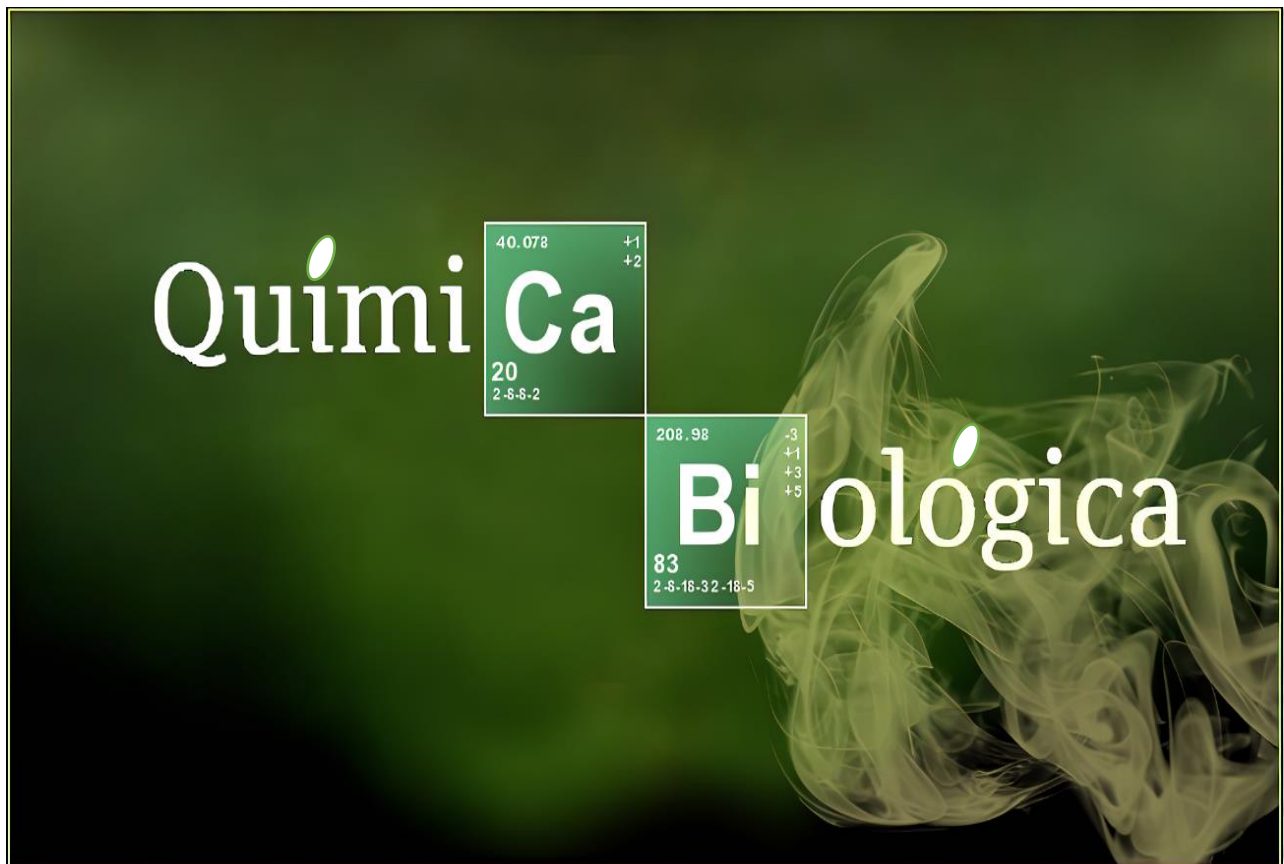




6° Año Naturales



Cuadernillo de Teoría y Actividades

COLEGIO SAN BERNARDO

Secundario Básico y Orientado Bachiller Adultos

Resolución N° 976 M.E. -99

Chile 469 - Este- Capital – Teléfono 4-210408- Dirección: 2644114606 SAN JUAN
colegiosanbernardosecundaria20@gmail.com



CONTRATO PEDAGÓGICO

ESPACIO CURRICULAR..... CURSO:..... DOCENTE:

El alumno se compromete a:

- *Expresarse respetuosamente con el docente como así también con sus compañeros y con los equipos directivos y personal en general procurando un clima de aula positivo.
- *Ingresar puntualmente a clase tanto al comenzar la clase como al regreso de los recreos.
- *No consumir bebidas, mate o alimentos en horas de clase.
- *Participar activamente en clases, tener buena conducta, que implique entre otras actitudes: no interrumpir al docente o compañeros que están exponiendo, acatar las consignas de trabajo que propone el docente, responsabilizarse por el cumplimiento de las tareas solicitadas por el docente, no charlar o molestar a otros o utilizar elementos que puedan distraer la atención propia y de sus compañeros.
- *Integrarse con una participación activa y responsable en los proyectos propuestos por el docente.
- *Trabajar en equipo (cuando esta modalidad sea requerida por el docente) de manera colaborativa y responsable, aceptar las diferencias entre los integrantes, ser tolerantes y ayudarse mutuamente para lograr buenos resultados.
- *Comprometerse a estudiar a conciencia para las evaluaciones escritas y orales y ser responsable con el cumplimiento de las actividades para el aprendizaje.
- *Traer todos los días de clase el cuaderno y el cuadernillo de la materia, con notas individualizadas y promediables con el resto de las calificaciones obtenidas, como para la determinación del promedio de cada cuatrimestre, así como es requisito obligatorio su presentación al momento de rendir en las instancias de recuperación. Es indispensable traer los elementos para el aprendizaje; (cartuchera, útiles de geometría, calculadora, mapas entre otros)
- *El estudiante deberá prever que el cuaderno contenga organizados en sus primeras páginas los siguientes contenidos: a- Carátula que indique nombre del estudiante, curso, materia y nombre del docente. b- Contrato pedagógico. c- Programa de estudios. d- Evaluaciones corregidas. e- Contenidos desarrollados.
- *Pedir y completar la tarea, en caso de ausencia (aunque fuera justificada), la inasistencia a clase no justifica la falta de estudio e incumplimiento en las tareas.
- *Entregar los trabajos (guías, producciones, actividades) en tiempo y forma, colocando apellido y nombre curso, materia y tema desarrollado, en caso de tareas manuscritas, la presentación debe ser prolija, escrituras con tinta de un solo color, con letra clara, sin tachaduras ni borrones, con carátula y en un folio. También dar cumplimiento a lo indicado en este ítem, cuando las consignas de entrega sean por medio digitales.
- *No usar dispositivos electrónicos, celulares, auriculares, parlantes, etc., salvo que el profesor lo autorice y requiera para actividades estrictamente pedagógicas.
- *Asistencia a clase con al menos un 75% de asistencia, para los estudiantes que no alcancen este mínimo de asistencias implicará una reducción en la calificación actitudinal (excepto en los casos motivados en temas de salud o razones de fuerza mayor debidamente justificadas).
- *Mantener el aula ordenada y limpia, de no ser así los estudiantes no podrán retirarse hasta tanto dejen el curso en condiciones.
- *Mostrar buena predisposición para colaborar en la organización de los actos escolares, cuando sea solicitada su cooperación para este fin.

- *Respetar los tiempos de consulta al docente y que las mismas sean apropiadamente formuladas en los horarios de clase.
- *Presentar las autorizaciones firmadas por los adultos responsables en tiempo y forma en los casos de salidas didácticas o actividades escolares extra-áulicas.

El docente se compromete a:

- *Ser puntual y procurar no faltar a clase.
- *Respetar al estudiante y a su familia.
- *Reconocer al estudiante como un sujeto de derecho que requiere atención y dedicación para alcanzar el desarrollo de sus capacidades a través del proceso de enseñanza y aprendizaje de calidad.
- *Asegurarse que al término de la clase, el aula quede ordenada y limpia
- *Generar un ambiente propicio para el aprendizaje incentivando a la participación de cada alumno, a despertar el interés y curiosidad por el conocimiento.
- *Asegurar un trato respetuoso hacia sus estudiantes.
- *Preparar las clases con actividades que promueven el desarrollo de distintas habilidades.
- *Notificar por escrito al menos con una semana de anticipación a la fecha de la evaluación, y posteriormente las calificaciones obtenidas en las evaluaciones.
- *Responsabilizarse por las evaluaciones realizadas por los estudiantes hasta tanto sean devueltas a los interesados.
- *Elaborar consignas claras y explicitar los criterios de evaluación en las pruebas.
- *Ponderar el trabajo del alumno teniendo en cuenta su desempeño y predisposición.
- *Utilizar variedad de recursos didácticos.
- *Proponer proyectos escolares que impliquen la participación de los estudiantes e incentivarlos a intervenir en la organización de los actos escolares.
- *Formular proyectos de articulación entre años y/o niveles de manera de facilitar los aprendizajes.
- *Notificar a los padres sobre el desempeño escolar de sus hijo/a consignando la información en la plataforma en tiempo y forma.

Los adultos responsables se comprometen a:

- *Revisar con frecuencia el cuaderno de actividades de la materia.
- *Firmar las autorizaciones requeridas por el docente para la asistencia de su hijo/a en la participación de actividades extra áulicas o salidas.
- *Mantenerse atentos a los comunicados del docente y al seguimiento de desempeño académico de su hijo/a. a través de la plataforma institucional y/o cuaderno de comunicaciones.
- * Avisar a preceptores por inasistencias y justificarlas mediante certificados.
- *Asegurarse de que su hijo/a complete las actividades y se informe de lo solicitado cuando no pueda asistir a clase.
- *Dirigirse con respeto al docente, como así también al resto del personal, transmitiendo sus inquietudes por los medios y momentos apropiados
- *Incentivar a su hijo/a para que estudie y cumpla con sus obligaciones necesarias para el aprendizaje.
- *Asegurarse y facilitar a que su hijo/a cumpla con los materiales, útiles, cuaderno, uniforme, fotocopias cuando sean requeridas y demás elementos de importancia para su bienestar escolar.

Firma del alumno: Firma del Padre /madre/tutor.....

Firma del docente:.....

Programa

PRIMER CUATRIMESTRE

Grupos funcionales El Agua, características e importancia en los sistemas vivos Conformación de las Proteínas. Configuración, desnaturalización e hidrólisis. Carbohidratos. Monosacáridos, polisacáridos importancia. Lípidos. Estructura ácidos grasos Triglicéridos, fosfolípidos, glucolípidos y esteroides. Enzimas. Poder catalítico. Especificidad clasificación. Sitio activo.

SEGUNDO CUATRIMESTRE

Metabolismo. Anabolismo y catabolismo. Flujo de energía estados de oxidación. Dadores y aceptores de electrones. Mitocondria y cloroplasto conformación. Fotosíntesis. Ciclo de Krebs. Glucólisis y fermentación. Metabolismo de los lípidos. Metabolismo de los aminoácidos.

Bibliografía

Química Biológica. Antonio Blanco. El Ateneo ed. 8° edición.

Química. Reynold Chang. Mc Graw Hill ed. 11° edición

Química para el nuevo milenio. Hill Kolb. Pearson.

Biología. Barnes y Curtis. 7° edición.

Rev. Ciencia Hoy. CONICET



Composición Química del organismo

Solo una pequeña fracción de los elementos químicos que conforman la materia que nos rodea está presente en los organismos vivos. En los mamíferos solo 20 elementos están presentes en sus moléculas de los cuales 4 representan el 96% del total de ellos.

Composición elemental del organismo Humano

- ✓ **Elementos primarios:** Estos seis elementos representan el 98% del peso corporal. El oxígeno es el más abundante ya que conforma la molécula de agua la cual conforma el 65% del peso corporal siendo este elemento 16 veces más pesado que el hidrógeno. El Oxígeno, Carbono, Nitrógeno, Hidrógeno y Fósforo constituyen las moléculas fundamentales para la vida. El Calcio, está presente en las estructuras óseas y en procesos fisiológicos.

Elementos primarios (en porcentaje del peso corporal)

| | |
|-------------|------|
| Oxígeno O | 65,0 |
| Carbono C | 18,5 |
| Hidrógeno H | 10,0 |
| Nitrógeno N | 3,0 |
| Calcio Ca | 1,5 |
| Fósforo P | 1,0 |

- ✓ **Elementos secundarios:** están presentes como integrantes de las moléculas orgánicas. Sodio, Potasio, Cloro son iones que actúan en procesos energéticos intracelulares. El Magnesio en enzimas. El Hierro conforma la molécula de hemoglobina de la sangre. El Azufre está presente en algunas proteínas.

Elementos secundarios (en porcentaje del peso corporal)

| | |
|-------------|-------|
| Potasio K | 0,3 |
| Azufre S | 0,25 |
| Sodio Na | 0,2 |
| Cloro Cl | 0,15 |
| Magnesio Mg | 0,05 |
| Hierro Fe | 0,005 |

- ✓ **Elementos terciario u oligoelementos:** también llamados micronutrientes, se encuentran en cantidades extremadamente pequeñas. No obstante su escasa cantidad son esenciales para la vida. Por ejemplo el Yodo, forma parte de las hormonas tiroideas. También están presentes como catalizadores de reacciones entre otras funciones.

Elementos terciarios (en porcentaje del peso corporal)

| | |
|--------------|---------|
| Flúor F | 0,001 |
| Cobre Cu | 0,0002 |
| Yodo I | 0,00004 |
| Manganeso Mn | 0,00003 |

| | |
|--------------|-----------|
| Zinc Zn | vestigios |
| Cobalto Co | vestigios |
| Molibdeno Mo | vestigios |

Composición química de los tejidos humanos (porcentaje del peso del tejido)

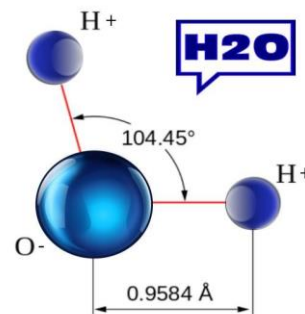
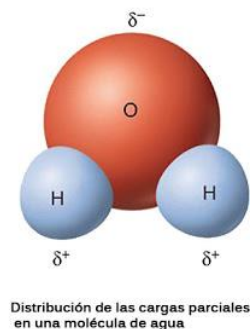
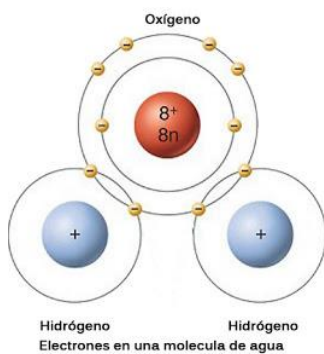
| | músculo | hueso | cerebro | hígado |
|------------------------------|---------|--------|---------|--------|
| Agua | 75,0 | 22,0 | 77,0 | 70,0 |
| Carbohidratos | 1,0 | escaso | 0,1 | 5,0 |
| Lípidos | 3,0 | escaso | 12,0 | 9,0 |
| Proteínas | 18,0 | 30,0 | 8,0 | 15,0 |
| Otras sustancias Orgánicas | 1,0 | escaso | 1,5 | 1,0 |
| Otras sustancias Inorgánicas | 1,0 | 45,0 | 1,0 | escaso |

AGUA

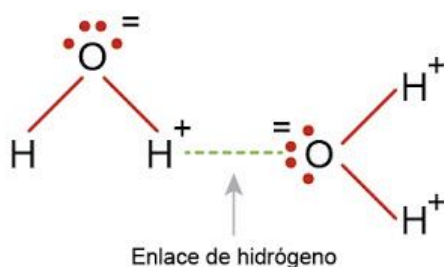
El agua (junto al oxígeno), es el componente inorgánico más importante para la vida. Conformar el 65% del peso corporal. El interior celular y el espacio entre ellas esta constituido en gran medida por agua, está presente en los procesos vitales de forma directa o indirecta.

El agua posee propiedades únicas (aberrantes en el buen sentido) que la convierten en indispensable e insustituible, como son:

- Bajo punto de fusión (0°C)
- Alto punto de ebullición (100°C)
- Alto calor de vaporización (40,71 kJ/mol), comparado a su masa molecular.
- Alta capacidad como solvente (con compuestos iónicos, compuestos polares no iónicos y compuestos anfipáticos).
- Acción como electrolito (disociación débil).
- Polaridad de la molécula. ("protón desnudo").
- Enlaces, "Unión puente hidrógeno" (agua-agua, agua-cetona, agua-alcohol).

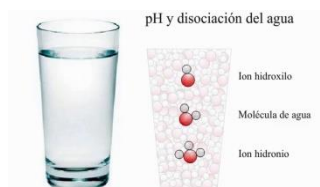
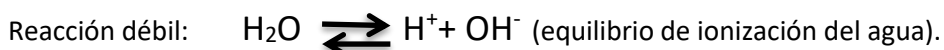


La geometría de la molécula de agua es la responsable de una buena parte de sus propiedades, por su elevada constante dieléctrica y actuar como dipolo.



Constante de equilibrio

Algunos compuestos químicos están conformados por “iones”. Los iones son átomos que han cedido o ganado electrones adquiriendo de esta manera una conformación más estable al alcanzar la conformación del octeto de Lewis, o la conformación del gas noble más cercano. Este fenómeno le proporciona una carga neta, electropositivo en caso de haber cedido o electronegativo en caso de haber ganado. Estos compuestos en soluciones acuosas se disocian hasta lograr un punto en que se equilibran las moléculas enteras y los iones de las otras moléculas que se disociaron. Hay compuestos “fuertes” cuyos iones se separan en una reacción irreversible (caso de ácido clorhídrico HCl), y otros que son débiles (como el agua), cuya reacción puede revertirse.



La disociación de las moléculas que tienen esta característica no se da completamente, sino que lo hacen hasta que se alcanza un **equilibrio** en el que coexisten iones y moléculas completas. Para una reacción de una sustancia débil (AB), la ecuación que explica este equilibrio es:



Los corchetes [] indican la concentración tanto de los iones como de la molécula. Para el agua sería, $K_{\text{H}_2\text{O}} = \frac{[\text{H}^+][\text{OH}^-]}{[\text{H}_2\text{O}]}$.

Ácidos y Bases

Una solución es **neutra** cuando su concentración de iones hidrógenos (hidrogeniones o protones (H^+)) es igual a la de hidroxilos. El agua pura tiene esta característica (a 25°C).

En caso de que la concentración de iones hidrógenos (protones), es mayor que la de hidroxilos (u oxidrilos), se dice que **ácida**. En cambio cuando la concentración de hidroxilos supera la de iones hidrógenos se dice que es **alcalina o básica**.

Entonces, una sustancia es ácida cuando cede o hace aumentar la concentración de iones hidrógenos, mientras que si ocurre lo contrario se dice que la sustancia es básica o alcalina.

Según Bronsted y Lowry, ácidos son todos los compuestos o iones capaces de ceder protones (H^+) al medio y bases son los que pueden aceptarlos (proceso llamado neutralización con formación de agua).

La **fuerza** de un ácido o base está dada por la tendencia a ceder sus protones en el primer caso o de aceptarlos en el segundo. Por ejemplo el ácido clorhídrico de nuestro estómago es fuerte mientras que el ácido acético del vinagre es débil, aunque hay que tener en cuenta que es en términos relativos y no absolutos.

Concepto de pH (y pOH).

Recordemos que cuando el agua se disocia lo hace tanto en protones (H^+), como el hidroxilo (OH^-), en la misma proporción. Por este motivo se puede establecer la constante de disociación solo respecto de uno de esos iones. En 1909 Sorensen propuso la notación pH, estableciendo que el pH es el logaritmo de la inversa de la concentración de iones hidrógeno, o el logaritmo negativo de la concentración de iones hidrógenos.

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

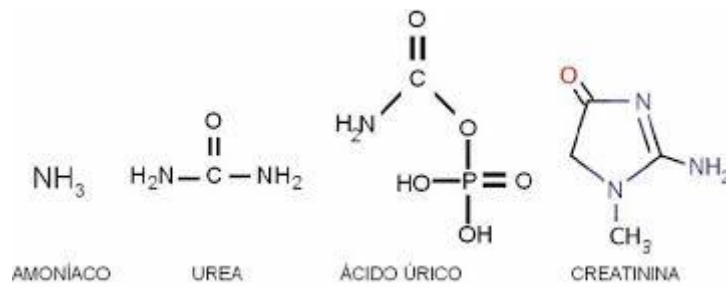


Soluciones amortiguadoras “buffers o tampones”: son sustancias capaces de frenar las desviaciones del pH (acidificación o alcalinización) que la adición de un ácido o una base ocasionarían en el medio donde se viertan.

| Familia | Fórmula del Grupo | Grupo Funcional | Nombre del Grupo Funcional |
|-----------------------|---|--|----------------------------|
| Alcoholes | R-OH | -OH | Hidroxi |
| Éteres | R-O-R | -O- | Oxi |
| Cetonas | $\begin{array}{c} \text{O} \\ \parallel \\ \text{R}-\text{C}-\text{OH} \end{array}$ | $\begin{array}{c} \text{O} \\ \parallel \\ -\text{C}-\text{OH} \end{array}$ | Carbonilo |
| Aldehídos | $\begin{array}{c} \text{O} \\ \parallel \\ \text{R}-\text{C}-\text{H} \end{array}$ | $\begin{array}{c} \text{O} \\ \parallel \\ -\text{C}-\text{H} \end{array}$ | Carbonilo |
| Ácidos Carboxílicos | $\begin{array}{c} \text{O} \\ \parallel \\ \text{R}-\text{C}-\text{OH} \end{array}$ | $\begin{array}{c} \text{O} \\ \parallel \\ -\text{C}-\text{OH} \end{array}$ | Carboxilo |
| Esteres | $\begin{array}{c} \text{O} \\ \parallel \\ \text{R}-\text{C}-\text{OH} \end{array}$ | $\begin{array}{c} \text{O} \\ \parallel \\ \text{R}-\text{C}-\text{OH} \end{array}$ | Carboxilato |
| Amias | $\begin{array}{c} \text{R}-\text{NH}_2 \text{ o} \\ \text{R}-\text{NH}-\text{R} \end{array}$ | $\begin{array}{c} -\text{NH}_2 \\ -\text{NH}- \end{array}$ | Amino |
| Amidas | $\begin{array}{c} \text{H} \text{ O} \\ \parallel \\ \text{R}-\text{N}-\text{C}-\text{R} \end{array}$ | $\begin{array}{c} \text{H} \text{ O} \\ \parallel \\ -\text{N}-\text{C}- \end{array}$ | Amidas |
| Derivados Halogenados | R-X | -X | Halógeno |

ACTIVIDADES

1. ¿Qué efecto provocan en el organismo humano la deshidratación? ¿Por qué son tan importantes el agua y los electrolitos?
2. Busca la fórmula del alcohol etílico. Comparala con el ácido acético.
3. ¿Por qué el alcohol etílico es un buen desinfectante? ¿Qué crees que provoca en el ser humano al ser consumido?
4. Busca información sobre las dietas cetogénicas. ¿En qué consisten? ¿Porque se supone que se adelgaza con ellas?
5. ¿Qué efecto tiene sobre el organismo el ayuno?



PROTEÍNAS

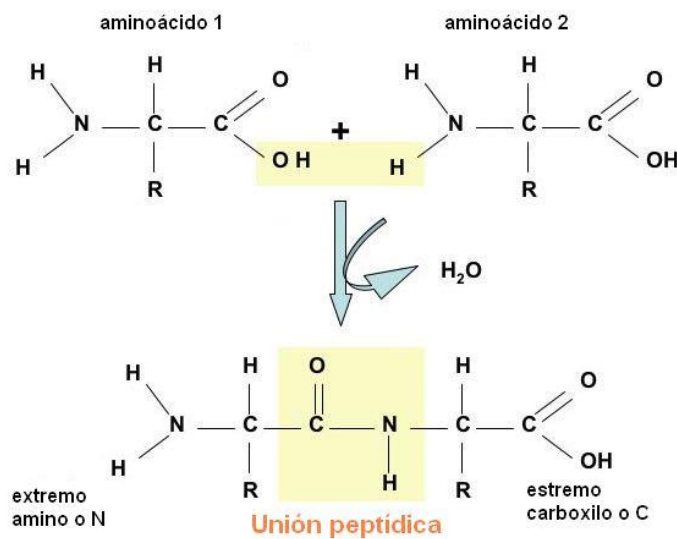
Las proteínas son de máxima importancia para los seres vivos. Representan alrededor del 50% del peso de los tejidos (sin agua) de los animales. Casi todos los procesos biológicos dependen o usan proteínas para su acción. Por ejemplo las enzimas son casi todas proteínas (catalizadores o aceleradores de reacciones químicas), muchas de las hormonas, la hemoglobina de la sangre, los anticuerpos, los receptores celulares, la miosina y actina responsables de la contracción de los músculos, el colágeno de los tejidos, muchos de los transportadores de membrana plasmática etcétera.

Las proteínas son llamadas “macromoléculas” por el tamaño que tiene respecto a otras moléculas. Estas macromoléculas son llamadas polímeros (poli= muchos; meros=partes). Las partes o unidades que conforman una proteína son los **aminoácidos**, moléculas que presentan en un extremo un grupo **carboxilo (-COOH)**, y en el otro un grupo amino **(-NH₂)**. Ambos grupos se unen a una cadena de carbonos, llamándose a carbono inmediato al grupo carboxilo, **carbono α**. A estos aminoácidos se los denomina α aminoácidos. Una proteína puede estar formada hasta por varios miles de estos aminoácidos a modo de “ladrillos de una pared”. La formación (síntesis) de aminoácidos se realiza en los ribosomas celulares a partir de la información proveniente del ADN.

Isómeros: se denomina así a compuestos diferentes con la misma fórmula molecular. Es decir que tienen los mismos átomos en igual número pero con uniones diferentes entre ellos. Existen isómero espaciales e isómeros ópticos L o D (levo o dextro).

Clasificación de los Aminoácidos

| ESENCIALES | NO ESENCIALES |
|--------------------|-----------------------|
| Valina (Val) | Alanina (Ala) |
| Leucina (Leu) | Prolina (Pro) |
| Treonina (Thr) | Glicina (Gly) |
| Lisina (Lys) | Serina (Ser) |
| Triptófano (Trp) | Cisteína (Cys) |
| Histidina (His) | Asparagina (Asn) |
| Fenilalanina (Phe) | Glutamina (Gln) |
| Isoleucina (Ile) | Tirosina (Tyr) |
| Arginina (Arg) | Ácido aspártico (Asp) |
| Metionina (Met) | Ácido glutámico (Glu) |



La unión peptídica es del tipo covalente, del tipo *amida*, con formación de agua. Cuando se unen dos aminoácidos se los llama dipéptido, tres, tripéptido, cuatro, tetrapéptido etc. El término *Polipéptido* se usa para uniones de diez, o más aminoácidos. El peso de las moléculas se mide por la unidad "Dalton [Da]", en caso de superar los 6000 Da (más de 50 unidades de aminoácidos), se lo considera una proteína. Por debajo de los 6000 Da se los llama péptidos. Este límite es arbitrario y se lo estableció a partir del peso de la Insulina, hormona pancreática cuya estructura proteica fue la primera en ser conocida.

Un polipéptido o proteína deja en cada extremo un grupo carboxilo, llamado carboxilo terminal, y un grupo amino en el extremo opuesto, llamado grupo amino terminal.

Nomenclatura: cuando se establece una unión entre aminoácidos, a las porciones de aminoácidos unidos se los denomina "**residuos**". Para nombrar un péptido se comienza por nombrar la raíz del aminoácido seguido por el sufijo "*il*".

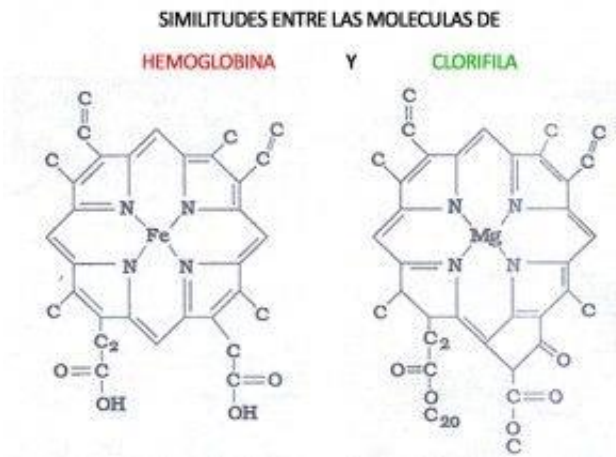
Por ejemplo en el caso de un tetrapéptido formado por los aminoácidos serina, tirosina, ácido aspártico y lisina, sería "*seril-tirosil-aspartil-lisina*" o por sus símbolos.

Algunos péptidos de importancia biológica: algunos péptidos están ampliamente distribuidos en muchas especies muy separadas evolutivamente, tanto como bacterias, animales y vegetales. Un caso es el Glutatión, un tripéptido que actúa en sistemas enzimáticos, y ayuda a prevenir daños celulares (en nuestro caso daños oxidativos en glóbulos rojos). Otros péptidos cumplen funciones de hormonales, un caso son las encefalinas con acción analgésica en el sistema nervioso. Algunos péptidos tienen acción antibiótica.

Estructuras de las proteínas: Las proteínas poseen formas moleculares características determinado por la información genética de los organismos. Las estructuras se pueden clasificar en dos grandes grupos "**Globulares o fibrosas**". Las primeras son aquellas que se pliegan sobre

si mismas asumiendo formas semejantes a esferas (sus tres ejes son similares). A este tipo de proteínas pertenecen enzimas, anticuerpos, hormonas, la Hemoglobina y la clorofila como las más sobresalientes.

Las proteínas fibrosas o fibrilares, las cadenas de polipéptidos se ordenan paralelamente, formando fibras o láminas extendidas (el eje longitudinal es superior a los demás), son poco solubles en agua y forman estructuras de resistencia de los tejidos en especial del tejido conjuntivo. Ejemplos de estas son el colágeno y la queratina.



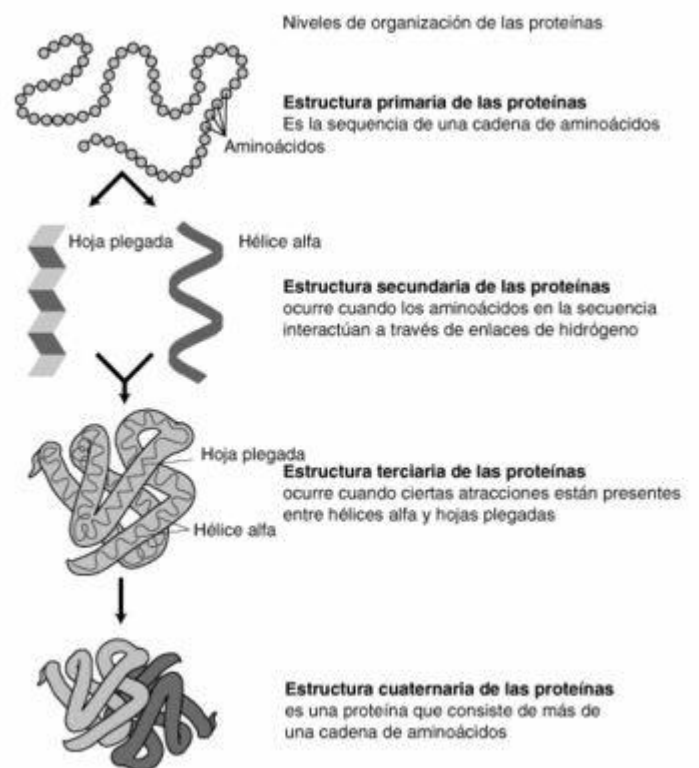
Las proteínas además se clasifican por su complejidad en **Primarias** (estructuras lineales sin ramificaciones), **Secundarias** (estructuras espacial regular y repetitiva en general unidas por enlaces hidrógeno), **Terciarias** (arquitectura tridimensional), y **Cuaternarias** (formadas por dos o más cadenas polipeptídicas unidas de manera especial).

Las proteínas cumplen su función cuando están conformadas correctamente y en muchos casos cuando además se asocian con elementos que dan funcionalidad a la misma. Por ejemplo, en cada subunidad de la hemoglobina (posee cuatro subunidades) se dispone un átomo de hierro (ión ferroso Fe^{++}), en la clorofila la conformación es similar pero en cada subunidad se dispone el ión Magnesio (Mg^{++}).

Desnaturalización de las proteínas: la desorganización de la estructura de una proteína de manera irreversible es conocida como desnaturalización. Esta provoca la pérdida de funcionalidad de la misma. La desnaturalización puede deberse a factores físico o químicos como el calor, o frío extremo, grandes presiones, radiación, exposición a ácido o álcalis concentrados, solventes orgánicos, urea, alcoholes entre otras. La desnaturalización consiste en la ruptura de las uniones que mantiene la estructura proteica, perdiendo su conformación.

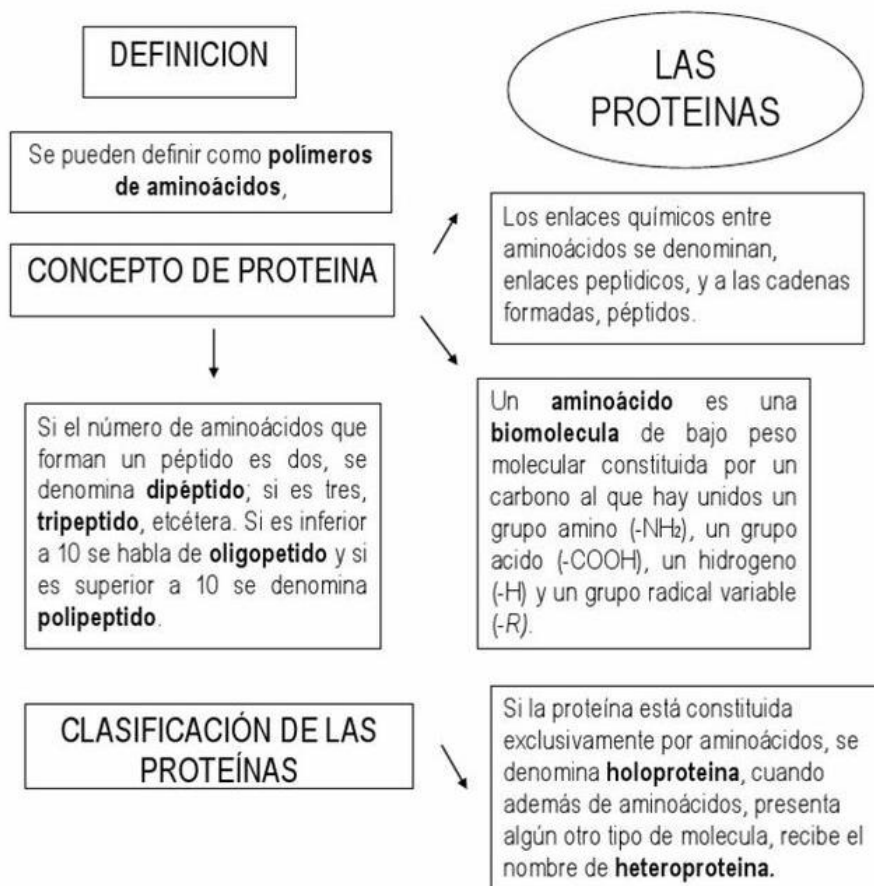
Clasificación de las proteínas:

- **Simples:** son aquellas que están conformadas solo por aminoácidos (en realidad también se han encontrado glúcidos asociados). Ejemplos de estas son las **Albúminas** (especialmente importantes en la sangre y clara del huevo), **Globulinas** (a este grupo pertenecen las proteínas del sistema inmune), **Histonas** (permiten el hiper-enrollamiento del ADN), **Protaminas** (en esperma de peces), **Glutelinas y gliadinas** (se hallan en granos de algunos cereales), **Escleroproteínas** (estructuras de sostén colágeno, queratinas y elastinas).
- **Conjugadas:** son proteínas simples (*apoproteínas*) asociadas a otros grupos químicos (*grupo prostético*). Ejemplos Nucleoproteínas, cromoproteínas, Glicoproteínas, Fosfoproteínas, Lipoproteínas, y Metaloproteínas.



ACTIVIDADES

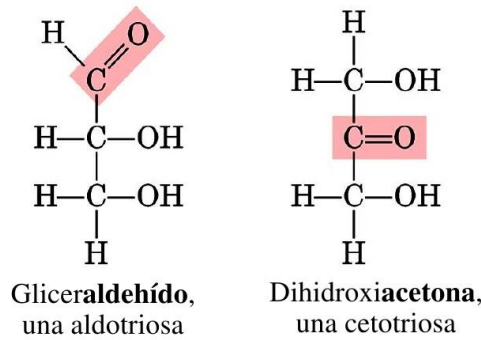
1. Realice un listado de las funciones de las proteínas.
2. ¿A qué llamamos macromolécula, polipéptido y polímero? ¿son sinónimos?
3. ¿Cuáles son los elementos que conforman un aminoácido?
4. ¿Cómo se forma una unión peptídica? Descríbala
5. ¿Cómo se denominaría el pentapéptido formado por Alanina, valina, triptófano, glutamina y tirosina?
6. Realice un esquema de la clasificación de las proteínas.



HIDRATOS DE CARBONO

Los hidratos de carbono, también llamados carbohidratos, glúcidos o simplemente azúcares, son componentes de los tejidos de seres vivos. Los vegetales lo sintetizan por la reacción de **fotosíntesis**, a partir de CO_2 y H_2O , y forma parte del tejido leñoso y fibroso además de almacenarse en frutos, tubérculos y raíces. Para los animales conforma el principal proveedor

de energía y una dieta requiere de un 60% de estas moléculas. Los glúcidos están conformados por Carbono, Hidrógeno y Oxígeno y se define como **polihidroxialdehídos** o **polihidroxicetonas** según si tiene función aldehído o cetona (aldosas y cetosas), a los glúcidos también se los considera polialcoholes. Se los distingue con el sufijo “osa”



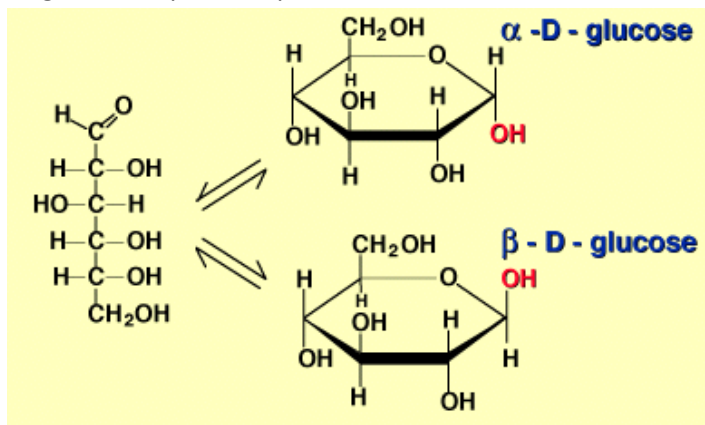
Clasificación: según su complejidad se clasifican en monosacáridos, oligosacáridos y polisacáridos.

- *Monosacáridos o azúcares simples:* están formados por una sola molécula. Sus cristales suelen ser blancos, son solubles en agua y de sabor dulce. Según el número de carbonos de la molécula se los conoce como triosas, tetrasas, pentosas o hexosas. El más importante es la **Glucosa**.
- *Oligosacáridos:* formados por dos y hasta diez moléculas. Se denominan disacáridos (2 moléculas), trisacáridos (3 moléculas), etcétera según el número de moléculas que los conformen. El disacárido **Sacarosa** es el azúcar común.
- *Polisacáridos:* Conformados por numerosos monosacáridos en cadenas lineales y ramificadas, tiene estructura amorfa, son insolubles en agua e insípidos. La **celulosa**, conforma la madera y el papel.

Isomería óptica: propiedad de las moléculas de girar la luz polarizada hacia la derecha o izquierda, llamándose dextrógiras o “D” a las primeras y levógiras o “L” a las segundas. En el caso del gliceraldehído ésta característica está dada por el carbono dos ya que es un carbono *quiral*, (llamado así por estar unido a cuatro grupos funcionales diferentes).

Glucosa: Es el monosacárido más importante. También llamada dextrosa (gira la luz a derecha), es el glúcido más importante ya que el combustible celular. Las glucosas se pueden unir entre ellas o con otros monosacáridos formando disacáridos de interés como la *sacarosa*, *lactosa* etc. Y polisacáridos como el *almidón*, *celulosa*, *glucógeno* etc...

La glucosa se puede representar en forma lineal o cíclica.



Otros monosacáridos de interés son la **Galactosa**, **Manosa**, **Fructosa** y **Ribosa** (conforma parte de los ácidos nucleicos).

Disácaridos de interés biológico:

- **Lactosa:** Glucosa + Galactosa
- **Sacarosa:** Glucosa + Fructosa
- **Maltosa:** Glucosa + Glucosa

Polisacáridos (glicanos) de interés biológico:

- **Almidón:** es de origen vegetal, formado por glucanos diferentes como amilosa y amilopectina, es la reserva nutricional más importante. Se halla en alimentos tales como cereales, legumbres, papa y mandioca entre otros.
- **Glucógeno:** de origen animal es la reserva nutricional de estos. Es abundante principalmente en el hígado y músculo.
- **Celulosa:** Conformar las paredes celulares de los vegetales. El algodón es celulosa pura, la madera el papel también son prácticamente celulosa. (También importan otras moléculas asociadas como hemicelulosa, pectinas y ligninas)
- **Quitina:** Conformar el exoesqueleto de artrópodos (arañas, crustáceos e insectos), y la pared celular de las células de los hongos.

Heteropolisacáridos

- **Glucosaminoglicanos (mucopolisacáridos):** Asociados a grupos sulfatos. Solo mencionaremos algunos de interés ya que se encuentra en el tejido extracelular (a excepción de la heparina) y forman parte del tejido conjuntivo como son **ácido hialurónico, condroitinsulfato, queratansulfato, Heparina.**
- **Glicoproteínas:** Glúcidos asociados a proteínas. **Lectinas**, en vegetales. **Grupos sanguíneos**, en las membranas de los glóbulos rojos actúan como antígenos.

LÍPIDOS

Los lípidos están ampliamente distribuidos en animales y plantas. Son muy variables, poco o nada solubles en agua, solubles en solventes orgánicos, producto de su escasa polaridad o apolaridad. No conforman uniones con otros lípidos como lo hacen los glúcidos, es decir no conforman polímeros.

Conforman estructuras celulares (membranas celulares), son reserva energética, conforman algunas hormonas, vitaminas y ácidos biliares.

Los lípidos pueden ser **simples** como los acilgliceroles y las ceras, o **complejos** son los fosfolípidos, glicolípidos y lipoproteínas.

En las moléculas de casi todos los lípidos se hallan ácidos orgánicos llamados comúnmente **ácidos grasos**.

Ácidos grasos: un ácido graso es en términos generales una cadena lineal de carbonos con un grupo funcional carboxilo en el primer carbono. En animales están formados por un número par de carbono (de 4 a 26), en la mayoría de los casos son cadenas saturadas (solo enlaces simples entre carbonos). En vegetales se halla una mayor proporción de cadenas insaturadas o poliinsaturadas (dobles o triples enlaces entre carbonos en uno o más sitios de la cadena).

Se nombran asociándoles la terminación "*oico*".

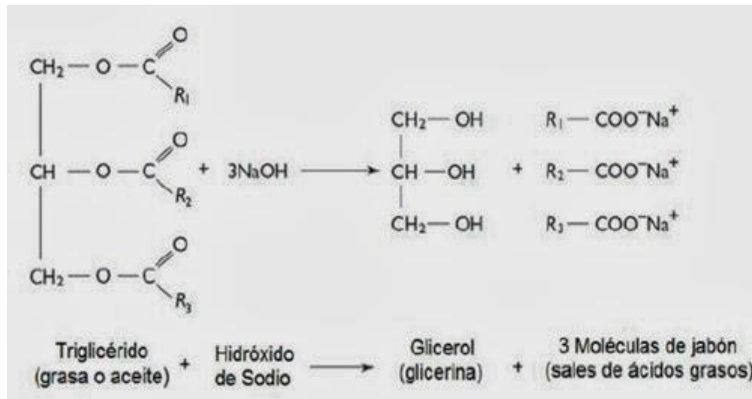
Los ácidos grasos poseen un extremo polar soluble en agua y su cadena apolar es insoluble en agua. Un ácido muy soluble en agua es el ácido acético ya que por detrás del carboxilo solo se halla un carbono (vinagre). A medida que la cadena aumenta su longitud se torna menos soluble en agua. Con el aumento de la longitud de la cadena disminuye el punto de fusión, acentuándose más si se presentan enlace dobles o triples (insaturados). Lo inverso ocurre con el punto de ebullición.

Son propiedades de los ácidos grasos:

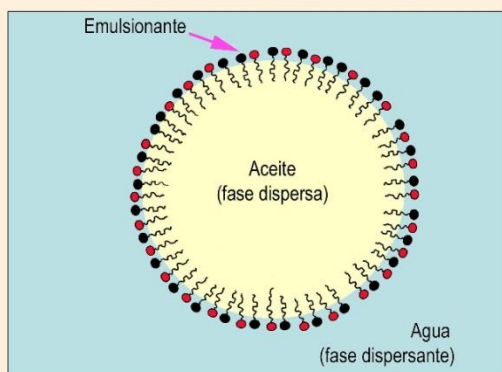
- a) **carácter ácido:** el grupo carboxilo es quien da el carácter ácido. Al aumentar el largo de la cadena la solubilidad en agua disminuye (hidrofobia) y por lo tanto también el

carácter ácido. $CH_3-COOH \rightleftharpoons CH_3-COO^- + H^+$ disociación de ácido acético (vinagre) en agua.

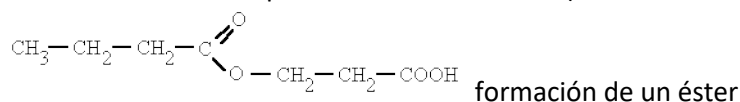
- b) **formación de jabones** (reacción de saponificación): el reemplazo del H del grupo carboxilo por un metal, con formación de una sal. Las sales se designan agregando al nombre del ácido graso el sufijo "ato" (ej. Estearato de potasio). Las sales de ácidos grasos se denominan jabones. Estas sales tiene la capacidad de **emulsionar** las grasas



EMULSIÓN DEL TIPO ACEITE EN AGUA



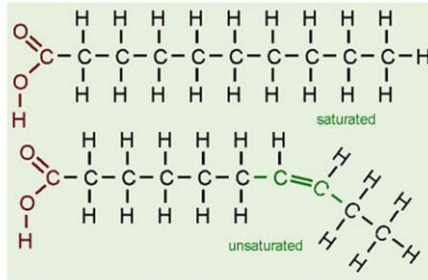
- c) **formación de ésteres:** por reacción con alcohol (formación de ceras)



- d) **Oxidación:** los ácidos grasos se oxidan (en especial los no saturados), formando *peróxidos*. Estos peróxidos pueden seguir la reacción de oxidación formando diferentes compuestos responsables del olor *rancio*.
- e) **Hidrogenación:** es la reacción por la cual se rompen dobles enlaces dentro de la cadena carbonada sustituyéndose por hidrógenos. (diferencias entre grasa y aceites).

| TIPOS DE ÁCIDOS GRASOS (según el número de dobles enlaces) | |
|---|--|
| | Saturados (sin dobles enlaces) |
| | Monoinsaturados (con un doble enlace) |
| | Poliinsaturados (con más de un doble enlace) |

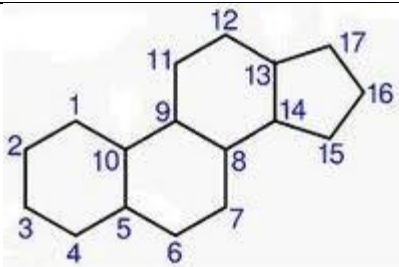
Ácidos grasos saturados e insaturados



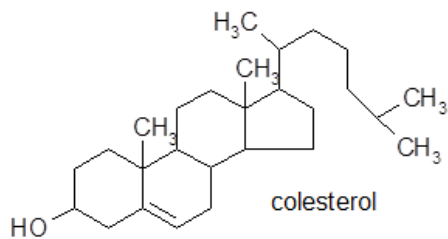
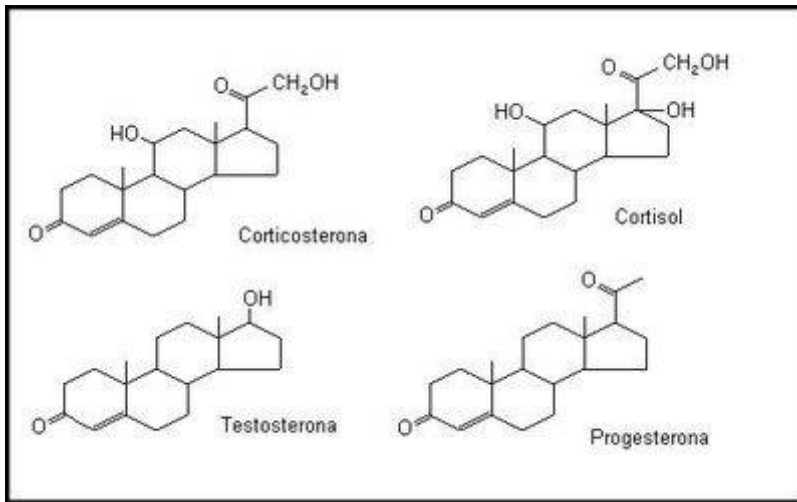
Grasa en la alimentación: los lípidos poseen un valor calórico muy superior a cualquier otro principio de la dieta. Un gramo de grasa provee 38,9 kJ (9,3 kcal), frente a los glúcidos que proveen 17,2 kJ (4,1 kcal). Por su carácter hidrofóbico las reservas grasas retiene menos agua por lo que pesan menos (en comparación con el glucógeno por ejemplo). Si bien en animales los ácidos grasos son saturados y lo contrario ocurre en vegetales, las excepciones son las grasas de peces y la de coco.

Lípidos complejos: Los *fosfolípidos* poseen un ácido fosfórico con un enlace éster, son principalmente importante en la membrana plasmática. Hay tejidos especialmente ricos como el tejido cerebral donde conforma el 30% del peso del mismo mientras que en músculo es solo el 2%. Los *glicolípidos*, son parte de las membranas celulares, y tiene un carbohidrato en su molécula.

Hay ciertas sustancia asociadas a los ácidos grasos, el **ciclopentanoperhidrofenantreno**, del cual se derivan muchas moléculas de importancia biológica como hormonas sexuales, hormonas adrenocorticales, ácido biliar, vitamina D y esteroides. El esteroide más común en animales es el colesterol, si bien puede ser un grave problema cuando su presencia excede lo normal, el colesterol es la base química para todos los compuestos mencionados anteriormente.



ciclopentanoperhidrofenantreno



Actividades

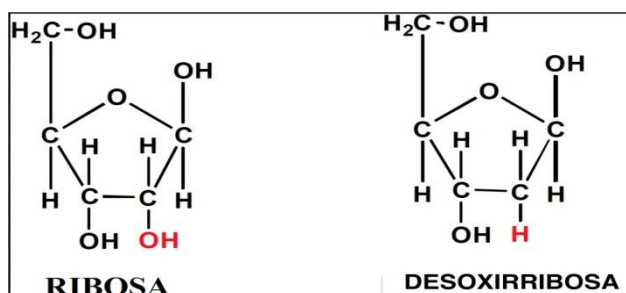
1. ¿Qué caracteriza a los Lípidos?
2. ¿Cuál es su importancia biológica?
3. ¿Qué diferencias hay entre ácidos grasos vegetales y animales?
4. ¿Que provoca la oxidación y la hidrogenación de los ácidos grasos?

ÁCIDOS NUCLEICOS

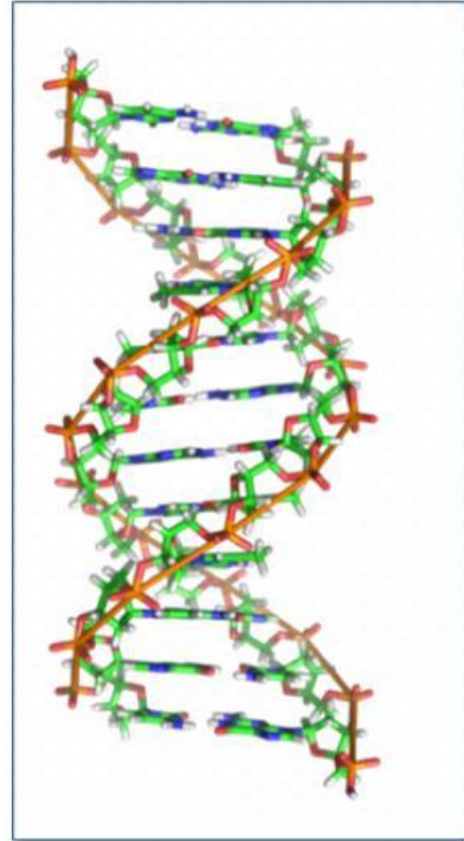
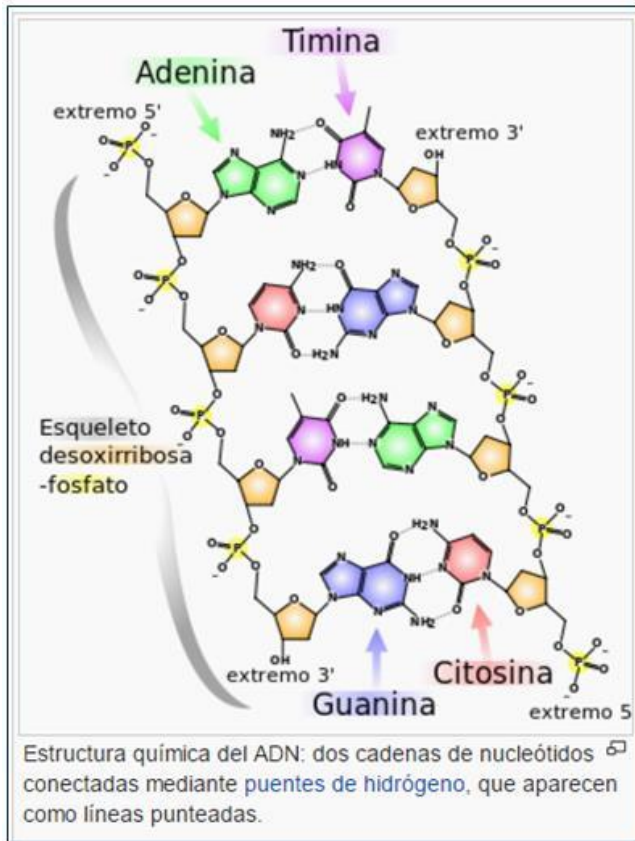
Los ácidos nucleicos son macromoléculas formadas por polimerización en cadenas lineales de unidades estructurales llamadas *nucleótidos*. Poseen el mayor rango biológico de las todas las sustancias químicas, sus funciones son: a) son depositarios de información genética, b) dirigen la síntesis y ensamble de aminoácido en la conformación de proteínas. Los nucleótidos están formados por una **base nitrogenada**, un **monosacárido** (5 carbonos, aldopentosa), y un **ácido fosfórico** (ortofosfórico).

Bases nitrogenadas: Existen dos tipos de bases nitrogenadas las *pirimidinas* y las *purinas*, llamadas base pirimidínicas o bases púricas. Las bases pirimidínicas son tres *timina*(T), *citosa*(C) y *uracilo*(U); las bases púricas son *guanina*(G) y *adenina*(A).

El **monosacárido** determina el tipo de molécula. Puede ser **D-ribosa** o **D-desoxirribosa**. En el primer caso se conforma el **ARN** (o RNA), y en el segundo caso el **ADN** (o DNA).



Los nucleótidos se unen entre sí por enlaces éster, el fosfato forma un “puente” desde el carbono 5 de la pentosa de un nucleótido al carbono 3 de la pentosa del nucleótido anterior, los extremo que quedan libres son conocidos como extremo 5',3'.



Fotosíntesis

En las plantas, la energía lumínica es convertida en energía química.

Etapas de la fotosíntesis

El proceso de fotosíntesis consta de dos etapas que se dan en forma simultánea. La etapa luminica requiere luz en forma directa. La etapa oscura no requiere directamente de la luz, sino solamente de los productos químicos de las reacciones "luminicas".

A. Etapa luminica

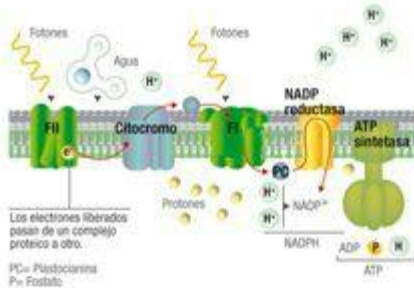
En esta etapa la energía radiante se transforma en energía química que se almacena en enlaces de ATP y NADPH. *1

Ingresa:



Membrana tilacoide

Los fotones son captados por algunos de los cientos de moléculas de clorofila. El agua ingresa a la membrana a través del estoma.



Como resultado de este proceso, se acumulan las cargas positivas en el interior del tilacoide, lo que genera un potencial eléctrico. La ATP sintetasa utiliza esa energía para sintetizar ATP.

Resultado del proceso



Libera oxígeno

La energía de la luz se convierte en energía química que se almacena en enlaces de ATP y NADPH.

B. Etapa oscura

En esta etapa se forman azúcares, que componen las cadenas de carbono que constituyen los seres vivos.

Ingresa:



Las reacciones de la etapa luminica generan una diferencia de carga eléctrica entre los tilacoides y el estroma.

Tilacoide, alta concentración de protones.
Estroma, baja concentración de protones.



Ciclo de Calvin

Fase 1
La enzima Rubisco incorpora CO₂ a la ribulosa, un azúcar con cinco carbonos, para obtener dos moléculas con 3 carbonos cada una.

Fase 2
Una de las moléculas de la fase 1 se incorpora al metabolismo celular. La segunda molécula sigue en el ciclo. El ATP y el NADPH de la etapa luminica se utilizan para obtener gliceraldehído.

Fase 3
El gliceraldehído se utiliza para regenerar ribulosa. Cada tres vueltas del ciclo, se forma una nueva molécula de gliceraldehído, que pasa al resto del metabolismo.

Resultado del proceso

Azúcares de tres carbonos
La energía química del ATP y del NADPH se utiliza para incorporar carbono a moléculas orgánicas.

*1 ver Energía
*2 ver Luz

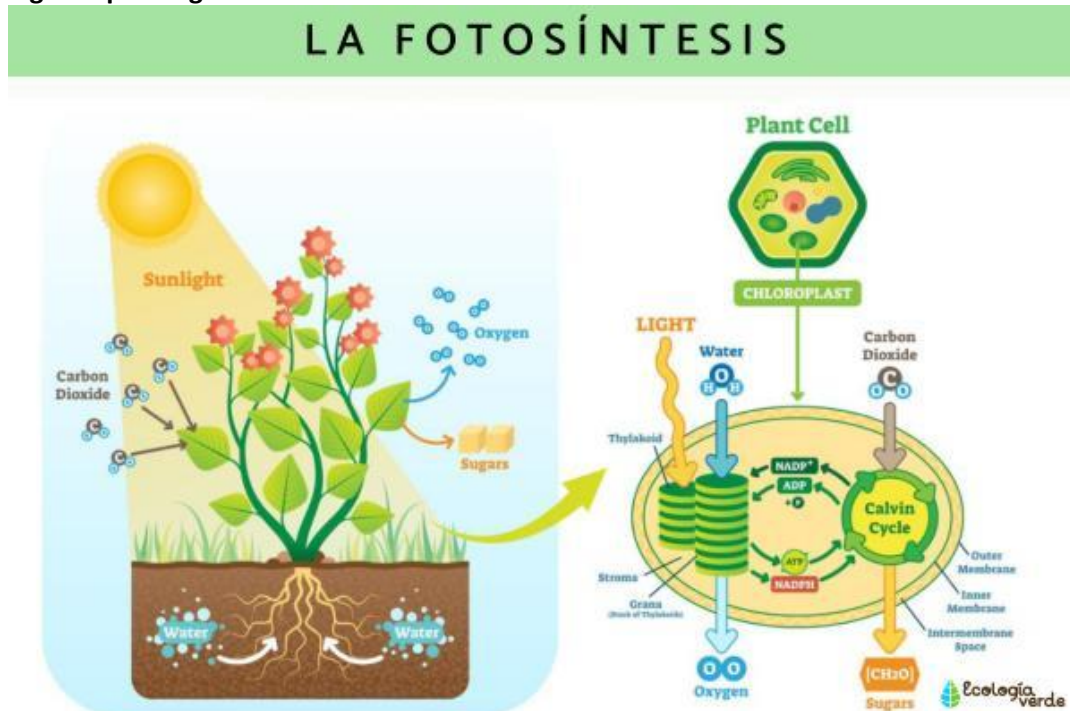
Fotosíntesis, luz y vida

Visión general de la fotosíntesis: sus etapas

Los organismos fotosintéticos productores de O₂ usan energía lumínica, CO₂ y agua para producir la materia orgánica necesaria para su alimentación. El O₂ que liberan se forma con átomos provenientes del agua.

La fotosíntesis se realiza en dos etapas: la lumínica, en la que se utiliza la energía de la luz para sintetizar ATP y NADPH, y la fijadora de carbono, que utiliza los productos de la primera etapa para la producción de azúcares.

Fig 1 Esquema global de la fotosíntesis



La fotosíntesis ocurre en dos etapas: las reacciones dependientes de la luz y las reacciones que fijan carbono. **(a)** En las reacciones dependientes de la luz, la absorción de la energía lumínica por las moléculas de clorofila *a* en la membrana del tilacoide inicia un transporte de electrones y la formación de un gradiente de protones a partir del cual se produce ATP. Durante este proceso, la molécula de agua se escinde y se liberan moléculas de oxígeno gaseoso. Los electrones son finalmente absorbidos por el NADP⁺ y se forma NADPH. **(b)** En las reacciones que fijan carbono, que ocurren en la estroma del cloroplasto, se sintetizan glúcidos a partir del CO₂ y el hidrógeno que transporta el NADPH. Este proceso utiliza la energía del ATP y el NADPH producidos en la etapa dependiente de la luz y, como veremos más adelante, implica una serie de reacciones que constituyen el ciclo de Calvin.

La fotosíntesis se realiza en los cloroplastos: los tilacoides

En los eucariontes, la fotosíntesis se realiza en los cloroplastos, organelas que poseen una membrana externa y otra interna. La membrana interna rodea una solución densa, la estroma, donde se encuentran las membranas tilacoides, que tienen forma de sacos aplanados dispuestos en forma apilada. Las reacciones de la etapa lumínica ocurren en los sacos tilacoides y las que fijan el carbono, en la estroma.

Los sacos tilacoides de los procariontes fotosintéticos pueden formar parte de la membrana celular, estar aislados en el citoplasma o constituir una estructura compleja de la membrana interna.

La naturaleza de la luz

Los sistemas vivos absorben la energía lumínica mediante el uso de pigmentos. Los organismos fotosintéticos tienen distintos tipos de pigmentos: la clorofila, que se encuentra en los sacos tilacoides, los carotenoides y las ficobilinas. Existen diferentes tipos de clorofila: la clorofila *a*, que colecta energía luminosa y está involucrada en la transformación de energía lumínica en química; la clorofila *b*, presente en las plantas y las algas verdes, y la clorofila *c* de las algas marrones.

La correspondencia entre el espectro de absorción de las clorofilas *a* y *b* y el espectro de absorción de la fotosíntesis indica una estrecha relación entre ésta y aquéllas (en ambos casos se observan dos picos, uno en la zona del rojo y otro en la del azul). Los carotenoides absorben en forma muy eficiente longitudes de onda que no son absorbidas por la clorofila.

El transporte de electrones: los fotosistemas y la ATP sintetasa

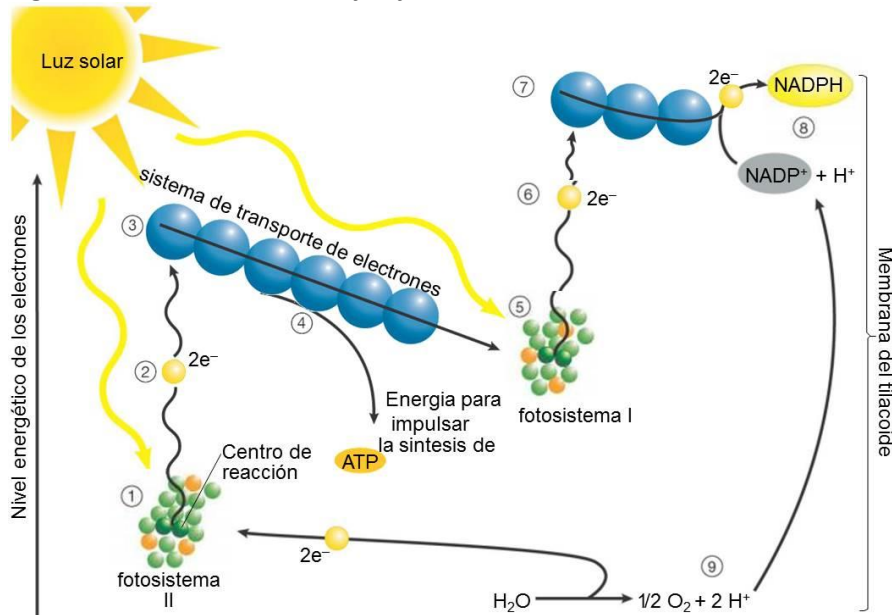
Los organismos fotosintéticos poseen dos fotosistemas, cada uno formado por una antena colectora de luz y un centro de reacción fotoquímico que incluye una molécula de clorofila *a*. Ambos fotosistemas se diferencian por el pico de absorción de la clorofila: el Fotosistema I lo presenta a 700 nm; el Fotosistema II, a 680 nm.

En un flujo no cíclico de electrones, los dos fotosistemas trabajan en forma simultánea y continua. Así se produce un flujo permanente de electrones desde el agua al Fotosistema II, de éste al Fotosistema I y de este último al NADP⁺.

Durante el transporte de electrones, los protones presentes en la estroma son enviados al espacio intertilacoide, creando un gradiente cuya energía se utiliza para sintetizar ATP. La síntesis de ATP a partir de energía lumínica se conoce como fotofosforilación.

Cuando los dos fotosistemas trabajan en forma independiente, se forma un flujo cíclico de electrones. En este caso no se forma NADPH, pero se sintetiza ATP. Es una ruta alternativa que permite regular la cantidad de NADPH y ATP formados en presencia de luz y, probablemente, aumenta la eficiencia en la formación de ATP cuando coexiste con el flujo no cíclico de electrones.

Fig 2. Los fotosistemas trabajan juntos



La energía lumínica atrapada en la molécula reactiva de la clorofila *a* del Fotosistema II lanza los electrones a un nivel de energía superior. Estos electrones son reemplazados en la molécula de clorofila *a* por electrones que provienen indirectamente de moléculas de agua que se escinden liberando además protones (H⁺) y gas oxígeno. Los electrones pasan desde el aceptor de electrones primario, a lo largo de una cadena de transporte de electrones, a un nivel de energía inferior, el centro de reacción del Fotosistema I. A medida que pasan a lo largo de esta cadena de transporte de electrones, se forma un gradiente de protones a partir del cual se sintetiza ATP. La energía lumínica absorbida por el Fotosistema I lanza los electrones a otro aceptor primario. Desde este aceptor, los electrones son transferidos mediante otros transportadores al NADP⁺ y se forma NADPH. Los electrones eliminados del Fotosistema I son reemplazados por los del Fotosistema II. El ATP y el NADPH representan la ganancia neta de las reacciones que capturan energía.

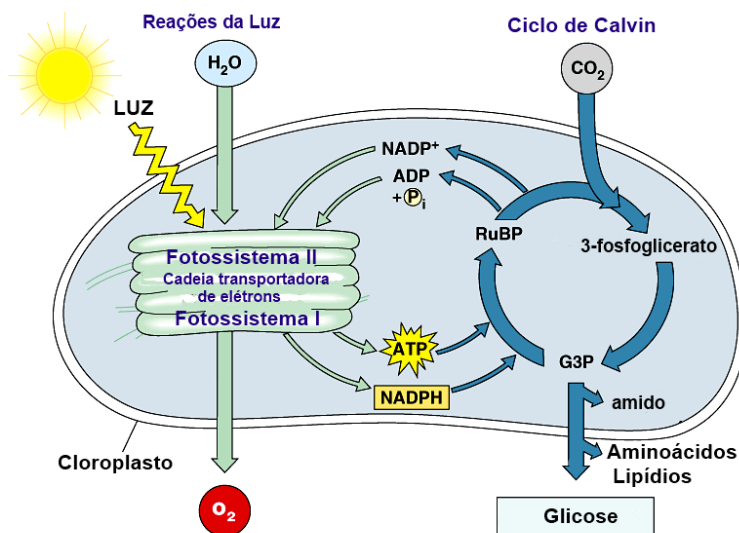
Moléculas y complejos moleculares que participan de las reacciones directamente dependientes de la luz. Entre ellos, se distinguen los pigmentos, los transportadores de electrones, los Fotosistemas I y II y ciertas enzimas como las ATP sintetetas. La disposición particular de estas moléculas en la membrana tilacoide hace posible la síntesis quimiosmótica del ATP durante la fotofosforilación. En este proceso, los electrones de la molécula reactiva de clorofila a del Fotosistema II son impulsados a niveles energéticos superiores por la energía lumínica. A medida que descienden por una cadena de transportadores de electrones hacia la molécula reactiva de clorofila a del Fotosistema I, la energía que liberan se usa para bombear protones (H^+) desde la estroma al espacio tilacoide. Esto crea un gradiente de protones. Cuando los protones se mueven a favor del gradiente a través del complejo de la ATP sintetasa, desde el espacio tilacoide a la estroma del cloroplasto, el ADP se fosforila a ATP.

Las reacciones que fijan carbono

El ATP y el NADPH formados durante el transporte de electrones se utilizan en la reducción del CO_2 a glucosa. La incorporación de CO_2 en compuestos orgánicos se conoce como fijación del carbono y ocurre en forma cíclica (ciclo de Calvin). En las plantas verdes, el CO_2 llega a las células fotosintéticas a través de aberturas especializadas llamadas estomas.

13. El ciclo de Calvin comienza con la unión del CO_2 a una molécula de cinco carbonos (ribulosa bifosfato) que luego se divide en dos moléculas de tres carbonos (fosfoglicerato). Cada seis vueltas del ciclo se introducen seis moléculas de CO_2 y se producen dos moléculas de un azúcar de tres carbonos (gliceraldehído fosfato).

14. Las plantas poseen un mecanismo de control que evita que el ciclo de Calvin ocurra durante la noche. La luz lo estimula indirectamente y las reacciones de fijación de carbono son inhibidas en la oscuridad.



En cada "vuelta" completa del ciclo ingresa una molécula de CO_2 .

Utilización de los productos de la fotosíntesis

El gliceraldehído fosfato producido por el ciclo de Calvin se integra en glucosa o fructosa. Las células vegetales usan estas sustancias para elaborar almidón, celulosa y sacarosa; las células animales las usan para elaborar glucógeno. Todas las células utilizan azúcares para la elaboración de otros carbohidratos, lípidos y aminoácidos. Además, la oxidación del carbono fijado es la fuente de energía del ATP en todas las células heterótrofas.

El balance entre la fotosíntesis y la respiración

En las plantas, la fotosíntesis y la respiración ocurren en forma simultánea. La intensidad lumínica a la cual se igualan sus velocidades es el punto de compensación para la luz. La concentración de CO_2 a la cual se igualan es el punto de compensación para el CO_2 . Por debajo de estos puntos de compensación, la respiración excede a la fotosíntesis y la planta no crece.

Como muchos órganos vegetales no fotosintetizan, para que una planta se mantenga y crezca, la fotosíntesis debe exceder largamente la tasa de respiración.

Glucólisis y respiración

La **oxidación de la glucosa** es una fuente principal de energía en la mayoría de las células. Cuando la glucosa se degrada en una serie de pequeños pasos por medio de enzimas, una proporción significativa de la energía contenida en la molécula vuelve a empaquetarse en los **enlaces fosfato** de las moléculas de **ATP**.

La **primera fase** en la degradación de la glucosa es la **glucólisis** que se efectúa en el citoplasma de la célula. La **segunda fase** es la **respiración aeróbica**, que requiere oxígeno y, en las células eucarióticas, tiene lugar en las mitocondrias. La respiración comprende el **ciclo de Krebs** y el **transporte terminal de electrones** acoplado al proceso de fosforilación oxidativa. Todos estos procesos están íntimamente relacionados.

En condiciones anaeróbicas, el proceso de **fermentación** transforma al ácido pirúvico producido por la glucólisis o en etanol o en ácido láctico.

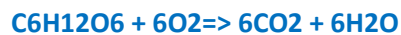
El rendimiento energético global de la oxidación de la glucosa, que puede dar como resultado un máximo de 38 moléculas de ATP. Hay otras moléculas alimenticias, que incluyen a las grasas, los polisacáridos y las proteínas, pueden ser también degradadas a compuestos que pueden ingresar en las vías centrales -glucólisis y ciclo de Krebs- en diferentes pasos.

Un panorama general de la oxidación de la glucosa

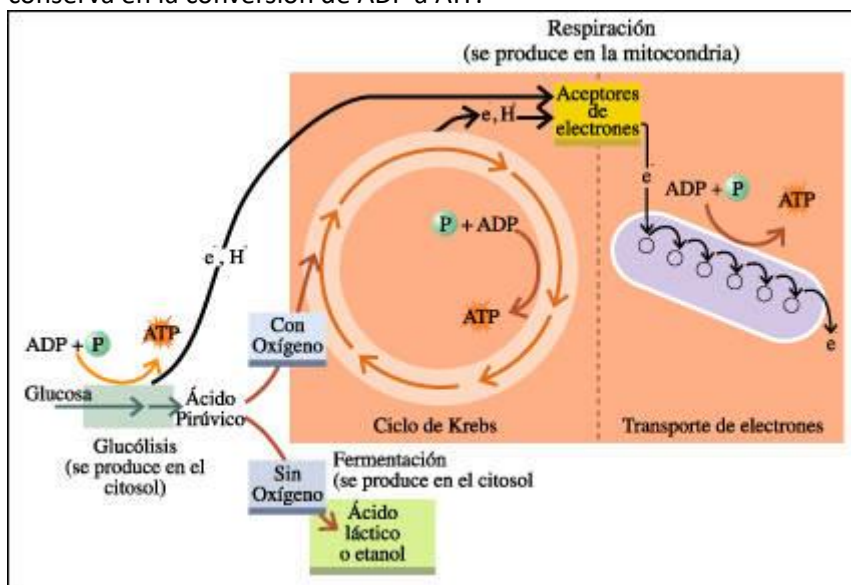
La oxidación consiste en la pérdida de un electrón y la reducción es la ganancia de un electrón. Dado que en las reacciones de **óxido-reducción** espontáneas, los electrones van de niveles de energía mayores a niveles de energía menores, cuando una molécula se oxida, habitualmente libera energía cuando La ecuación resumida de este proceso es:



o bien,



Aproximadamente el 40% de la energía libre desprendida por la oxidación de la glucosa se conserva en la conversión de ADP a ATP.



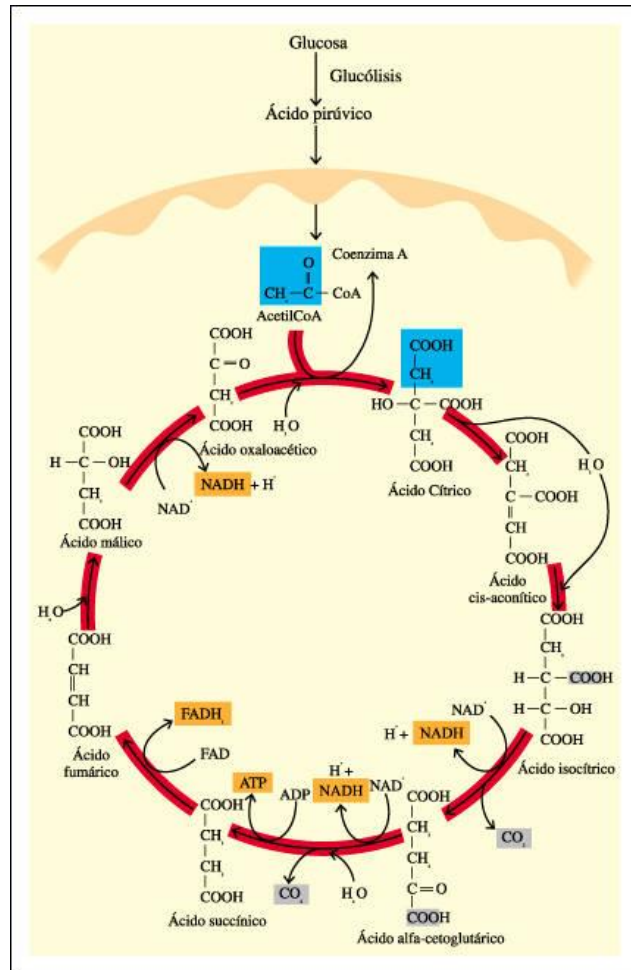
Esquema global de la oxidación de la glucosa.

En presencia de oxígeno, el ácido pirúvico entra en el ciclo de Krebs donde se sintetiza más ATP y se transfieren más electrones y protones a las coenzimas. Estas coenzimasceptoras de electrones transfieren su carga a la cadena transportadora de electrones a lo largo de la cual,

paso a paso, los electrones caen a niveles inferiores de energía. A medida que esto ocurre, se fabrica mucho más ATP. Al final de la cadena transportadora, los electrones se reúnen con los protones y se combinan con el oxígeno, formándose agua. En ausencia de oxígeno, el ácido pirúvico puede convertirse en ácido láctico o etanol. Este proceso, llamado **fermentación**, no produce ATP, pero regenera las moléculas de coenzimaceptoras de electrones, necesarias para que la glucólisis continúe.

Glucólisis

La glucólisis es un proceso en el cual una molécula **de glucosa de 6 carbonos** se escinde en **dos moléculas de 3 carbonos de ácido pirúvico**. Este proceso da como resultado un rendimiento neto de **dos moléculas de ATP** (a partir de ADP y fosfato inorgánico) y **dos moléculas de NADH** (a partir de NAD⁺). La glucólisis comienza con una molécula de glucosa. En este proceso, primero se invierte energía por transferencia de un grupo fosfato desde una molécula de ATP, una por cada paso, a la molécula de azúcar. La molécula de 6 carbonos luego se escinde y, de allí en adelante, la secuencia produce energía. En cierto momento se reduce una molécula de NAD⁺ a NADH y H⁺ almacenándose parte de la energía producida por la oxidación del gliceraldehído fosfato. En los pasos finales las moléculas de ADP toman energía del sistema, fosforilándose a ATP. Resumiendo: para iniciar la secuencia glucolítica es necesaria la energía de los enlaces fosfato de dos moléculas de ATP. Posteriormente se producen dos moléculas de NADH a partir de dos de NAD⁺ y cuatro de ATP a partir de cuatro de ADP:



De esta forma, una molécula de glucosa se convierte en dos moléculas de ácido pirúvico. La ganancia neta, la energía recuperada, es dos moléculas de ATP y dos moléculas de NADH por molécula de glucosa. Las dos moléculas de ácido pirúvico contienen todavía una gran parte de la energía que se encontraba almacenada en la molécula de glucosa original. La serie de reacciones que constituyen la glucólisis se lleva a cabo virtualmente en todas las células vivas, desde las células procarióticas hasta las células eucarióticas de nuestros propios cuerpos.

Respiración

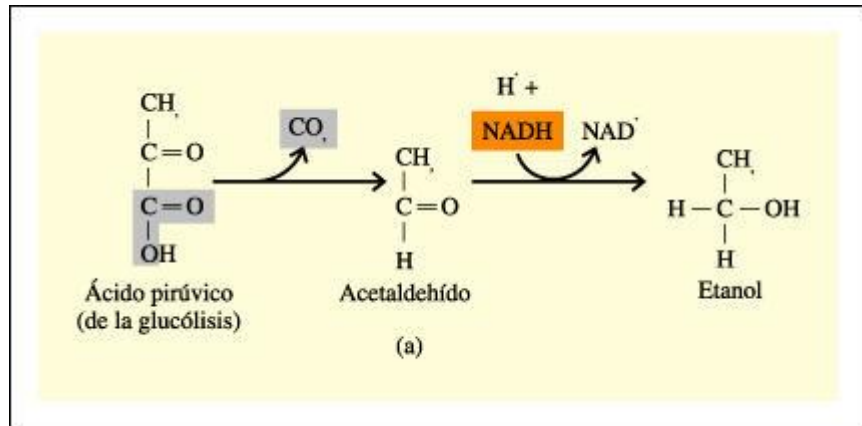
La respiración se desarrolla en dos etapas: **el ciclo de Krebs y el transporte terminal de electrones**. En el curso de la respiración, las moléculas de **ácido pirúvico** (3C) producido por la glucólisis son degradadas a grupos acetilo (2C), que luego entran al ciclo de Krebs. En una serie de reacciones en el ciclo de Krebs, el **grupo acetilo** de dos carbonos es oxidado completamente a dióxido de carbono. En el curso de la oxidación de cada grupo acetilo se reducen cuatro aceptores de electrones (tres NAD⁺ y un FAD) y se forma otra molécula de ATP.

El ciclo de Krebs.

La **coenzima A** es el nexo entre la oxidación del ácido pirúvico y el ciclo de Krebs. A modo de resumen: en el ciclo de Krebs se producen una molécula de ATP, tres moléculas de NADH y una molécula de FADH2 que representan la producción de energía de este ciclo. Se necesitan dos

vueltas del ciclo para completar la oxidación de una molécula de glucosa. Así, el rendimiento energético total del ciclo de Krebs para una molécula de glucosa es dos moléculas de ATP, seis moléculas de NADH y dos moléculas de FADH.

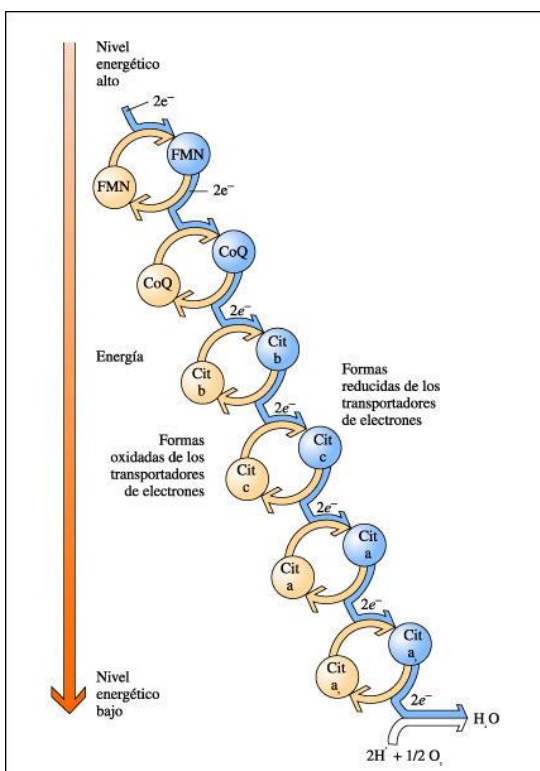
La **etapa final** de la respiración es el transporte terminal de electrones, que involucra a una cadena de transportadores de electrones y enzimas embutidas en la membrana interna de



la mitocondria. A lo largo de esta serie de transportadores de electrones de alta energía transportados por el NADH de la glucólisis y por el NADH y el FADH₂ del ciclo de Krebs van "cuesta abajo" hasta el oxígeno. En tres puntos de su pasaje a lo largo de toda la cadena de transporte de electrones, se desprenden grandes cantidades de energía libre que impulsan el bombeo de protones (iones H⁺) hacia el exterior de la matriz mitocondrial. La energía liberada se utiliza para formar moléculas de ATP a partir de ADP y fosfato inorgánico. Este mecanismo, en virtud del cual se lleva a cabo la fosforilación oxidativa, se conoce como acoplamiento quimiosmótico.

Representación esquemática de la cadena transportadora de electrones.

En esta representación de la cadena respiratoria, las moléculas que se indican: flavina mononucleótido (FMN), coenzima Q (CoQ) y los citocromos b, c, a y a₃, son los principales transportadores de electrones de la cadena. Los electrones, al pasar por la cadena respiratoria, van saltando a niveles energéticos sucesivamente inferiores. Los electrones finalmente son aceptados por el oxígeno, que se combina con protones (iones hidrógeno) en solución, y forman agua.



Las vías anaerobias

En ausencia de oxígeno, el ácido pirúvico puede seguir una de varias vías llamadas anaeróbicas. Veremos brevemente dos de las vías anaeróbicas más interesantes. El ácido pirúvico puede convertirse en **etanol (alcohol etílico)** o en uno de varios ácidos orgánicos diferentes, de los cuales el ácido láctico es el más común. El producto de reacción depende del tipo de célula. Por ejemplo, las levaduras, presentes como "florescencias" en el hollejo de las uvas, pueden crecer con o sin oxígeno. Cuando los jugos azucarados de las uvas y de otras frutas se extraen y se almacenan en condiciones anaeróbicas, las levaduras transforman el jugo de fruta en vino, convirtiendo la glucosa en etanol. Cuando el azúcar se agota, las levaduras

dejan de funcionar; en este momento, la concentración de alcohol es entre 12% y 17% dependiendo de la variedad de uvas y de la estación en la cual fueron cosechadas.

En el primer paso de la glucólisis se desprende dióxido de carbono. En el segundo, se oxida el NADH y se reduce el acetaldehído. La mayor parte de la energía química de la glucosa permanece en el alcohol, que es el producto final de la secuencia. Sin embargo, regenerando NAD⁺, estos pasos permiten que la glucólisis continúe, con su pequeño, pero en algunos casos vitalmente necesario, rendimiento de ATP.

Pasos por los cuales el ácido pirúvico, formado en la glucólisis, se convierte anaeróticamente en etanol.

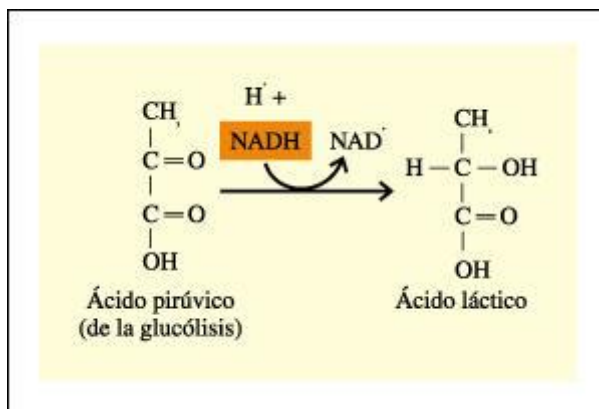
El **ácido láctico** se forma a partir del ácido pirúvico, por acción de una variedad de microorganismos y también por algunas células animales cuando el O₂ es escaso o está ausente.

Reacción enzimática que produce ácido láctico anaeróticamente a partir de ácido pirúvico en las células musculares.

Sin este reciclado, la glucólisis no puede seguir adelante. La acumulación de ácido láctico da como resultado dolor y fatiga muscular.

Por ejemplo, se produce en las células musculares de los vertebrados durante ejercicios intensos, como en el caso de una carrera. Cuando corremos rápido, aumentamos la frecuencia respiratoria, incrementando de este modo el suministro de oxígeno, pero incluso este incremento puede no ser suficiente para satisfacer los requerimientos inmediatos de las células musculares. Sin embargo, las células pueden continuar trabajando y acumular lo que se conoce como deuda de oxígeno. La glucólisis continúa, utilizando la glucosa liberada por el glucógeno almacenado en el músculo, pero el ácido pirúvico resultante no entra en la vía aeróbica de la respiración sino que se convierte en ácido láctico que, a medida que se acumula, disminuye el pH del músculo y reduce la capacidad de las fibras musculares para contraerse, produciendo la sensación de fatiga muscular. El ácido láctico se difunde en la sangre y es llevado al hígado. Posteriormente, cuando el oxígeno es más abundante (como resultado de la inspiración y

espiración profunda que siguen al ejercicio intenso) y se reduce la demanda de ATP, el ácido láctico se resintetiza en ácido pirúvico y nuevamente en glucosa o glucógeno.



Rendimiento energético global

La glucólisis produce dos moléculas de ATP directamente y dos moléculas de NADH.

La conversión de ácido pirúvico en acetil CoA, que ocurre dentro de la mitocondria, produce dos moléculas de NADH por cada

molécula de glucosa y rinde, de esta forma, seis moléculas de ATP.

El ciclo de Krebs, que también se desarrolla dentro de la mitocondria, produce dos moléculas de ATP, seis de NADH y dos de FADH², o un total de 24 moléculas de ATP por cada molécula de glucosa.

La producción total a partir de una molécula de glucosa es un máximo de 38 moléculas de ATP.

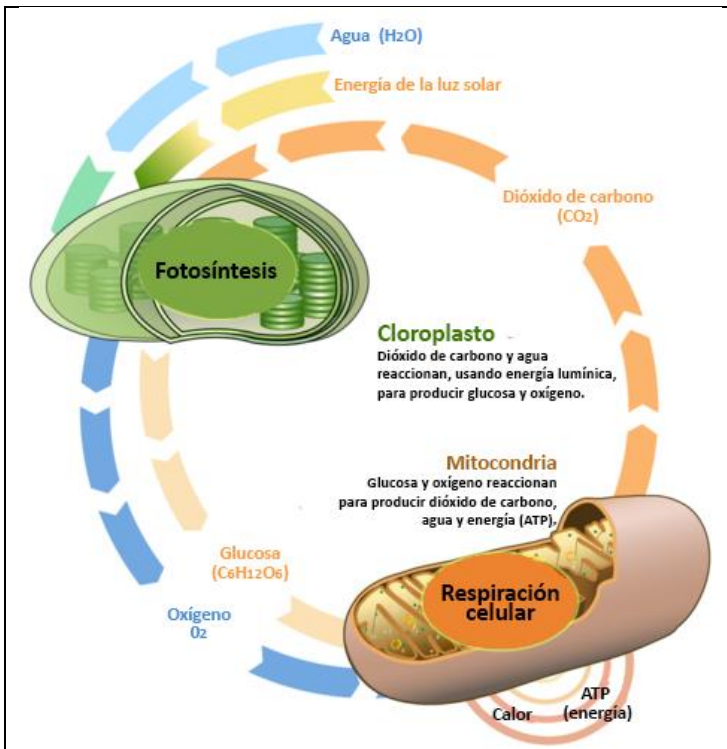
El cambio de energía libre (DG) que ocurre durante la glucólisis y la respiración es -686 kilocalorías por mol.

Aproximadamente 266 kilocalorías por mol (7 kilocalorías por cada uno de los 38 moles de ATP) han sido capturadas en los enlaces fosfatos de las moléculas de ATP, que equivale a una eficiencia de casi un 40 por ciento.

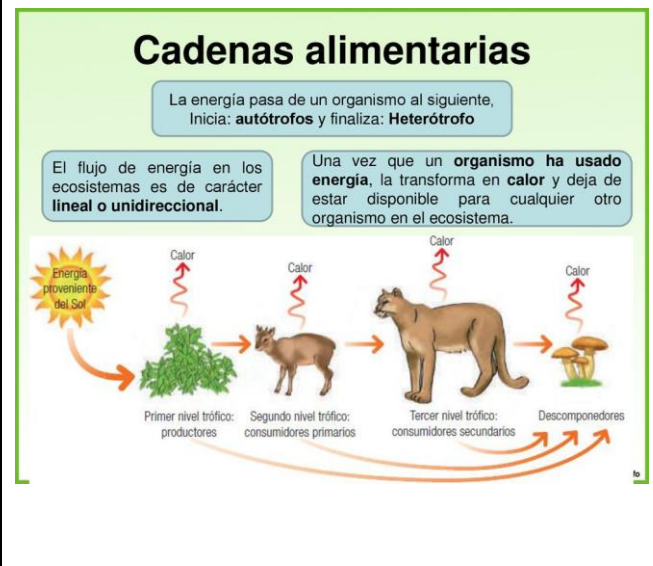
Actividad

1. Enumere los procesos metabólicos para la obtención de energía.
2. ¿Dónde se llevan a cabo, la glucólisis, y la respiración aerobia?

3. ¿Qué partes comprende la respiración aerobia?
4. ¿Cuántas moléculas de ATP se consiguen en cada etapa de glucólisis y respiración aeróbica?
5. ¿A que moléculas se escinde la glucosa en la glucólisis? ¿Cuántos carbonos tienen?
6. ¿A qué molécula es necesario convertirse para ingresar al ciclo de Krebs? ¿A quién se tiene que unir? ¿Cuántos carbonos tiene esa molécula?
7. ¿Cuál es la función del oxígeno en estas reacciones? ¿Qué se forma a partir de su presencia?
8. ¿Qué son las reacciones de fermentación? ¿cuando ocurren?



Relación energética entre Cloroplastos y mitocondrias. El gráfico es la expresión de la relación entre productores y consumidores dentro de un ecosistema.



Glucólisis y respiración

La **oxidación de la glucosa** es una fuente principal de energía en la mayoría de las células. Cuando la glucosa se degrada en una serie de pequeños pasos por medio de enzimas, una proporción significativa de la energía contenida en la molécula vuelve a empaquetarse en los **enlaces fosfato** de las moléculas de **ATP**.

La **primera fase** en la degradación de la glucosa es la **glucólisis** que se efectúa en el citoplasma de la célula. La **segunda fase** es la **respiración aeróbica**, que requiere oxígeno y, en las células eucarióticas, tiene lugar en las mitocondrias. La respiración comprende el **ciclo de Krebs** y el **transporte terminal de electrones** acoplado al proceso de fosforilación oxidativa. Todos estos procesos están íntimamente relacionados.

En condiciones anaeróbicas, el proceso de **fermentación** transforma al ácido pirúvico producido por la glucólisis o en etanol o en ácido láctico.

El rendimiento energético global de la oxidación de la glucosa, que puede dar como resultado un máximo de 38 moléculas de ATP. Hay otras moléculas alimenticias, que incluyen a las grasas, los polisacáridos y las proteínas, pueden ser también degradadas a compuestos que pueden ingresar en las vías centrales -glucólisis y ciclo de Krebs- en diferentes pasos.

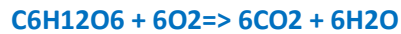
Un panorama general de la oxidación de la glucosa

La oxidación consiste en la pérdida de un electrón y la reducción es la ganancia de un electrón. Dado que en las reacciones de **óxido-reducción** espontáneas, los electrones van de niveles de

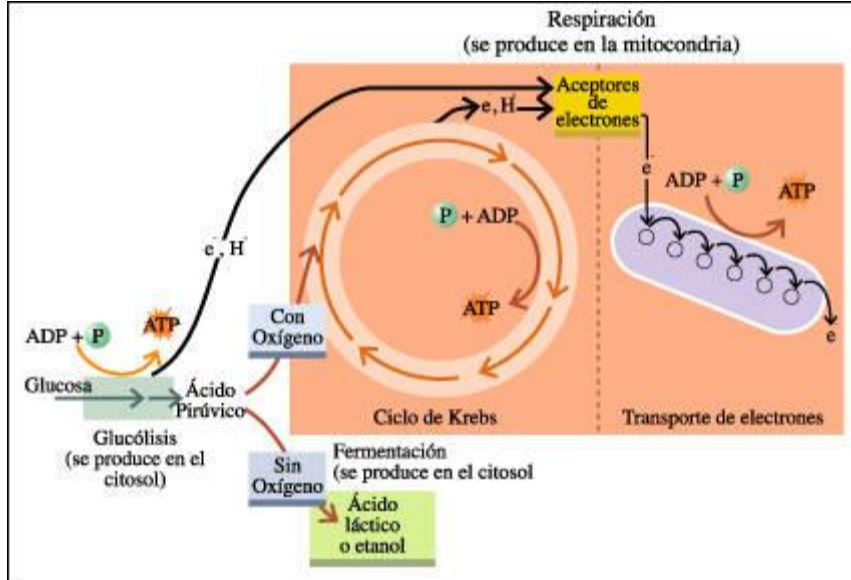
energía mayores a niveles de energía menores, cuando una molécula se oxida, habitualmente libera energía cuando La ecuación resumida de este proceso es:



o bien,



Aproximadamente el 40% de la energía libre desprendida por la oxidación de la glucosa se conserva en la conversión de ADP a ATP.



Esquema global de la oxidación de la glucosa.

En presencia de oxígeno, el ácido pirúvico entra en el ciclo de Krebs donde se sintetiza más ATP y se transfieren más electrones y protones a las coenzimas. Estas coenzimasceptoras de electrones transfieren su carga a la cadena transportadora de electrones a lo largo de la cual, paso a paso, los electrones caen a niveles inferiores de energía. A medida que esto ocurre, se fabrica mucho más ATP. Al final de la cadena transportadora, los electrones se reúnen con los protones y se combinan con el oxígeno, formándose agua. En ausencia de oxígeno, el ácido pirúvico puede convertirse en ácido láctico o etanol. Este proceso, llamado **fermentación**, no produce ATP, pero regenera las moléculas de coenzimaceptoras de electrones, necesarias para que la glucólisis continúe.

Glucólisis

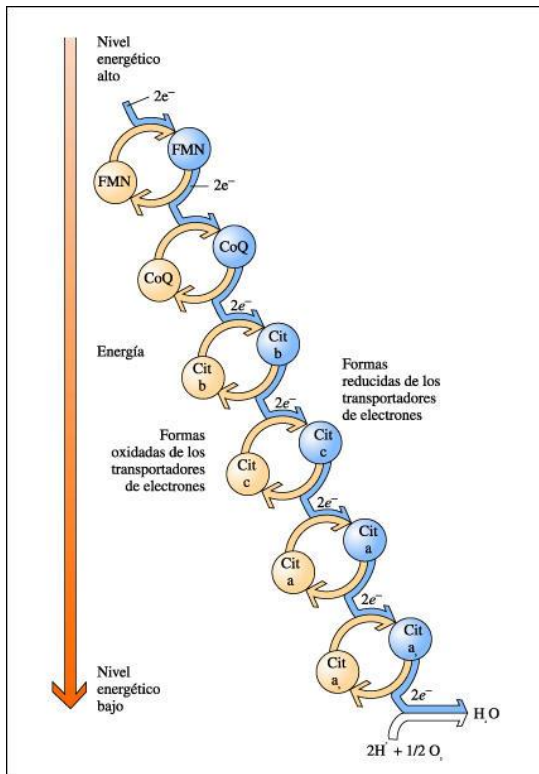
La glucólisis es un proceso en el cual una molécula **de glucosa de 6 carbonos** se escinde en **dos moléculas de 3 carbonos de ácido pirúvico**. Este proceso da como resultado un rendimiento neto de **dos moléculas de ATP** (a partir de ADP y fosfato inorgánico) y **dos moléculas de NADH** (a partir de NAD+).

La glucólisis comienza con una molécula de glucosa. En este proceso, primero se invierte energía por transferencia de un grupo fosfato desde una molécula de ATP, una por cada paso, a la molécula de azúcar. La molécula de 6 carbonos luego se escinde y, de allí en adelante, la secuencia produce energía. En cierto momento se reduce una molécula de NAD+ a NADH y H+ almacenándose parte de la energía producida por la oxidación del gliceraldehído fosfato. En los pasos finales las moléculas de ADP toman energía del sistema, fosforilándose a ATP.

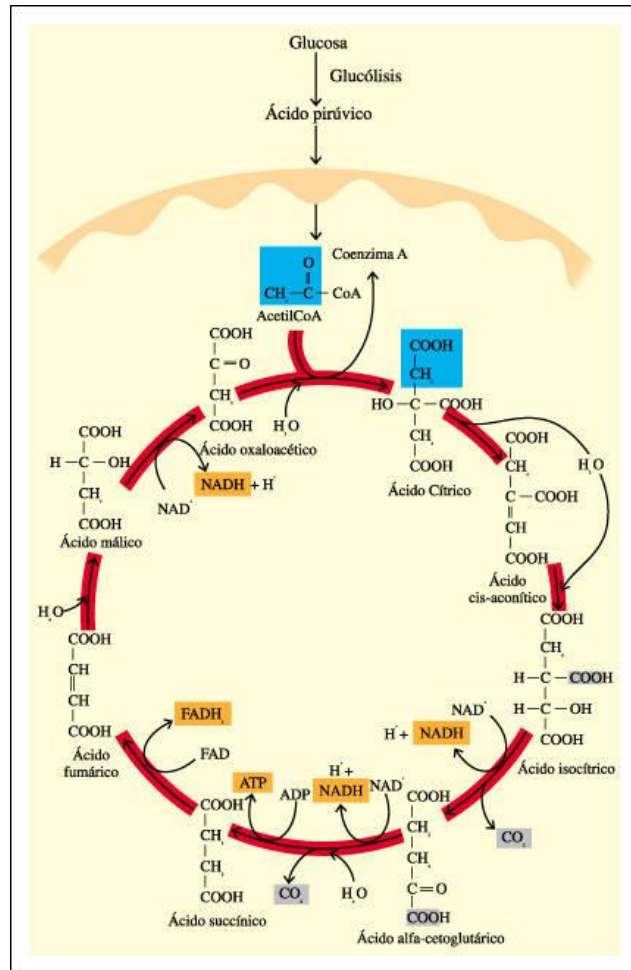
Resumiendo: para iniciar la secuencia glucolítica es necesaria la energía de los enlaces fosfato de dos moléculas de ATP. Posteriormente se producen dos moléculas de NADH a partir de dos de NAD+ y cuatro de ATP a partir de cuatro de ADP:



De esta forma, una molécula de glucosa se convierte en dos moléculas de ácido pirúvico. La ganancia neta, la energía recuperada, es dos moléculas de ATP y dos moléculas de NADH por molécula de glucosa. Las dos moléculas de ácido pirúvico contienen todavía una gran parte de



la energía que se encontraba almacenada en la molécula de glucosa original. La serie de reacciones que constituyen la glucólisis se lleva a cabo virtualmente en todas las células vivas, desde las células procarióticas hasta las células eucarióticas de nuestros propios cuerpos.



Respiración

La respiración se desarrolla en dos etapas: **el ciclo de Krebs y el transporte terminal de electrones**. En el curso de la respiración, las moléculas de **ácido pirúvico** (3C) producido por la glucólisis son degradadas a grupos acetilo (2C), que luego entran al ciclo de Krebs. En una serie de reacciones en el ciclo de Krebs, el **grupo acetilo** de dos carbonos es oxidado completamente a dióxido de carbono. En el curso de la oxidación de cada grupo acetilo se reducen cuatro aceptores de electrones (tres NAD⁺ y un FAD) y se forma otra molécula de ATP.

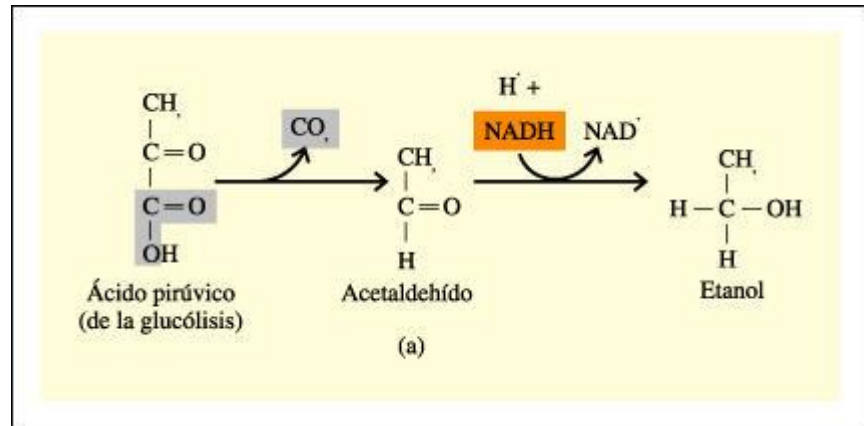
El ciclo de Krebs.

La **coenzima A** es el nexo entre la oxidación del ácido pirúvico y el ciclo de Krebs. A modo de resumen: en el ciclo de Krebs se producen una molécula de ATP, tres moléculas de NADH y una molécula de FADH₂ que representan la producción de energía de este ciclo. Se necesitan dos vueltas del ciclo para completar la oxidación de una molécula de glucosa. Así, el rendimiento energético total del ciclo de Krebs para una molécula de glucosa es dos moléculas de ATP, seis moléculas de NADH y dos moléculas de FADH₂. La **etapa final** de la respiración es el transporte terminal de electrones, que involucra a una cadena de transportadores de electrones y enzimas embutidas en la membrana interna de la mitocondria. A lo largo de esta serie de transportadores de electrones de alta energía transportados por el NADH de la glucólisis y por el NADH y el FADH₂ del ciclo de Krebs van "cuesta abajo" hasta el oxígeno. En tres puntos de su pasaje a lo largo de toda la cadena de transporte de electrones, se desprenden grandes cantidades de energía libre que impulsan el bombeo de protones (iones H⁺) hacia el exterior de la matriz mitocondrial. La energía liberada se utiliza para formar moléculas de ATP a partir de ADP y fosfato inorgánico. Este mecanismo, en virtud del cual se lleva a cabo la fosforilación oxidativa, se conoce como acoplamiento quimiosmótico.

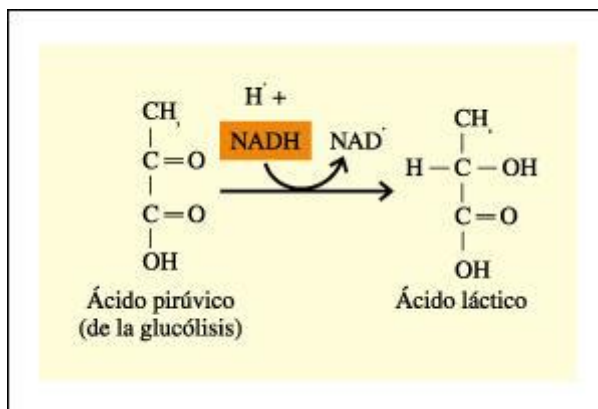
Representación esquemática de la cadena transportadora de electrones.

Las vías anaerobias

En ausencia de oxígeno, el ácido pirúvico puede seguir una de varias vías llamadas anaeróbicas. Veremos brevemente dos de las vías anaeróbicas más



interesantes. El ácido pirúvico puede convertirse en **etanol (alcohol etílico)** o en uno de varios ácidos orgánicos diferentes, de los cuales el ácido láctico es el más común. El producto de reacción depende del tipo de célula. Por ejemplo, las levaduras, presentes como "florescencias" en el hollejo de las uvas, pueden crecer con o sin oxígeno. Cuando los jugos azucarados de las uvas y de otras frutas se extraen y se almacenan en condiciones anaeróbicas, las levaduras transforman el jugo de fruta en vino, convirtiendo la glucosa en etanol. Cuando el azúcar se agota, las levaduras dejan de funcionar; en este momento, la concentración de alcohol es entre 12% y 17% dependiendo de la variedad de uvas y de la estación en la cual fueron cosechadas. En el primer paso de la glucólisis se desprende dióxido de carbono. En el segundo, se oxida el NADH y se reduce el acetaldehído. La mayor parte de la energía química de la glucosa permanece en el alcohol, que es el producto final de la secuencia. Sin embargo, regenerando NAD^+ , estos pasos permiten que la glucólisis continúe, con su pequeño, pero en algunos casos vitalmente necesario, rendimiento de ATP.



Pasos por los cuales el ácido pirúvico, formado en la glucólisis, se convierte anaeróticamente en etanol.

El **ácido láctico** se forma a partir del ácido pirúvico, por acción de una variedad de microorganismos y también por algunas células animales cuando el O_2 es escaso o está ausente.

Reacción enzimática que produce ácido láctico anaeróticamente a partir de ácido pirúvico en las células musculares.

Sin este reciclado, la glucólisis no puede seguir adelante. La acumulación de ácido láctico da como resultado dolor y fatiga muscular. Por ejemplo, se produce en las células musculares de los vertebrados durante ejercicios intensos, como en el caso de una carrera. Cuando corremos rápido, aumentamos la frecuencia respiratoria, incrementando de este modo el suministro de oxígeno, pero incluso este incremento puede no ser suficiente para satisfacer los requerimientos inmediatos de las células musculares. Sin embargo, las células pueden continuar trabajando y acumular lo que se conoce como deuda de oxígeno. La glucólisis continúa, utilizando la glucosa liberada por el glucógeno almacenado en el músculo, pero el ácido pirúvico resultante no entra en la vía aeróbica de la respiración sino que se convierte en ácido láctico que, a medida que se acumula, disminuye el pH del músculo y reduce la capacidad de las fibras musculares para contraerse, produciendo la sensación de fatiga muscular. El ácido láctico se difunde en la sangre y es llevado al hígado. Posteriormente, cuando el oxígeno es más abundante (como resultado de la inspiración y

espiración profunda que siguen al ejercicio intenso) y se reduce la demanda de ATP, el ácido láctico se resintetiza en ácido pirúvico y nuevamente en glucosa o glucógeno.

Rendimiento energético global

La glucólisis produce dos moléculas de ATP directamente y dos moléculas de NADH.

La conversión de ácido pirúvico en acetil CoA, que ocurre dentro de la mitocondria, produce dos moléculas de NADH por cada molécula de glucosa y rinde, de esta forma, seis moléculas de ATP. El ciclo de Krebs, que también se desarrolla dentro de la mitocondria, produce dos moléculas de ATP, seis de NADH y dos de FADH², o un total de 24 moléculas de ATP por cada molécula de glucosa.

La producción total a partir de una molécula de glucosa es un máximo de 38 moléculas de ATP.

El cambio de energía libre (DG) que ocurre durante la glucólisis y la respiración es -686 kilocalorías por mol.

Aproximadamente 266 kilocalorías por mol (7 kilocalorías por cada uno de los 38 moles de ATP) han sido capturadas en los enlaces fosfatos de las moléculas de ATP, que equivale a una eficiencia de casi un 40 por ciento.

Actividad

1. Enumere los procesos metabólicos para la obtención de energía.
2. ¿Dónde se llevan a cabo, la glucólisis, y la respiración aerobia?
3. ¿Qué partes comprende la respiración aerobia?
4. ¿Cuántas moléculas de ATP se consiguen en cada etapa de glucólisis y respiración aeróbica?
5. ¿A qué moléculas se escinde la glucosa en la glucólisis? ¿Cuántos carbonos tienen?
6. ¿A qué molécula es necesario convertirse para ingresar al ciclo de Krebs? ¿A quién se tiene que unir? ¿Cuántos carbonos tiene esa molécula?
7. ¿Cuál es la función del oxígeno en estas reacciones? ¿Qué se forma a partir de su presencia?
8. ¿Qué son las reacciones de fermentación? ¿cuándo ocurren?