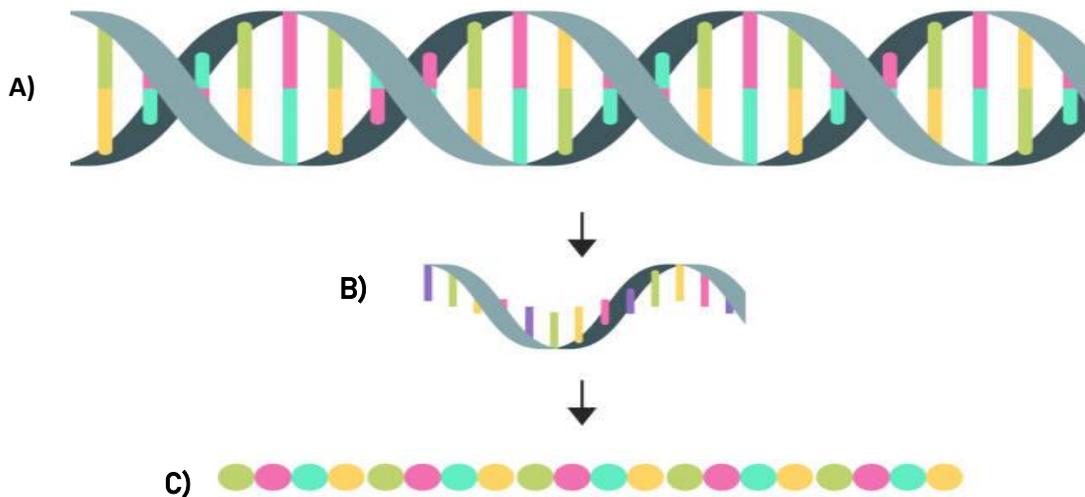
- <https://pixabay.com/>
- <https://www.flaticon.es/>
- <https://images.freeimages.com/>
- <https://commons.wikimedia.org/>
- <https://slidetodoc.com>
- Imagen de Maldonado 2011 tomada de: <https://www.3ciencias.com/wp-content/uploads/2018/10/LIBRO-BIOQUIMICA.pdf>
- <https://docplayer.es/76876301-Proceso-de-oxidacion-de-la-glucosa.html>
- Imágenes de Aida Macías (s.f) tomada de: <https://www.3ciencias.com/wp-content/uploads/2018/10/LIBRO-BIOQUIMICA.pdf>
- Imágenes de HMH Dimensiones de las ciencias tomadas: <https://online.fliphtml5.com/mqzqk/qfzd/#p=8>
- Imágenes de NIH National Human Genome Researt Institute tomadas:
- <https://www.genome.gov/es/genetics-glossary/Mitocondria>
- imagen tomada de Kham Academy tomada de: <https://es.khanacademy.org/science/biology/photosynthesis-in-plants/introduction-to-stages-of-photosynthesis/a/intro-to-photosynthesis?modal=1>
- Imagen modificada de "*Fosforilación oxidativa: Figura 1*", de OpenStax College, *Biología* (CC BY 3.0) (<https://es.khanacademy.org/science/ap-biology/cellular-energetics/cellular-respiration-ap/a/oxidative-phosphorylation-etc>)

Lección 11. Dogma Central: ADN-ARN-Proteínas



Explorando

Observa la imagen y completa las siguientes oraciones



1. La primer molécula **(A)**, corresponde a un ácido nucleico llamado_____
2. La complementariedad de bases de la molécula **(A)**, es Adenina - _____ y Citosina- _____
3. Las siglas de las bases nitrogenadas para el ADN corresponde T - ___ y C- ____
4. La segunda molécula **(B)**, corresponde a un ácido nucleico llamado_____
5. La complementariedad de bases de la moléculas **(B)** es Adenina - _____ y Citosina- _____
6. Las siglas de las bases nitrogenadas para el ARN corresponde T - ___ y C- ____
7. La tercera molécula **(C)**, corresponde a una cadena de aminoácidos o cadena polipeptídica que al unirse forma una molécula llamada _____, presente en casi toda la composición del cuerpo.



Herencia y replicación del ADN

En este tema estudiaremos el metabolismo de los ácidos nucleicos y la síntesis de proteínas, explicaremos como la información genética se transmite de una generación a otra con absoluta fidelidad, pero a la vez que permite pequeños cambios en el material genético para que tenga lugar la evolución. El ADN posee la información necesaria para transmitir los caracteres de una especie de generación en generación y conseguir la supervivencia de la especie. Por lo tanto, la molécula de ADN constituye la base química de la herencia. La mayoría de las moléculas de ADN se encuentran en los cromosomas del núcleo de las células. El número de cromosomas depende de la especie, así, por ejemplo, las bacterias poseen un único cromosoma, mientras que las células humanas poseen 46 (23 de cada progenitor). La información genética en forma de ADN se organiza estructuralmente dentro del cromosoma arrollándose alrededor de ciertas proteínas (histonas) constituyendo asociaciones ADN-proteína denominadas nucleosomas.

Las cadenas de ADN de cada especie difieren en longitud y en la secuencia de las bases nitrogenadas, de tal manera que esta secuencia contiene la información genética característica de cada especie. La información genética debe reproducirse exactamente cada vez que la célula se divide. El proceso por el que las moléculas de ADN se copian a sí mismas en el núcleo de las células recibe el nombre de **replicación del ADN**. La replicación pretende a partir de una cadena de ADN obtener dos iguales. Por ejemplo en la **célula**

embrionaria se divide una y otra vez y otra vez, donde antes había una célula, después hay dos, luego cuatro, luego ocho y así de manera sucesiva. Cada una de estas nuevas células tiene toda la información genética necesaria para crear un ser vivo. Pero ¿cómo exactamente estas células hacen copias de sí mismas? Para contestar esta pregunta es necesario entender el proceso de la replicación del ADN.

El proceso por el que el ADN de una célula se copia o se duplica se denomina **replicación**. Watson y Crick propusieron un mecanismo de replicación semiconservativa según el cual, en el momento de la replicación cromosómica, la molécula de ADN se abre por el medio y

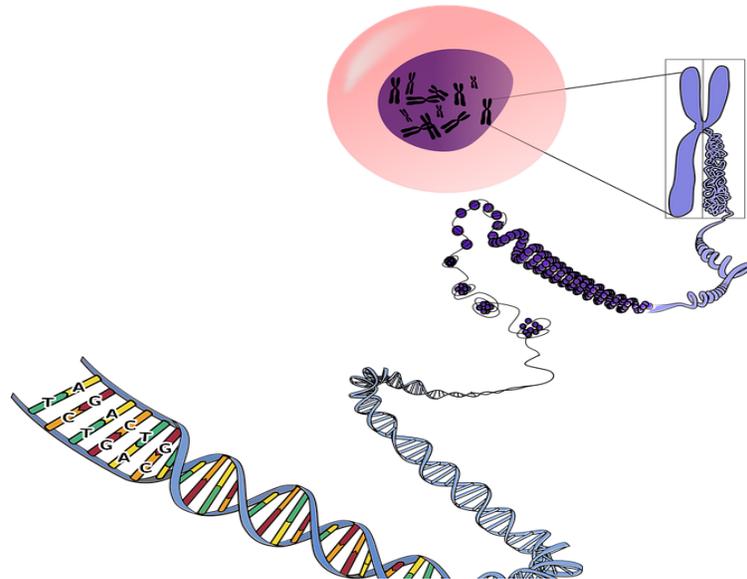


Imagen tomada de: https://www.lifeder.com/wp-content/uploads/2017/11/genetics-156404_960_720.jpg

las bases apareadas se separan al nivel de los puentes de hidrógeno. A medida que se separan, las dos cadenas actúan como moldes, cada una dirigiendo la síntesis de una nueva cadena complementaria a lo largo de toda su extensión, utilizando las materias primas de la célula. Recuerda que la complementariedad de las bases solo permite dos tipos de apareamiento: **Timina con Adenina y Guanina con Citosina**. De esta manera, cada cadena forma una copia de su cadena complementaria original y se producen dos réplicas exactas de la molécula. El mecanismo se denomina replicación semiconservativa porque cada molécula hija conserva una cadena original de la molécula progenitora y sirve de molde para la síntesis de una cadena nueva.

Replicación semiconservativa

Este mecanismo de replicación del ADN fue comprobado experimentalmente por los biólogos estadounidenses Matthew Meselson y Franklin Stahl en 1958. La replicación del ADN es un proceso que ocurre sólo una vez en cada generación celular. En la mayoría de las células eucarióticas, este proceso ocurre durante la fase S del ciclo celular, antes de que se realice la división celular (mitosis y la meiosis). El proceso de replicación semiconservativa implica diversas enzimas, proteínas y ARN cebadores y ocurre en tres etapas principales: desenrollado, apareamiento de bases y ensamblado.

1. Desenrollado. La replicación del ADN empieza en lugares específicos de la molécula de ADN, llamados orígenes de replicación, donde se desenrollan pequeños tramos de la doble hélice. Las moléculas de ADN tienen una estructura *antiparalela*, es decir, las dos hebras de la hélice corren en direcciones opuestas una de la otra. Cada hebra tiene un extremo 5' y un extremo 3'. Las ADN helicasas son enzimas responsables del desenrollado y la apertura de la doble hélice. Las ADN helicasas se unen al ADN en el origen de replicación y rompen los puentes de hidrógeno, separando por tanto las dos cadenas. Una vez que las ADN helicasas separan las cadenas, las proteínas, denominadas proteínas de unión a cadena sencilla se unen a las cadenas de ADN de cadena sencilla y las estabilizan; esto evita que la doble hélice se vuelva a formar hasta que se hayan replicado las cadenas. Al desenrollarse la hélice, otra enzima, la ARN primasa, añade un corto segmento de ARN llamado ARN cebador, en cada hebra de ADN.

2. Apareamiento de bases. Las dos cadenas de ADN se replican a la vez en el punto de unión entre las cadenas separadas, que es una estructura en forma de Y, denominada horquilla de replicación. La posición de la horquilla de replicación se mueve constantemente a medida que avanza la replicación. Dos moléculas de ADN polimerasa idénticas catalizan la replicación (o sea la adición de nucleótidos). Una cadena nueva, la cadena líder, corre de 5' a 3' hacia la horquilla y se forma de manera continua. La otra, la cadena rezagada, corre de 5' a 3' en dirección opuesta a la horquilla y se forma en pequeños pedazos llamados fragmentos de Okazaki en honor a su descubridor, el biólogo molecular japonés Reiji Okasaki. Ambas cadenas (líder y retrasada) se sintetizan cerca de la horquilla en sentido 5'- 3'.

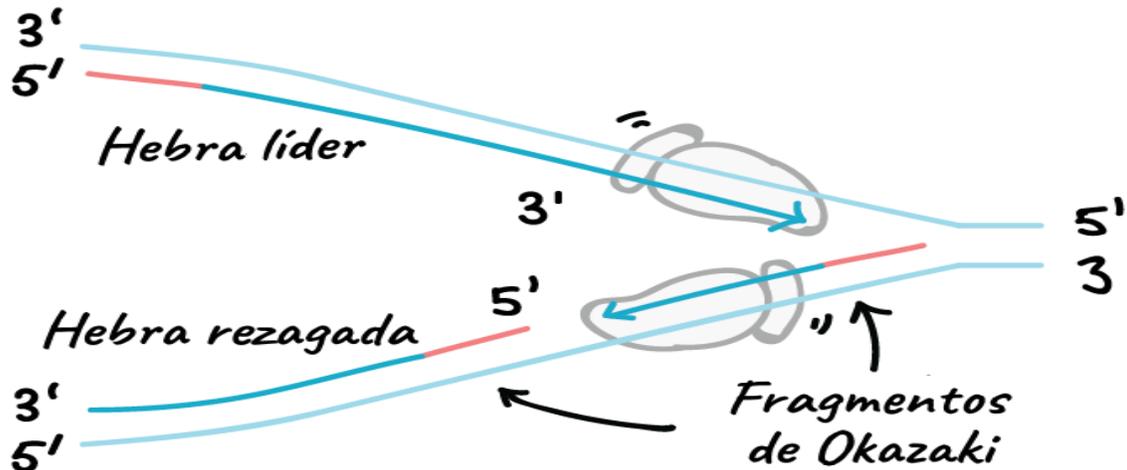
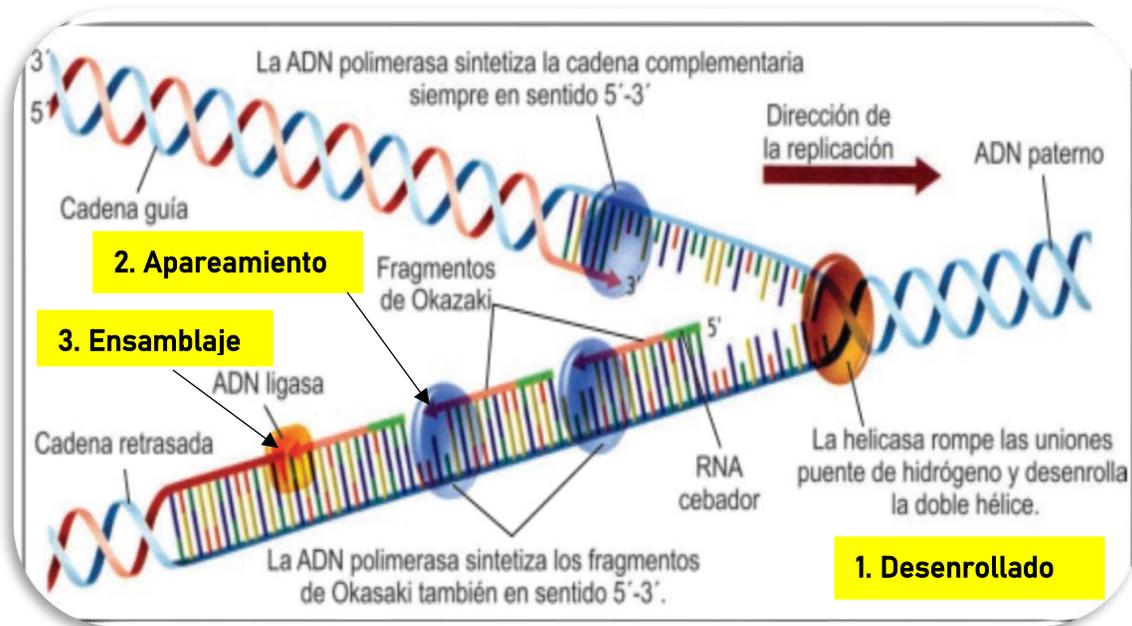


Imagen tomada de: <https://es.khanacademy.org/science/ap-biology/gene-expression-and-regulation/replication/a/hs-dna-structure-and-replication-review>.

3. Ensamblaje. Cuando la ADN polimerasa se acerca al ARN cebador en el ADN, degrada y reemplaza al cebador con nucleótidos de ADN. La ADN ligasa une entonces las dos secciones formando los enlaces fosfodiéster. La terminación de la replicación resulta en la formación de dos moléculas hijas, cada una con una cadena vieja y una cadena nueva (recién sintetizada). En la siguiente imagen muestra cada uno de los procesos que ocurren en la replicación del ADN



Al observar el ADN eucariótico en replicación con el microscopio electrónico, la zona de síntesis aparece como un "ojo", llamado burbuja de replicación. Como el ADN de un cromosoma eucariota tiene muchos orígenes donde la replicación puede iniciarse de manera simultánea, se forman múltiples burbujas de replicación. La replicación avanza en forma bidireccional, es decir, la síntesis y las dos horquillas de replicación se producen en direcciones opuestas desde un origen único. Estas burbujas crecen a medida que la

replicación del ADN avanza, hasta que, finalmente, las burbujas se encuentran y se fusionan, quedando así el cromosoma replicado. El cromosoma ahora es un cromosoma doble.

La expresión génica

Recordemos que el genotipo es la constitución genética completa de un individuo, mientras que el fenotipo refiere al conjunto de caracteres visibles que un individuo presenta como resultado de la interacción entre su genotipo y el medio, considerando esto ¿Qué camino conecta al genotipo con el fenotipo?, es decir, ¿cómo ocurre la expresión génica? El primer paso del flujo de la información hereditaria es la replicación del ADN. Tema que ya conociste anteriormente, pero tanto en eucariotas como en procariotas esa información tiene que dar dos pasos más para llegar a expresarse, que son la transcripción y la traducción.

Otra de las propiedades que debe cumplir el material genético es que pueda guardar información. El ADN tiene una característica estructural (es una secuencia de cuatro tipos distintos de nucleótidos) que le permite hacerlo. Pero la pregunta es, ¿cómo está codificada la información referente a la secuencia de aminoácidos de un polipéptido en el ADN y, por tanto, en el ARNm?

La respuesta es el código genético, considerado como un conjunto de principios mediante los cuales se establece una relación entre la ordenación lineal de nucleótidos de la molécula de ADN y la ordenación lineal de aminoácidos de los polipéptidos. Son 20 los distintos aminoácidos que pueden formar parte de la secuencia de un polipéptido y unos polipéptidos se diferencian de otros por el orden en que están unidos los aminoácidos que los constituyen.

En el ADN se guarda la información acerca de las secuencias de aminoácidos de todos los polipéptidos del organismo. Dado que la naturaleza del ADN y la de los polipéptidos son distintas, esa información debe ser guardada de forma cifrada de acuerdo con un código. La base del código genético se encuentra en la secuencia de tres nucleótidos, denominada triplete (tripleto de bases) o codón, cuando nos referimos a ese triplete en el ARNm. Un codón especifica un aminoácido.

El anticodón es una secuencia de tres nucleótidos complementaria del codón del ARNm. El código genético, además, tiene las siguientes características:

- a. es redundante o degenerado: un aminoácido puede ser codificado por más de un codón. b) es un código sin superposición: una base sólo pertenece a un triplete y no a varios.
- b. la lectura es lineal y sin comas: se inicia en un punto y va avanzando leyendo de triplete en triplete, sin separación entre ellos.
- c. es universal: prácticamente todos los seres vivos utilizan el mismo código para traducir el mensaje del ADN a proteínas.

Código genético: codones y aminoácidos

Codones terminadores

		Posición del segundo nucleótido			
		U	C	A	G
Posición del primer nucleótido	U	UUU Fenilalanina UUC Fenilalanina UUA Leucina UUG Leucina	UCU Serina UCC Serina UCA Serina UCG Serina	UAU Tirosina UAC Tirosina UAA Stop UAG Stop	UGU Cisteína UGC Cisteína UGA Stop UGG Triptófano
	C	CUU Leucina CUC Leucina CUA Leucina CUG Leucina	CCU Prolina CCC Prolina CCA Prolina CCG Prolina	CAU Histidina CAC Histidina CAA Glutamina CAG Glutamina	CGU Arginina CGC Arginina CGA Arginina CGG Arginina
	A	AUU Isoleucina AUC Isoleucina AUA Isoleucina AUG Metionina	ACU Treonina ACC Treonina ACA Treonina ACG Treonina	AAU Asparagina AAC Asparagina AAA Lisina AAG Lisina	AGU Serina AGC Serina AGA Arginina AGG Arginina
	G	GUU Valina GUC Valina GUA Valina GUG Valina	GCU Alanina GCC Alanina GCA Alanina GCG Alanina	GAU Aspartato GAC Aspartato GAA Glutamato GAG Glutamato	GGU Glicina GGC Glicina GGA Glicina GGG Glicina

Codón iniciador

Codon Aminoácido codificado

Fuente: http://uapas1.bunam.unam.mx/ciencias/sintesis_de_proteinas/images/Imagen2_sintesisdeproteinas.gif

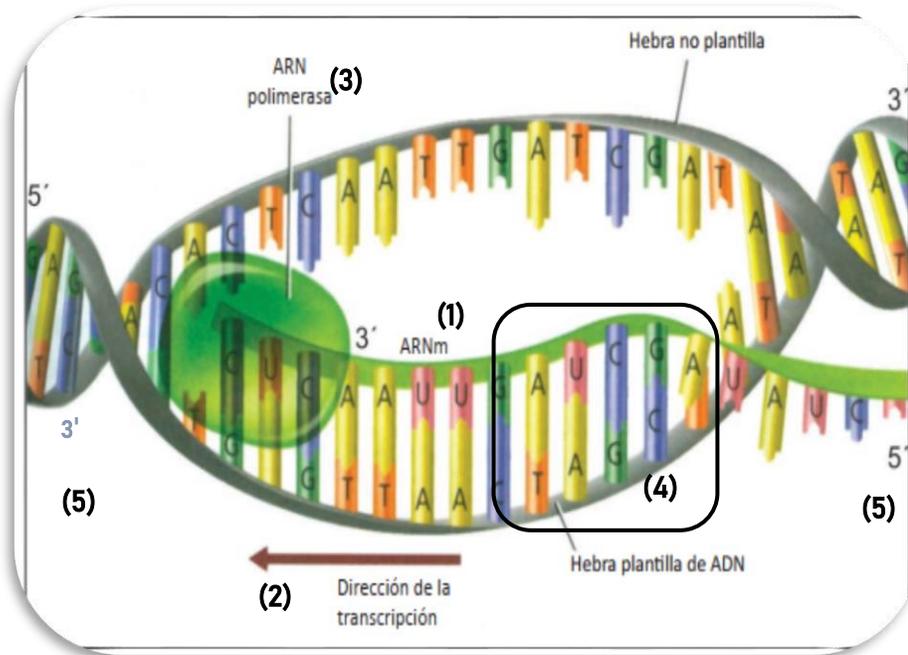
Síntesis de ARN (transcripción)

Actualmente los genetistas aceptan que el mecanismo básico de lectura y expresión de los genes es del ADN al ARN a la proteína. Los científicos se refieren a este mecanismo como el dogma central de la biología (ADN ARN proteína): el ADN dirige la síntesis de ARN, el cual sirve de guía para la producción de proteínas. Estas ayudan a determinar las características de los organismos. Estos procesos son universales ya que ocurren en todos los seres vivos, desde las bacterias hasta los seres humanos.

El primer paso del dogma central es la síntesis de ARNm a partir del ADN, en un proceso llamado **transcripción**. El ADN no participa de forma directa en la síntesis de las proteínas, ya que no sale nunca del núcleo. La instrucción del ensamblaje ordenado de los aminoácidos para constituir una proteína la lleva el ARNm (1). Éste es una copia complementaria de la secuencia de bases de una de las cadenas de ADN del gen que codifica a dicha proteína. Al igual que con la replicación, las dos cadenas de ADN primero deben separarse en el lugar donde iniciará el proceso. En la **transcripción**, sin embargo, sólo una de las cadenas de ADN sirve como plantilla o molde o patrón para la molécula de ARN que se está formando (2). La **transcripción** requiere la enzima ARN polimerasa que regula la síntesis del ARN (3). La ARN polimerasa se une al ADN durante la transcripción y separa las cadenas del ADN. Después, usa una de las cadenas de ADN como plantilla para ensamblar nucleótidos en una cadena complementaria de ARN.

La ARN polimerasa no se une a cualquier parte del ADN, se une solamente a promotores, que son regiones de ADN con una secuencia de bases específica que actúan como señales que le enseñan a la ARN polimerasa cuando empezar exactamente la síntesis de ARN. Lo mismo sucede al final de la síntesis, existe otra señal que le indica a la enzima cuando terminar, la señal stop, o alto. Los nucleótidos que integran la nueva molécula de ARN ocupan sus lugares, uno a la vez a lo largo de la cadena molde del ADN, al formar enlaces de hidrógeno con las bases de los nucleótidos ahí existentes (4). Los nucleótidos del ARN siguen las mismas reglas de apareamiento de bases que en la

replicación del ADN, excepto que uracilo (U), en lugar de la timina (T), se aparea con la adenina (A). La ARN polimerasa se mueve a lo largo de la cadena molde del ADN en la dirección 3'—5' (5). Por último, se libera el ARNm y la ARN polimerasa se separa del ADN. El nuevo ARNm sale del núcleo hacia el citoplasma a través de los poros nucleares. El ARNm lleva la información genética del ADN nuclear a los ribosomas en el citoplasma, para dirigir la síntesis de proteínas o traducción que se lleva a cabo, como ya sabes, en los ribosomas del citoplasma dirigidos por el ARNm.



Resumen de la síntesis de proteínas

La síntesis de proteínas transcurre en cuatro etapas: a) **Iniciación**: todos los ARNm comienzan con el **codón AUG**, que corresponde al **aminoácido metionina**, sin embargo, la cadena polipeptídica final carece de este aminoácido en su extremo inicial debido a que este codón sirve realmente de señal de inicio de la traducción en todos los ARNm y una vez concluida, es desprendido de la cadena. La síntesis de proteínas se inicia con la formación del denominado complejo de iniciación. En el ribosoma existen dos regiones, la correspondiente al denominado sitio aminoacil (sitio A) y la correspondiente al sitio peptidil (sitio P). En el sitio P se colocarán los ARNt con la cadena polipeptídica en crecimiento y en el sitio A, los ARNt con el nuevo aminoácido que se vaya a incorporar a esa cadena. Al comienzo de la traducción, el ribosoma se posiciona colocando el sitio P en el codón de inicio del ARNm. Después, el ARNt se une por complementariedad al codón de inicio del sitio P.

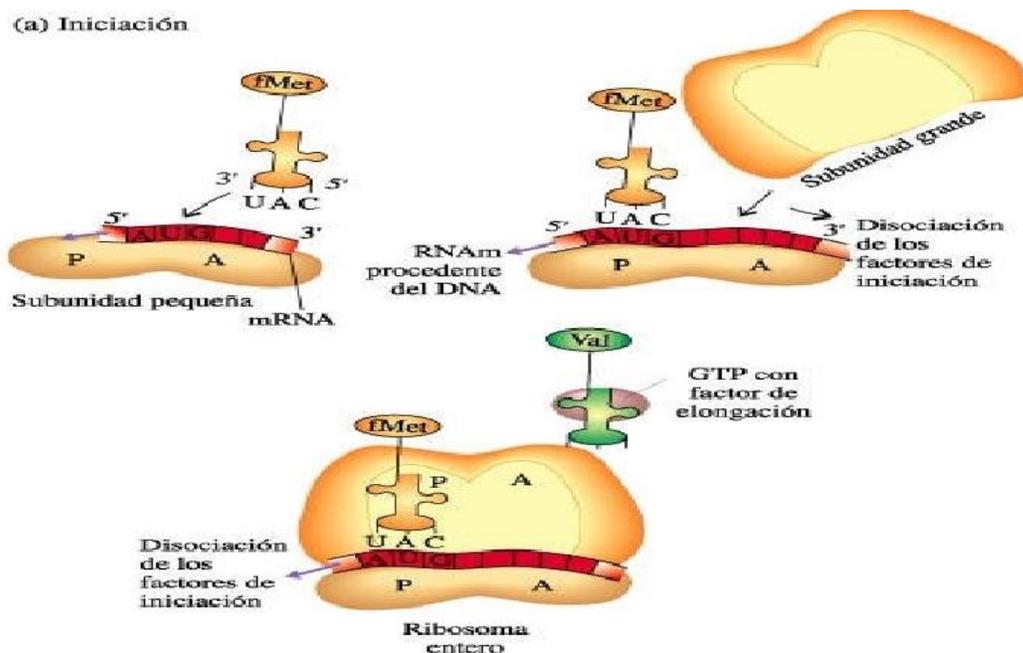


Imagen tomada de: https://slidetodoc.com/presentation_image_h/ec79972b945a32d431552e054e88817c/image-9.jpg

b) Elongación: a continuación, llega el siguiente ARNt con un anticodón complementario del codón del ARNm colocado en el sitio A. Una enzima específica se encarga de establecer el enlace peptídico entre ambos aminoácidos formándose un dipéptido unido al ARNt del sitio A.

(b) Elongación

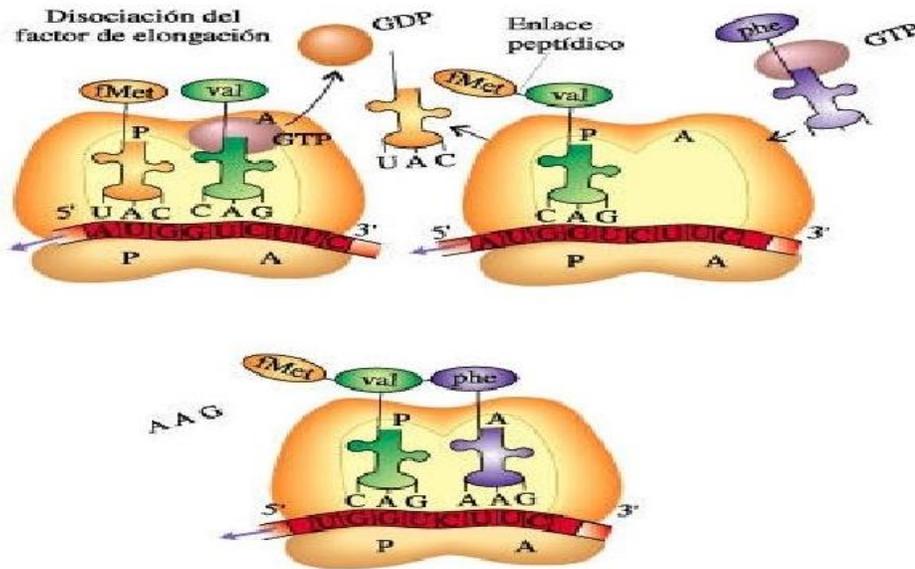


Imagen tomada de: https://slidetodoc.com/presentation_image_h/ec79972b945a32d431552e054e88817c/image-13.jpg

c) Translocación: el ribosoma se desplaza a lo largo del ARNm, de forma que el ARNt con el dipéptido pasa al sitio P expulsando al ARNt vacío.

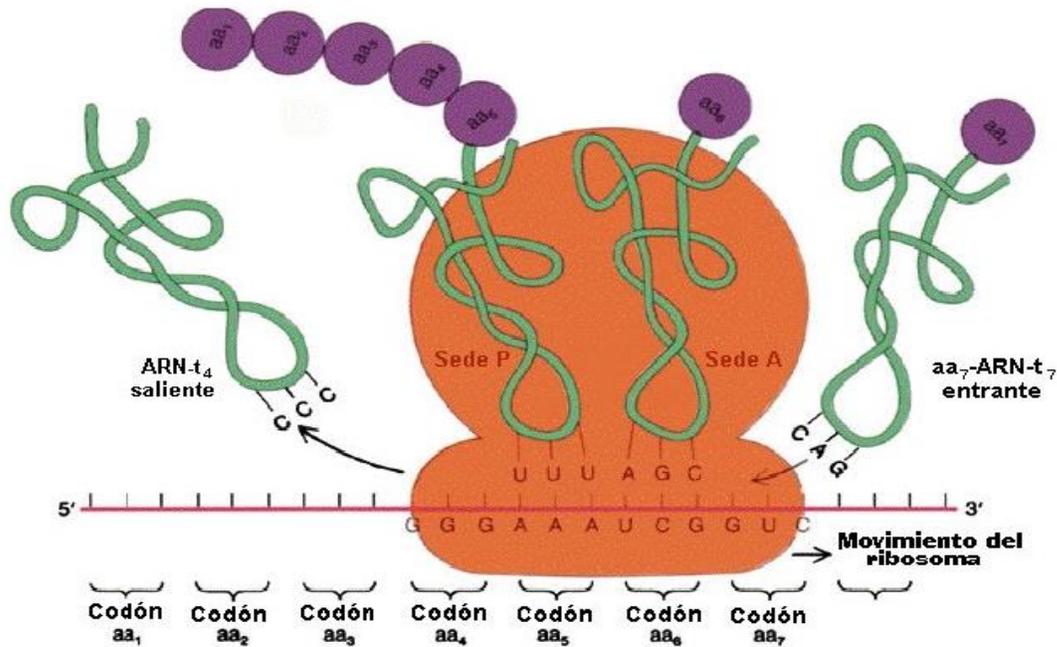


Imagen tomada de: https://slidetodoc.com/presentation_image_h/ec79972b945a32d431552e054e88817c/image-18.jpg

d) Terminación: el proceso de elongación y translocación se repite hasta que el codón de paro entra en el sitio A y es reconocido por un factor de liberación específico. La elongación finaliza y el complejo se disocia liberando el polipéptido. A medida que el codón de inicio del ARNm queda libre, se puede formar

otro complejo de iniciación con un nuevo ribosoma comenzándose de nuevo la traducción del ARNm. Esto permite hacer múltiples copias de un polipéptido a partir de una sola molécula de ARNm. El conjunto formado por un ARNm con varios ribosomas unidos a él se denomina polisoma. La cadena polipeptídica necesita, en ocasiones, experimentar procesos de maduración, llamados procesos postraducción, para adquirir su conformación biológica activa.

(c) Terminación

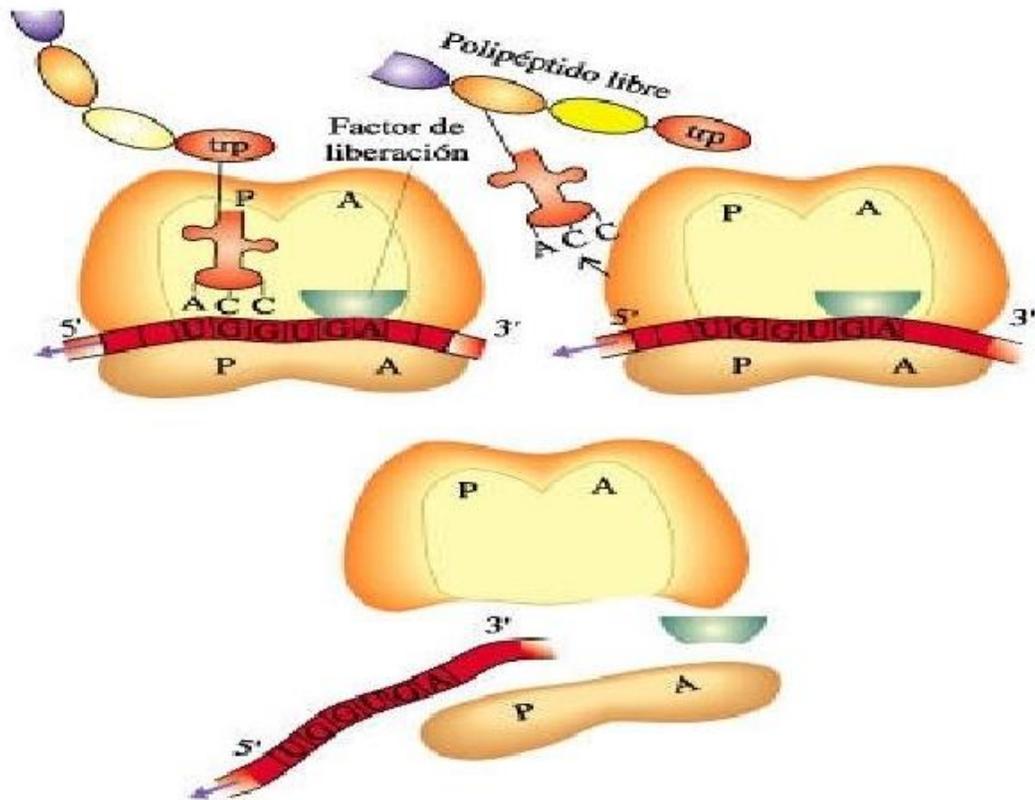
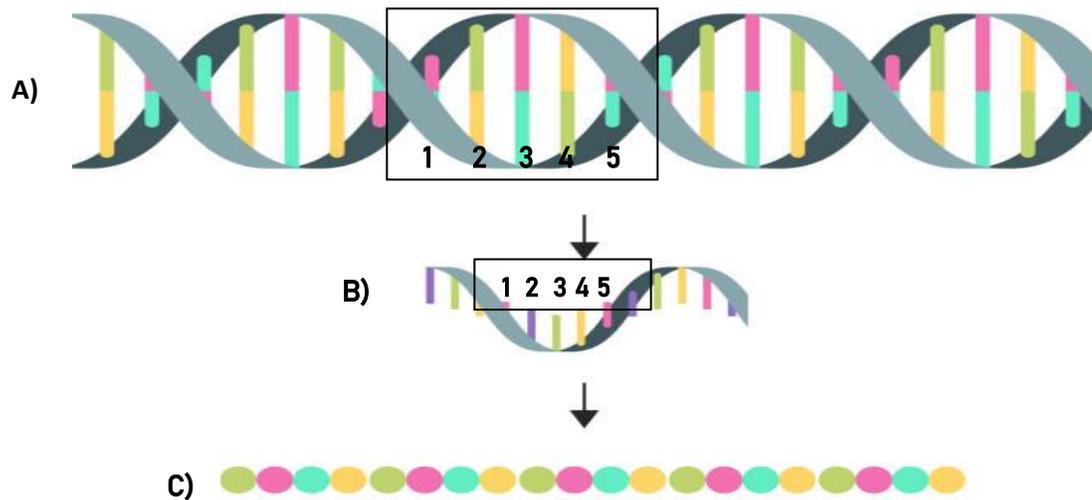


Imagen tomada de: https://slidetodoc.com/presentation_image_h/ec79972b945a32d431552e054e88817c/image-22.jpg.



Practicando

Analiza la imagen y contesta correctamente cada uno de los cuestionamientos.



1. Completa en el espacio el nombre de la base nitrogenada de los ácidos nucleicos

	<input type="text" value="TIMINA"/>		<input type="text" value="CITOSINA"/>		<input type="text" value="URACILO"/>
	<input type="text"/>		<input type="text"/>		

2. Escribe cual es la complementariedad de bases nitrogenadas del fragmento que está en el recuadro: 1. **A-T**, 2. __- __, 3. __ - __, 4. __ - __, 5. __ - __

3. Escribe que tipo de ácido nucleico es la molécula (B) _____ y cuáles son las bases nitrogenadas del fragmento que está en el recuadro 1. **Adenina**, 2. _____, 3. _____, 4. _____ y 5. _____.

4. Revisa la imagen del código genético y describe cuál es el codón o triplete que inicia la síntesis de proteínas: _____ y cuáles son los 3 codones que terminan la síntesis de proteínas _____, _____ y _____.

Completa el siguiente texto con las palabras que se presentan en el recuadro

5`-3` - puentes de hidrógeno - base nitrogenada - guanina- ADN- polimerasa - molde - Okasaki - dos - romper célula hija - unidas - semiconservativa - cadenas originales - timina - adenina - replica - 3`-5` - nueva hebra- helicasa

Debido a que cada _____ se aparea con una base complementaria, en toda la molécula de ADN la cantidad de citosina es igual a la de _____ y la cantidad de _____ es igual a la de _____.

Cuando una célula de la piel se duplica su ADN también se _____ originando _____ moléculas de ADN, que se construyen de acuerdo a la secuencia de cada una de las _____, así cada _____ recibe una molécula que contiene una _____ y una hebra original a este proceso se le llama replicación _____.

Las dos cadenas de ADN que forman la doble hélice se mantienen _____ por los _____ que unen a las bases nitrogenadas, la enzima encargada de _____ estos enlaces es la _____. Posteriormente, la enzima _____ se une a una de las hebras de ADN usándola como _____ para adicionar _____ complementarios que formaran la nueva cadena.

El ADN se replica de forma continua en la cadena _____ y de forma discontinua en la cadena _____ produciendo los fragmentos de _____.



Auto evaluación

Indicadores	¿Puedo lograrlo?	¿Tengo dudas?
Comprendo la importancia de la replicación del ADN		
Identifico las fases de la síntesis de proteínas (Transcripción y Traducción)		
Reconozco la base o codón que inicia la síntesis de proteínas		
Reconozco los codones terminadores de la síntesis de una proteína		
Comprendo la importancia del ARNm, ARNt y ARNr, para la síntesis de proteínas		
En el caso de que hayas respondido "Tengo dudas" en alguno de los indicadores, refiere el tema en que necesitas más asesoría.		



Investigando

- UNAM.CCH. Síntesis de proteínas. Disponible en: <https://e1.portalacademico.cch.unam.mx/alumno/biologia1/unidad2/sintesisdeproteinas/actividadfinal>
- UNAM.CCH. ¿Cuánto sabes de la replicación del ADN?. Disponible en: <https://e1.portalacademico.cch.unam.mx/alumno/biologia1/unidad2/replicacionadn/diagnostico>
- UNAM.CCH Replicación del ADN . Disponible en: <https://e1.portalacademico.cch.unam.mx/alumno/biologia1/unidad2/replicacionadn/actividadfinal>
- Recursostic Educación. Síntesis de proteínas. Disponible en: http://recursostic.educacion.es/ciencias/biosfera/web/alumno/2bachillerato/La_celula/activ9.htm

Referencias bibliográficas

- Thieman, W.J., Palladino, M.A. Pearson (2010). Introducción a la Biotecnología. Pearson Educación, S.A. Madrid España.
- Mathews, Van Holde, Ahernn. (2002). Bioquímica. España: Pearson.
- Portal académico CCH de la UNAM (2017) <https://portalacademico.cch.unam.mx/alumno/biologia1/unidad3/ingenieriagenetica/ADNrecombinante> (Consultado el 14 de diciembre de 2021).

Imágenes tomadas de:

- <https://pixabay.com/>
- <https://www.flaticon.es/>
- <https://images.freeimages.com/>
- <https://commons.wikimedia.org/>
- <https://slidetodoc.com>

Lección 12. Desde la fermentación hasta el ADN recombinante



Explorando

Observa las imágenes de algunos ejemplos de la aplicación de la biotecnología y escribe en la línea si corresponde a una biotecnología tradicional o a una biotecnología contemporánea (moderna).

1



2



3



4



5



6



7





Introducción a la biotecnología

¿Alguna vez te has vacunado de la gripe?, ¿Conoces a alguien con diabetes que necesite inyecciones de insulina? ¿Te has hecho alguna prueba de embarazo? ¿Has tomado alguna vez antibióticos? ¿Has bebido un vaso de vino, comido queso o hecho pan? al menos algunas de las últimas deberían resultarte familiares. Si es así, has visto los beneficios de la biotecnología.

¿Puedes imaginarte un mundo libre de enfermedades graves, donde la comida es abundante para todo el mundo y el medio ambiente está libre de contaminación? Ese panorama es la inspiración de muchos profesionales de la biotecnología para dedicar sus vidas a esta ciencia apasionante. La biotecnología se define **comúnmente como el uso de organismos vivos, o los productos de los mismos, para el beneficio humano (o el beneficio de su entorno) con el fin de desarrollar un producto o resolver un problema.**

La comprensión de la estructura del DNA como la molécula de la vida el material genético heredado y la síntesis de proteínas, temas analizados en las lecciones anteriores son fundamentales para el estudio de la biotecnología.

Aunque la clonación de DNA y la manipulación genética de organismos son técnicas modernas interesantes, la biotecnología no es una ciencia nueva. De hecho, muchas aplicaciones son antiguas prácticas con nuevos métodos. El hombre ha utilizado organismos en su beneficio en muchos procesos durante varios miles de años. Los estudios históricos han demostrado que los chinos, griegos, romanos, babilonios y egipcios, entre otros muchos, han hecho uso de la biotecnología desde casi el año 2000 a.m.

Historia de la biotecnología

La biotecnología no significa cazar animales y recolectar plantas para el sustento; sin embargo, domesticar animales como ovejas y reses para su uso como ganado, es un ejemplo clásico de biotecnología. Nuestros ancestros inmediatos también han sacado provecho de los microorganismos y han utilizado la fermentación para hacer pan, queso, yogur y bebidas alcohólicas como la cerveza y el vino. Durante la fermentación, algunas levaduras descomponen azúcares para obtener energía, y en el proceso producen etanol (alcohol) como producto de desecho. Cuando se hace la masa del pan, se añade la levadura (*Saccharomyces cerevisiae*, conocida como levadura de panadero) para que la masa suba. Esto ocurre porque la levadura fermenta el azúcar liberando dióxido de carbono, lo que hace que la masa suba y se creen agujeros en el pan. El alcohol producido por la levadura se evapora cuando se hornea el pan, pero el resto del alcohol permanece en el sabor semidulce de la mayoría de los panes. Como verás existen procesos semejantes muy valiosos por ejemplo la producción de yogures, quesos y bebidas. Durante miles de años, el hombre ha utilizado la crianza selectiva como una aplicación de la biotecnología para mejorar la producción de los cultivos y ganado para propósitos alimentarios.

En la crianza selectiva, los organismos con determinados rasgos se emparejan a propósito para que se reproduzcan. Por ejemplo, las plantas cruzadas que producen el maíz más grande, dulce y tierno es una forma para los granjeros de optimizar sus tierras para producir mejores cosechas. Con los animales de granja se utilizan técnicas similares, por ejemplo, con pavos (para criar aves que desarrollen pechugas más grandes y tiernas), vacas, pollos y cerdos. Otro ejemplo sería el cultivo de especies salvajes de plantas, como las lechugas y los repollos, durante muchas generaciones, para producir plantas modernas que se cultiven para el consumo humano. Muchas de estas propuestas son verdaderas aplicaciones genéticas de la biotecnología. Sin darse cuenta y sin la necesidad de caros laboratorios, equipos sofisticados, científicos con doctorados y experimentos planeados, el hombre ha manipulado los genes durante cientos de años. Seleccionando plantas y animales de rasgos específicos, el hombre está escogiendo organismos con genes útiles y aprovechándose de su potencial genético para su propio beneficio.

Desde la década de 1960, el rápido desarrollo de los conocimientos en biología molecular y genética ha llevado a nuevas y deslumbrantes innovaciones y aplicaciones de la biotecnología. Se han empezado a dilucidar los secretos de la estructura y función del DNA, las nuevas tecnologías han llegado a la clonación de genes, la capacidad de identificar y reproducir un gen en concreto, y la ingeniería genética, manipular el DNA de un organismo. A través de la ingeniería genética, los científicos pueden combinar el DNA de diferentes fuentes. Este proceso, llamado **tecnología del DNA recombinante**, se emplea para producir muchas proteínas de uso médico como la insulina, la hormona del crecimiento humano y factores coagulantes, y ha dado lugar a cientos de aplicaciones, incluyendo el desarrollo de plantas resistentes a enfermedades, cultivos de frutas o vegetales de mayor productividad, el «arroz dorado» creado para ser más nutritivo, y una bacteria creada genéticamente capaz de degradar contaminantes medioambientales. La tecnología del DNA recombinante tiene un importante impacto en la salud humana gracias a la identificación de enfermedades genéticas. El último récord de la tecnología del DNA recombinante lo alcanzó el Proyecto del Genoma Humano, un esfuerzo internacional que comenzó en 1990. Uno de los primeros objetivos del Proyecto del Genoma Humano era identificar todos los genes (el genoma) contenidos en el DNA de las células humanas y trazar sus localizaciones para cada uno de los 24 cromosomas humanos (cromosomas del 1 al 22 y los cromosomas X e Y). El Proyecto del Genoma Humano supone un potencial ilimitado para el desarrollo de nuevos planteamientos diagnósticos para detectar enfermedades y enfoques moleculares para el tratamiento y cura de las enfermedades genéticas del hombre.

¿Pero que es la tecnología del ADN recombinante?

Es una molécula que proviene de la unión artificial de dos fragmentos de ADN. Por lo tanto, la tecnología de ADN recombinante es el conjunto de técnicas que permiten aislar un gen de un organismo, para su posterior manipulación e inserción en otro diferente. De esta manera podemos hacer que un organismo (animal, vegetal, bacteria, hongo) o un virus produzcan una proteína que le sea totalmente extraña.

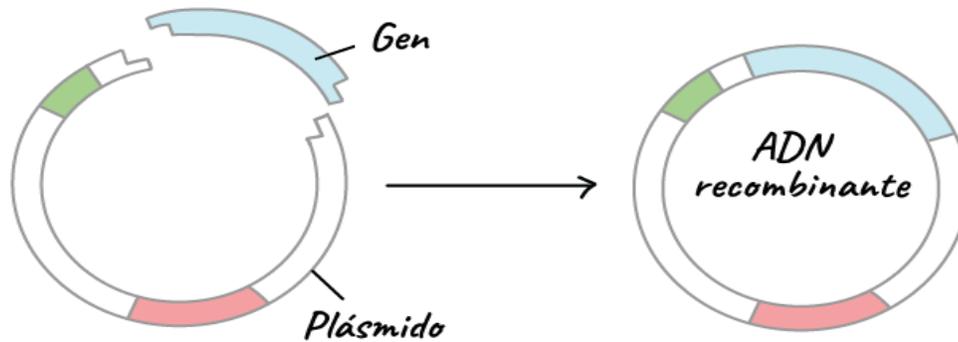


Imagen tomada de: <https://cdn.kastatic.org/ka-perseus-images/e012c375b3220f92327a9539ab257adc8f285bf7.png>

Estas técnicas se emplean normalmente para la producción de proteínas en gran escala, ya que podemos hacer que una bacteria produzca una proteína humana y lograr una superproducción, como en el caso de la insulina humana, que actualmente es producida por bacterias en grandes recipientes de cultivo, denominados biorreactores. Como las bacterias se multiplican muy rápidamente y pueden expresar grandes cantidades de proteínas, es posible lograr una sobreproducción de la proteína deseada. A esto justamente se dedica la biotecnología, es decir a la utilización de organismos vivos o de sus productos con fines prácticos.

El desarrollo de la tecnología del ADN recombinante fue posible gracias a varias líneas de investigación: 1) el conocimiento de las enzimas de restricción, 2) la replicación y reparación de ADN, 3) la replicación de virus y plásmidos y 4) la síntesis química de secuencias de nucleótidos.

La producción de ADN recombinante se realiza en **cinco etapas**:

1. Preparación de la secuencia del ADN para su clonación
2. Preparación de un vector de clonación
3. Formación del ADN recombinante
4. Introducción del ADN recombinante en una célula anfitriona
5. Propagación del cultivo

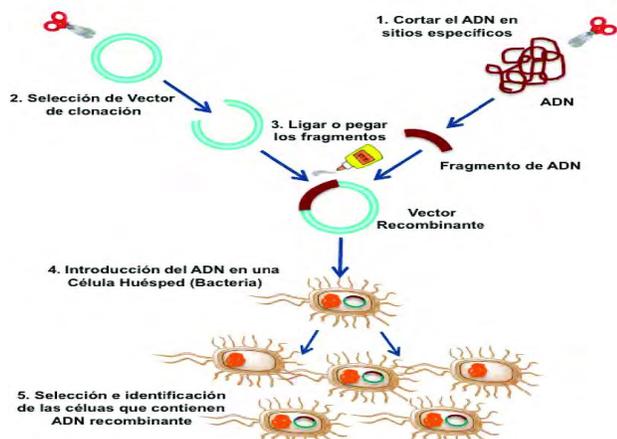


Imagen tomada de https://www.researchgate.net/figure/Figura-1-Obtencion-del-ADN-recombinante_fig1_335010091

Aplicaciones prácticas del ADN recombinante.

El ADN recombinante tiene aplicación en varios campos como en la industria farmacéutica, la industria alimentaria, la industria agrícola o en la investigación biosanitaria, entre otros.

En la Industria farmacéutica

El comienzo de la técnica de ADN recombinante en el ámbito de la Industria farmacéutica comenzó en los años 80 con los estudios realizados con la bacteria *Escherichia coli*, cuyo ADN fue modificado genéticamente, dando lugar a la **insulina humana** (denominada comercialmente Humulin). Con el tiempo, esta insulina ADN recombinante demostró ser **más eficiente y segura** que la insulina que se obtenía del páncreas de vacas y cerdos.

Otra aplicación interesante del ADN recombinante son las **vacunas**. La última generación de vacunas biotecnológicas son las conocidas como vacunas ADN (también llamadas de ADN desnudo). La vacuna de ADN consiste en la inyección directa de ADN a través de un plásmido bacteriano. Este ADN codifica una proteína viral antigénica de interés que inducirá la respuesta inmunitaria.

Finalmente, otro ejemplo de la aplicación de la ingeniería genética en la Industria farmacéutica es la **síntesis de nuevos antibióticos**.

Industria agrícola

En el campo de la agricultura, la aplicación del ADN recombinante ha permitido obtener **plantas manipuladas genéticamente** más productivas, resistentes a herbicidas, o a los virus que destruyen los cultivos y a sobrevivir a condiciones climáticas extremas o con mayor producción de vitaminas (ejemplo del arroz). A estos productos se les llaman organismos **genéticamente modificados o transgénicos**.

Industria alimentaria

Actualmente, cada vez más se encuentran en el mercado alimentos desarrollados a partir de organismos genéticamente alterados. En el campo de la Industria alimentaria, la tecnología del ADN recombinante ha logrado **reducir costos, aumentar la producción y diseñar nuevos productos**.

Investigación biomédica (biosanitaria)

La Tecnología del ADN recombinante es ampliamente utilizada en el ámbito de la investigación biomédica. En este sentido, la ingeniería genética ha permitido **identificar genes** implicados en muchas enfermedades, lo que ha permitido su detección y tratamiento. Para dar algunos ejemplos, el ADN recombinante se ha utilizado como técnica diagnóstica en el virus del VIH. Actualmente, se está investigando también con esta tecnología para el tratamiento del cáncer.

En el siguiente diagrama se muestra diversas disciplinas involucradas en la biotecnología, En las raíces se encuentran las ciencias básicas, así como la investigación de procesos fundamentales de organismos vivos a nivel molecular y genético, en el enfoque central “tronco” se encuentran la mayoría de las aplicaciones biotecnológicas y las ramas representan diferentes organismos, tecnologías y aplicaciones que brotan de la ingeniería genética y la bioinformática de las cuales sobresalen, la farmacéutica y desarrollo de fármacos, en la detección de enfermedades genéticas como el cáncer, también la aplicación en el campo y el ambiente de técnicas agrícolas y transgénicos.

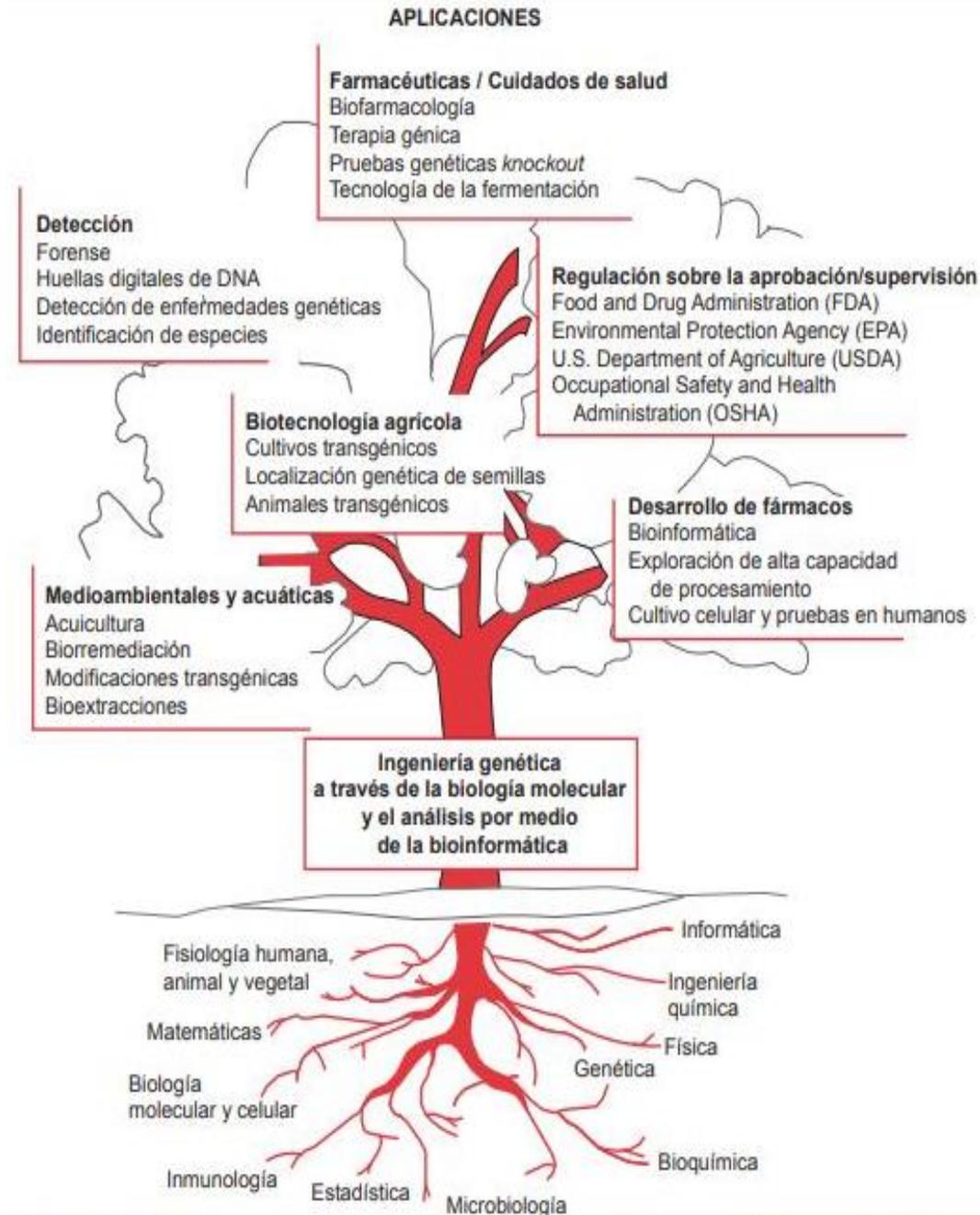


Imagen tomada de: https://upload.wikimedia.org/wikipedia/commons/d/df/Clasificacion_biotecnologia.jpg

El proyecto del genoma humano en el futuro (PGH)

- El inmenso potencial del PGH para mejorar la salud y bienestar humano, se vislumbra en: **la aplicación de la genómica a la biología, a la salud y a la sociedad**. Están seis elementos más a considerar que son: **recursos, desarrollo de tecnología, biología computacional, entrenamiento, educación y aspectos éticos, legales y sociales**.
- El Genoma Humano facilitará el conocimiento de la acción de los factores genéticos en la salud y enfermedades humanas, especificando los factores no genéticos involucrados y empleando este conocimiento en la prevención, diagnóstico y tratamiento de enfermedades.
- El conocimiento del Genoma Humano sirve para identificar genes y rutas con una función en la salud y en la enfermedad, que además ayudan a determinar cómo interactúan con los factores ambientales. Desarrollar, evaluar y aplicar los métodos de diagnóstico para predecir la susceptibilidad de una persona a determinadas enfermedades o medicamentos, la detección temprana de enfermedades y la apropiada clasificación molecular de la misma, influye en el avance de mejores métodos que ayuden a crear mejores tratamientos, con reducción de gastos y, al mismo tiempo, permite desarrollar herramientas que mejoren la salud de todos <https://revistadigital.inesem.es/biosanitario/adn-recombinante>.



Imagen tomada de: <https://www.tekcrispy.com/wp-content/uploads/2020/06/secuenciacion-genoma-2.jpg>

La secuenciación del genoma humano consistió en determinar la secuencia completa de los 3.000 millones de pares de bases de ADN e identificar cada gen humano. Los compuestos químicos que son los bloques de construcción del ADN y se simbolizan con las letras A, C, G y T.

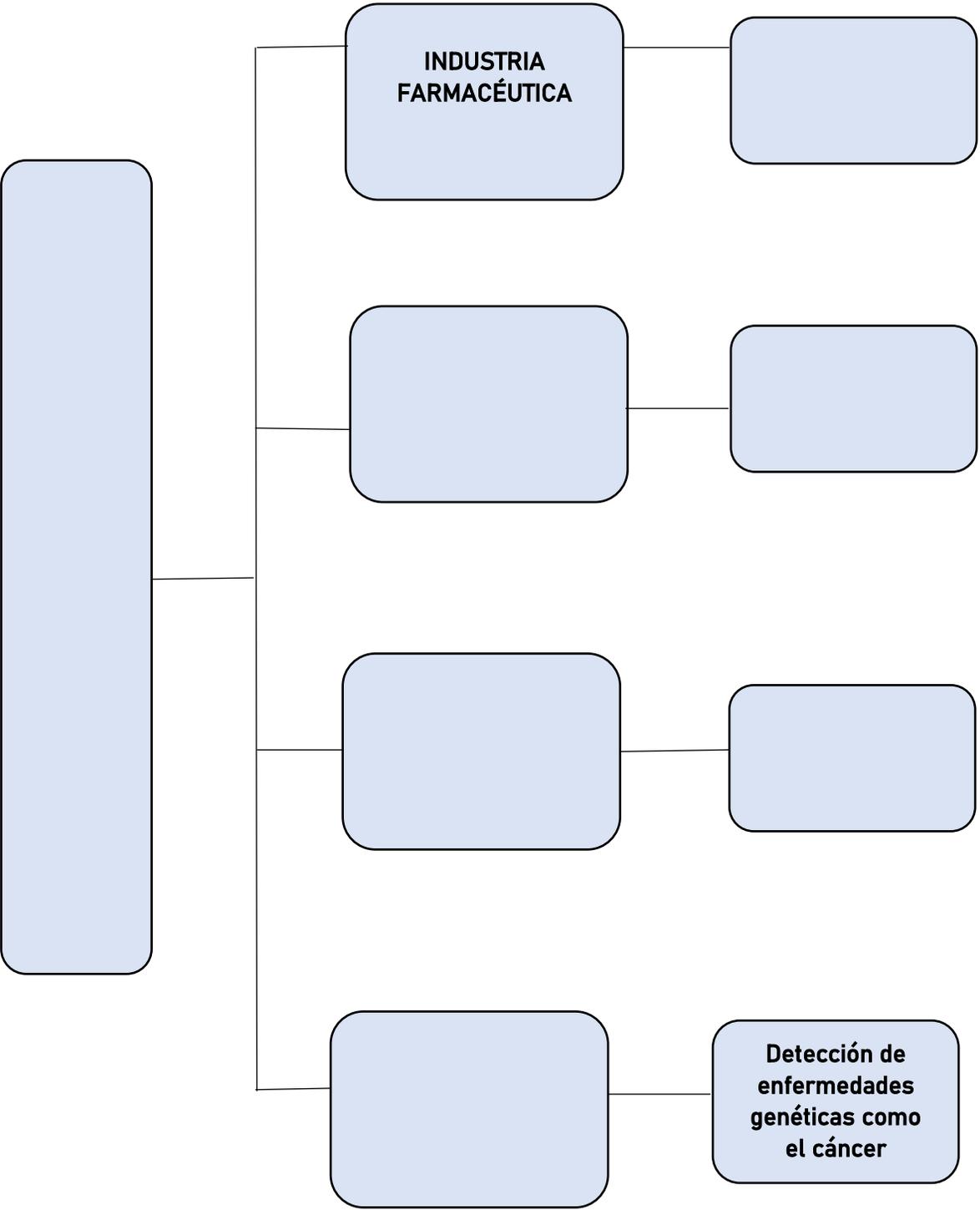


Practicando

Subraya la respuesta correcta

1. La biotecnología es una ciencia que manipula la información genética, para crear diversos productos que serán aplicados en diferentes campos, las sustancias más utilizadas para cortar el ADN en ciertas secuencias específicas son:
 - a) Plásmidos
 - b) Enzimas de restricción
 - c) ADN enzimas
 - d) Ligasas
2. La Biotecnología se puede considerar como una integración entre las ciencias básicas y aplicadas puesto que:
 - a) Es necesaria la investigación básica en el campo de la Biología, la química entre otras que fundamenten el desarrollo tecnológico.
 - b) La Biotecnología, es un campo que genera conocimiento tanto para las ciencias básicas como para las disciplinas aplicadas.
 - c) Toda la tecnología es para beneficiar el campo de las ciencias aplicadas.
 - d) La Biotecnología permite el desarrollo de todo tipo de industrias, sin alterar sus campos de investigación.
3. Se llama ADN recombinante al ADN que:
 - a) Al ADN del núcleo de una célula animal.
 - b) Al ADN que llega del ribosoma.
 - c) Al ADN de una célula vegetal.
 - d) Se ha creado introduciendo fragmentos de otro ADN.
4. Uno de los siguientes procesos no es una etapa de la expresión génica.
 - a) La transcripción.
 - b) La replicación.
 - c) La maduración del transcrito primario.
 - d) La traducción.

Completa el siguiente mapa conceptual sobre las aplicaciones del ADN recombinante; retoma la información de la sección “Comprendiendo”, en caso de dudas, recomendarte revisar los recursos de la sección “Investigando”.



Realiza un listado de las ventajas de proyecto del genoma humano en el futuro, apóyate de la sección “Comprendiendo”, en caso de dudas, recomendarte revisar los recursos de la sección “Investigando”

1. Predecir la susceptibilidad de una persona a determinadas enfermedades o medicamentos

2.

3.

4.

5.



Auto
evaluación

Indicadores	¿Puedo lograrlo?	¿Tengo dudas?
Identifico el concepto de biotecnología.		
Comprendo que es el ADN recombinante.		
Identifico las cinco etapas de la producción del ADN recombinante.		
Reconozco las aplicaciones prácticas del ADN recombinante en diversas áreas.		
Comprendo la importancia del proyecto del genoma humano (PGH)		
En el caso de que hayas respondido "Tengo dudas" en alguno de los indicadores, refiere el tema en que necesitas más asesoría.		



Te sugerimos consultar los siguientes recursos para facilitar tu práctica de asesoría académica:

- UNAM. CCH. ADN recombinante
<https://portalacademico.cch.unam.mx/alumno/biologia1/unidad3/ingenieriagenetica/ADNrecombinante>.
- UNAM, CCH. PROYECTO GENOMA HUMANO.
<https://e1.portalacademico.cch.unam.mx/alumno/biologia1/unidad3/manipulacionGenetica/proyecto>
- REVISTA DIGITAL. INESEM. <https://revistadigital.inesem.es/biosanitario/adn-recombinante/>

Referencias bibliográficas

- Portal académico CCH de la UNAM (2017) replicación ADN [en línea]<https://e1.portalacademico.cch.unam.mx/alumno/biologia1/unidad2/replicacionadn/aspectosgenerales> Consultado el 12 de noviembre de 2021)

Imágenes tomadas de:

- <https://pixabay.com/>
- <https://www.flaticon.es/>
- <https://images.freeimages.com/>
- <https://stock.adobe.com/> (versión de prueba)
- <https://commons.wikimedia.org/>