

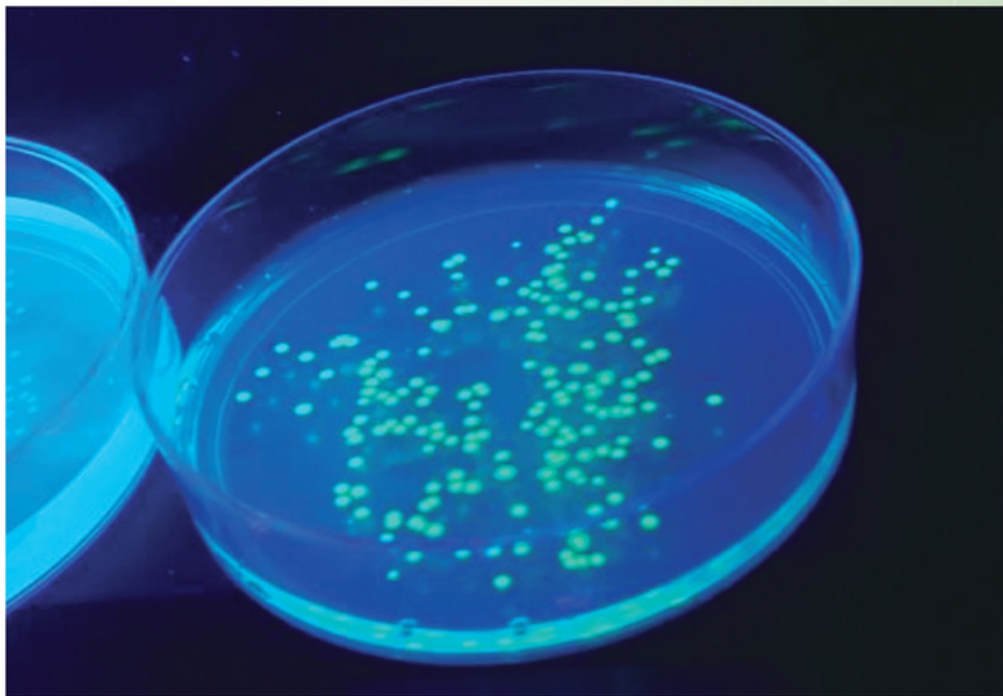


Universidad Nacional Autónoma de México
Escuela Nacional Preparatoria
SECRETARÍA ACADÉMICA



Biología V Área 2

SEXTO AÑO



Colegio de Biología
Clave: 1613
Plan: 96
Actualización curricular 2018

Rita Dolores Camacho Quezada
Silvia López Eslava
Mónica Martínez Ornelas

COLECCIÓN
Guías ~ Cuadernos
de trabajo académico

**GUÍA CUADERNO TRABAJO DE
BIOLOGÍA V ÁREA II
BACHILLERATO**



UNIVERSIDAD NACIONAL AUTÓNOMA DE MÉXICO



Universidad Nacional Autónoma de México

Dirección General de la Escuela Nacional Preparatoria

Colegio de Biología

Jefatura de Producción Editorial de la Escuela Nacional Preparatoria

**ESCUELA NACIONAL PREPARATORIA
COLEGIO DE BIOLOGÍA**

ÁREA II CIENCIAS BIOLÓGICAS Y DE LA SALUD

Grado 6o Clave: 1613 Plan 1996

BIOLOGÍA V ÁREA II

Guía cuaderno de trabajo académico

PROGRAMA ACTUALIZADO

APROBADO POR EL H. CONSEJO TÉCNICO EL 13 DE ABRIL DE 2018

Coordinación y revisión:

Juan Hernández Delgado

Autores:

Rita Dolores Camacho Quezada

Silvia López Eslava

Mónica Martínez Ornelas

UNIVERSIDAD NACIONAL AUTÓNOMA DE MÉXICO

Escuela Nacional Preparatoria
Dirección General: Biól. María Dolores Valle Martínez
Secretaría Académica: M. en C. Ana Laura Gallegos y Téllez Rojo
Departamento de Producción Editorial: Lic. María Elena Jurado Alonso

Imagen de portada: Mónica Martínez Ornelas
Diseño de portada: DCG Edgar Rafael Franco Rodríguez
Cuidado de Edición: Jonathan Iván Jiménez Castellanos

Queda prohibida la reproducción parcial o total del contenido de la presente obra, sin la previa autorización expresa y por escrito de su titular, en términos de la Ley Federal de Derecho de Autor, y en su caso de tratados internacionales aplicables. La persona que infrinja esta disposición se hará acreedora a las sanciones legales correspondientes.

Segunda edición: febrero, 2023.
Derechos reservados por:
© Universidad Nacional Autónoma de México
Escuela Nacional Preparatoria
Dirección General
Adolfo Prieto 722, Col. del Valle.
C.P. 03100 Ciudad de México
Impreso en México.

PRESENTACIÓN

La Escuela Nacional Preparatoria, institución educativa con más de 150 años de experiencia formando jóvenes en el nivel medio superior, busca la constante actualización y mejora de sus materiales de apoyo a la docencia, así como la publicación de nuevos ejemplares, siempre teniendo en mente a nuestros alumnos y su aprovechamiento.

Después de varios años de trabajo, reflexión y discusión, se lograron dar dos grandes pasos: la actualización e implementación de los programas de estudios de bachillerato y la publicación de la nueva colección de Guías de Estudio. Sin embargo, los trabajos, resultado del espíritu crítico de los profesores, siguen dando fruto con publicaciones constantes de diversa índole, siempre en torno a nuestro quehacer docente y a nuestros programas actualizados.

Ciertamente, nuestra Escuela Nacional Preparatoria es una institución que no se detiene, que avanza con paso firme y constante hacia su excelencia académica, así como preocupada y ocupada por la formación integral, crítica y con valores de nuestros estudiantes, lo que siempre ha caracterizado a nuestra Universidad Nacional.

Aún nos falta más por hacer, por mejorarnos cada día, para que tanto nuestros jóvenes estudiantes como nuestros profesores seamos capaces de responder a esta sociedad en constante cambio y a la Universidad Nacional Autónoma de México, la Universidad de la Nación.

**“POR MI RAZA HABLARÁ EL ESPÍRITU”
BIÓL. MARÍA DOLORES VALLE MARTÍNEZ
DIRECTORA GENERAL
ESCUELA NACIONAL PREPARATORIA**

ÍNDICE

	PÁGINA
Unidad I. La energía en los procesos de la vida	13
Objetivos específicos	13
1.1 La energía en corredores de maratón y/o dopaje por eritropoyetina en deportes de alto rendimiento	13
Actividades 1.1	14
1.2 Importancia de la energía en los procesos de la vida	15
a) Concepto de energía	15
b) Tipos de energía: luminosa, química y metabólica, entre otras	16
c) Energía libre de Gibbs: reacciones endergónicas y exergónicas	18
d) Principios de la 1ª y 2ª leyes de la termodinámica	21
Actividades 1.2	25
1.3 Composición química de los seres vivos:	27
a) bioelementos: primarios, secundarios y oligoelementos	27
b) grupos funcionales: hidroxilo, cetona, aldehído, amino, carboxilo, sulfuro, tiol, éster, fosfato, alcano y alqueno, entre otros	27
c) estructura, función e importancia biológica de las biomoléculas: agua, carbohidratos, lípidos, proteínas y ácidos nucleicos	28
d) el papel biológico de los iones como cofactores y las vitaminas como coenzimas	32
Actividades 1.3	33
1.4 Metabolismo celular:	45
a) clasificación de las enzimas y su importancia en las rutas metabólicas	45
b) transferencia de energía en las reacciones metabólicas (ATP) y transportadores de electrones (NAD, FAD, NADP)	46
c) glucólisis	47
d) fermentación	48
e) respiración	49
f) fotosíntesis	50
Actividades 1.4	52
1.5 Origen y evolución de los sistemas celulares:	57
a) tipos celulares: procariontes y eucarionte	58
b) estructura molecular de la membrana celular, sus funciones y su importancia en la compartimentalización de la célula	59
c) organelos celulares	60
d) origen de los eucariontes: el caso de mitocondrias y	61

cloroplastos	
Actividades 1.5	62
AUTOEVALUACIÓN	65
REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS	71
Unidad 2. Expresión génica y la influencia del ambiente	74
Objetivos específicos	74
2.1 Importancia de la actividad física en el encendido y apagado de genes, en la diabetes y algunos tipos de cáncer	74
Actividades 2.1	76
2.2 Genética molecular: DNA y RNA	76
a) replicación	76
b) transcripción y post-transcripción	78
c) traducción y post-traducción	79
Actividades 2.2	80
2.3 Regulación de la expresión de los genes en procariontes y eucariontes:	81
a) elementos constitutivos de un operón: gen regulador, promotor, operador y genes estructurales	82
b) operón lac y trp	83
c) metilación del DNA: control de la transcripción, procesamiento del RNA mensajero, modificación post-traducciona	84
Actividades 2.3	86
2.4 Epigenética: influencia del medio en la expresión de los genes:	90
a) envejecimiento	91
b) nutrigenómica	91
Actividades 2.4	92
2.5 Comunicación celular:	93
a) intracelular: receptores, transductores, amplificadores (proteínas G) y segundos mensajeros (AMPc, calcio)	94
b) intercelular: neuronal (animales) y hormonal (animales y plantas)	96
Actividades 2.5	98
2.6 Homeostasis: retroalimentación positiva (oxitocina) y negativa (insulina)	101
Actividades 2.6	103
2.7 Biología del desarrollo	104
a) totipotencialidad	105

b) inducción	105
c) diferenciación	106
d) desarrollo embrionario (gametogénesis, fecundación segmentación y gastrulación)	106
Actividades 2.7	108
AUTOEVALUACIÓN	110
REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS	112
Unidad 3. Biotecnología para un mundo sustentable	115
Objetivos específicos	115
3.1 La biotecnología como respuesta a los desafíos de un mundo con nuevas necesidades: uso de bacterias, hongos y plantas para recuperar un ambiente alterado	115
Actividades 3.1	116
3.2 Algunas técnicas empleadas en biotecnología:	117
a) clonación y c) tecnología del DNA (obtención, PCR, electroforesis y secuenciación)	117
b) cultivo de tejidos	118
Actividades 3.2	119
3.3 Biotecnología en el sector agrícola:	120
organismos genéticamente modificados (maíz, soya, jitomate, arroz dorado)	
Actividades 3.3	122
3.4 Biotecnología en el sector salud:	124
a) medicamentos	124
b) vacunas de nueva generación	125
c) probióticos	125
Actividades 3.4	126
3.5 Biotecnología en la industria:	127
a) plásticos biodegradables	127
b) fibras naturales: lana, seda; fibras celulósicas: algodón y lino	128
Actividades 3.5	128
3.6 Biotecnología proambiental	130
a) biorremediación	130
b) fitorremediación	131
c) técnicas verdes	131
d) biocombustibles (etanol, butanol, biodiésel, bioelectricidad)	132
Actividades 3.6	133

AUTOEVALUACIÓN	136
REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS	143
GLOSARIO	146
RESPUESTAS DE LAS EVALUACIONES	149
Anexo: Hoja para recortar actividad 1.3	152

INTRODUCCIÓN

La asignatura de Biología V tiene como propósito posibilitar una formación propedéutica para que el alumno se prepare en el estudio disciplinar relacionado con el Área II Ciencias biológicas y de la salud, adquiriendo las herramientas conceptuales, procedimentales y actitudinales propias de la biología que le permitan desarrollarse en el ámbito social y personal, aplicando los conocimientos obtenidos para valorar situaciones cotidianas y/o en sus estudios superiores.

El aprendizaje de la biología dirigido a los alumnos que egresarán del bachillerato preparatorio, implica un amplio entendimiento de sus conceptos, la asimilación de sus principios generales y la adquisición de un lenguaje especializado que facilite la comprensión de temas como célula, evolución, genética y homeóstasis, los cuales representan el soporte de los contenidos conceptuales que se revisan en esta asignatura.

Para favorecer el logro de los objetivos del programa de estudio, la presente guía-cuaderno de trabajo académico de Biología V está dirigida a profesores y alumnos. En ella los alumnos encontrarán una orientación para el aprendizaje que permita la revisión de los contenidos fundamentales de la asignatura, así como información y propuestas para ampliar su búsqueda sobre los temas que fortalezca y promueva el aprendizaje autónomo del estudiante, mientras que para el profesor, el presente trabajo puede orientar el desarrollo de su plan de clase y utilizarse como un cuaderno de trabajo incluso dentro del aula. Por lo tanto, también tiene como propósito promover el trabajo individual y colaborativo mediante las actividades, materiales y recursos digitales propuestos en donde se plantea una autoevaluación así como el desarrollo de habilidades de búsqueda y síntesis de información. Todo ello, en un contexto que permita a los estudiantes alcanzar los objetivos de aprendizaje y el enfoque educativo que se propone.

La construcción de la guía-cuaderno de trabajo de Biología V Área II responde a tres necesidades fundamentales de la ENP:

1. Es un material de trabajo que a través de diversas actividades pretende fortalecer el proceso de enseñanza y aprendizaje de los alumnos durante el desarrollo natural del curso, guiándolos hacia la promoción de un trabajo autónomo.
2. Representa un material guía que puede ser empleado en las sesiones de asesoría permanente en los planteles.
3. Es una guía para la preparación del examen extraordinario de la asignatura.

En su estructura se encuentra una presentación que contiene la descripción del marco institucional, una introducción que señala las finalidades académicas; el índice del contenido; diversas actividades acordes con los objetivos planteados en el programa de la asignatura, un glosario que presenta una selección de términos

fundamentales por unidad, el listado de referencias bibliográficas consultadas que apoyan también el trabajo a realizar, así como una sección de autoevaluación.

En la primera unidad, se presenta material de apoyo para la comprensión y análisis de la importancia de la energía en los procesos de la vida, para analizar las principales formas de obtención de energías metabólica y química. Se analizan la función y la estructura de las biomoléculas; se presentan algunas de las rutas metabólicas más importantes con el objetivo de analizar la eficiencia de los procesos de producción de energía y la importancia de la compartimentalización de la célula para dichos procesos.

La segunda unidad contiene elementos para analizar los mecanismos de expresión génica como el operón y la metilación del DNA, para diferenciar los procesos de regulación en procariontes y eucariontes. En esta unidad se trata la influencia del medio en la expresión de los genes para entender la epigenética; se revisa la comunicación celular y la influencia de diversos factores en las primeras etapas del desarrollo embrionario. Sobre genética molecular se revisan los procesos de replicación, transcripción y post-transcripción, traducción y post- traducción.

En la tercera unidad se incluye el análisis del concepto de biotecnología resaltando la importancia de esta y sus diversas aplicaciones en diversos campos como la agricultura, la industria, la medicina y alimentos. En esta unidad también se resalta la necesidad de desarrollar bioenergías hacia el logro de los objetivos de sustentabilidad. Se incluyen algunas de las técnicas empleadas en biotecnología como la clonación, el cultivo de tejidos, la tecnología del DNA, los organismos genéticamente modificados y se muestran algunas aplicaciones en el sector salud, en la industria y para el cuidado del medio ambiente.

UNIDAD 1. LA ENERGÍA EN LOS PROCESOS DE LA VIDA

Objetivos específicos

El alumno:

- Investigará la importancia de la energía en los procesos de la vida mediante el estudio de casos, apoyados en la lectura de materiales impresos y en línea, para analizar las principales formas de obtención de energías metabólica y química.
- Analizará la relación de algunas rutas metabólicas para entender los procesos de transformación de materia y energía en los sistemas vivos, utilizando herramientas y plataformas digitales en la elaboración de cuadros sinópticos, mapas conceptuales o diagramas.
- Comprenderá la importancia de la compartimentalización en la evolución de la estructura y funciones celulares, para analizar la eficiencia de los procesos de producción de energía, a través de la revisión de lecturas y materiales especializados.

1.1 La energía en corredores de maratón y/o dopaje por eritropoyetina en deportes de alto rendimiento

Una necesidad en deportistas, como ciclistas, nadadores y maratonistas, es aumentar su rendimiento con la finalidad de mejorar su desempeño en competencias, y obtener los galardones que ofrecen estos eventos, para ello han recurrido a una alimentación correcta acompañada de algunos suplementos y un buen entrenamiento, sin embargo muchos de ellos han optado por el uso de algunas sustancias con la finalidad de obtener las mejores marcas.

La eritropoyetina es una glucoproteína formada por 166 aminoácidos que ha sido utilizada por muchos deportistas con el propósito de aumentar su rendimiento. Esta hormona es sintetizada principalmente en el riñón en respuesta de un estado de hipoxia en el torrente sanguíneo, controla la maduración y la diferenciación de eritrocitos en la médula ósea y riñón con la finalidad de aumentar la cantidad de oxígeno en los tejidos.

Esta función de la eritropoyetina ha sido utilizada por algunos atletas para aumentar la cantidad de oxígeno en los músculos y obtener más energía a partir de

las biomoléculas contenidas en los alimentos, mejorando así su rendimiento, no obstante en algunos casos puede haber consecuencias fatales.



ACTIVIDADES 1.1

1. Realiza la búsqueda en internet sobre la eritropoyetina y escribe brevemente en qué consiste su función en el cuerpo humano así como en qué casos es utilizada.

2. Consulta el artículo: Eritropoyetina recombinante humana y dopaje, riesgo en adolescentes deportistas (www.revistanefrologia.com/es-eritropoyetina-otras-sustancias-incrementar-el-rendimiento-los-deportistas-articulo-X0211699503016499)

Con base en la lectura del artículo y la investigación realizada en Internet completa el siguiente cuadro:

	En los deportistas ¿Qué función tiene en su cuerpo?	¿Qué sucede en el órgano blanco que recibe esta hormona?	¿Explica por qué el incremento de eritrocitos en la sangre aumenta la producción de energía?
Eritropoyetina			

1.2 Importancia de la energía en los procesos de la vida

Una de las palabras más comunes y a la vez más científicas, es la palabra “energía”. Algunos científicos estudian la energía del Universo, incluso la llamada “energía oscura”, existen entidades gubernamentales responsables de las políticas energéticas de una nación, nuestros hogares cuentan con servicios de suministro de energía, hay bebidas “que te dan energía”. El establecimiento de los principios que determinan el comportamiento de la energía se va a producir en el siglo XIX, dando origen a la disciplina que hoy conocemos como Termodinámica, en gran medida ante la necesidad de construir máquinas con mayor eficiencia en su rendimiento. A pesar de lo dispares que parecen ser los procesos de energía del Universo, el rendimiento energético de una máquina, los metabolismos energéticos de los sistemas vivos y de las células que los forman, todos respondemos a las llamadas Leyes de la termodinámica.

1.2 a) Concepto de energía

La energía se define como “la capacidad para realizar trabajo”; alrededor de este concepto hay toda una serie de investigaciones y aproximaciones de muy distinta naturaleza. Baste citar algunas de las unidades con las que se mide: calorías, Joules, BTU, electrón-volt, por citar algunas de ellas. Si referimos a la energía como algo que produce trabajo, la siguiente cuestión a dirimir es esa: ¿qué es trabajo? El término trabajo es un concepto cotidiano que en el lenguaje científico adquiere otras dimensiones y se define como: el producto de una fuerza actuando sobre un cuerpo y la distancia que el cuerpo recorre bajo la acción de esa fuerza. La disciplina que se encarga del estudio de la energía, su transmisión de un cuerpo a otro, así como de sus transformaciones de una forma a otra, es la Termodinámica. La energía se presenta de muy diversas formas y puede ser intercambiada de una a otra. Este tipo de procesos termodinámicos sucede todo el tiempo, ahora mismo por ejemplo; si estás estudiando por la mañana la energía electromagnética del sol es transformada en luz y calor. Si lo haces por la noche te vales de la transformación de energía eléctrica para encender la lámpara que ilumina la habitación en donde te encuentras. De hecho, estás empleando energía química que transformaste a partir de la energía que obtienes de los alimentos que consumes.

La unidad de medición de la energía más común es la llamada caloría, que se define como la cantidad de energía necesaria para elevar la temperatura de un gramo de agua en 1°C; en términos cotidianos al referirse al contenido energético de los alimentos se hace referencia a kilocalorías, o sea 1 000 calorías, que se expresa como Calorías (con C mayúscula) o bien Kcal. Vale la pena señalar que la unidad estándar de energía es el joule, que equivale a 0.239 calorías, y aunque

alguna actividad, cálculo de energía o el análisis de algún proceso energético esté expresado en calorías, se debe considerar su conversión y expresión en joules.

1.2 b) tipos de energía: luminosa, química y metabólica entre otras

Hay un principio básico en el sentido de que la energía sólo se transforma, por lo que al hablar de energía y su transformación, tenemos que definir a qué tipo de energía nos referimos, o al tipo de energía del que se parte y tipo de energía al que se va a derivar; los organismos fotosintéticos transforman la energía radiante del sol, que a su vez es resultado de la energía derivada de las fusiones nucleares que se llevan a cabo en el interior de nuestra estrella dadora de luz, calor, radiación electromagnética.

Tal vez la primera percepción escolar que tenemos de energía sea la energía de movimiento o energía cinética y de la energía que puede desarrollar movimiento, o energía potencial. La energía cinética de los fotones la denominamos como energía luminosa o radiante, que corresponde a la radiación electromagnética de cualquier longitud de onda, aunque normalmente se restringe a las longitudes de onda perceptibles al ojo humano, o luz visible. De aquí se desprende que es esta energía luminosa la que permite tanto la visión en los animales, como la fotosíntesis que desarrollan las plantas y otros organismos llamados fotosintéticos; la bioluminiscencia o capacidad de emitir luz es otro fenómeno relacionado con este tipo de energía.

Se debe tener presente que los tipos de energía son intercambiables y se encuentran presentes de una forma o de otra en los sistemas físicos así como en los biológicos; caso concreto es la energía química, que es una forma de energía potencial. La energía química es la energía que está almacenada en los enlaces de los compuestos químicos, en los enlaces que conectan los átomos en las moléculas. Las reacciones bioquímicas que se llevan a cabo en los sistemas vivos involucran ya sea la formación o la ruptura de algún enlace químico covalente, para así poder producir diversas clases de trabajo biológico; baste recordar la vía de obtención de la energía química presente en la glucosa.

Otro tipo de energía potencial de interés biológico, es la que se deriva a partir de las diferencias en los gradientes de concentración. Un gradiente se produce cuando una sustancia se encuentra en ambos lados de una membrana, en diferentes cantidades o concentración. Tanto la célula en general, como los organelos en particular generan y mantienen gradientes entre sus líquidos por medio de un intercambio selectivo de materiales, lo que les permite ser funcionales, como es el caso de los lisosomas que mantienen concentraciones internas de protones muy diferentes a las del citoplasma, y derivado de esta condición pueden

realizar sus actividades de degradación. Al mismo nivel celular se produce una energía que es consecuencia de la separación de cargas o potencial eléctrico de las células; existe un gradiente de carga eléctrica a través de las membranas de prácticamente todas las células.

Los seres vivos podemos generar la energía metabólica derivada de los procesos químicos de oxidación sobre los alimentos que ingerimos, lo que es claramente un proceso de transformación de energía. El metabolismo se considera como el conjunto de reacciones químicas que se desarrollan en el interior de una célula. Mediante este tipo de procesos se adquieren y utilizan la energía libre que requieren para impulsar sus funciones. Como se puede imaginar es una actividad muy coordinada en la que muchos sistemas multienzimáticos cooperan para: obtener energía química a partir de la captación de la energía solar o degradando nutrientes ricos en energía obtenidos del ambiente; convertir moléculas nutrientes en las moléculas características de la propia célula; polimerizar los precursores monoméricos en macromoléculas; sintetizar y degradar biomoléculas requeridas en funciones celulares especializadas.

El metabolismo se divide en dos fases:

Anabolismo: o reacciones de biosíntesis, que permiten la integración de moléculas precursoras pequeñas y sencillas para formar moléculas grandes y complejas; este tipo de reacciones requiere de un aporte energético para lograr dicho ensamble por lo que son de tipo endergónicas. La síntesis de una macromolécula como una proteína a partir de sus unidades monoméricas como la síntesis de glucosa a partir de moléculas de CO_2 ; La energía que requieren las reacciones de esta etapa metabólica proviene del ATP y de moléculas con gran poder reductor como lo son el NADH, el NADPH y el FADH_2 .

Catabolismo: se considera como una etapa de degradación en la cual las grandes moléculas nutrientes como son los polisacáridos, lípidos y proteínas son convertidos en productos más pequeños y sencillos. A través de este proceso se libera energía por lo que se consideran como exergónicas; dicha energía se puede conservar vía la formación de moléculas como el ATP así como de transportadores electrónicos reducidos (NADH, NADPH). Puedes claramente suponer que las reacciones contrarias al ejemplo presentado en el anabolismo representan casos de rutas catabólicas. Otro claro ejemplo de estos procesos lo es la degradación de la glucosa en el proceso respiratorio aerobio.

La actividad celular debe contemplar la coordinación de ambas vías de manera tal que permita el cumplir con los diferentes compromisos de mantenimiento, construcción y reproducción de una célula.

Existen otras manifestaciones de energía tanto en la naturaleza como en el interior de los sistemas vivos. Los mamíferos requerimos de la energía térmica o calor para mantener constante la temperatura de nuestros cuerpos, pues dicha temperatura es a la que se desarrollan de forma eficiente las actividades de nuestras células. El desarrollo de estos mecanismos termorreguladores ha sido un factor clave para que los organismos como aves y mamíferos tengan el evidente éxito evolutivo que les ha permitido ocupar ambientes diversos.

El siguiente paso a considerar es, qué hacemos los sistemas vivos con la energía. Hacemos lo que se denomina “trabajo biológico”:

- síntesis química: la producción de moléculas que requiere la célula, como ácidos nucleicos, proteínas y polisacáridos.
- trabajo mecánico: en la contracción de fibras musculares y otros movimientos citoesqueléticos, como en la mitosis.
- gradiente osmótico y eléctrico: movimiento de moléculas a través de la membrana celular (transporte activo) que genera gradientes de concentración particulares al igual que diferencias de carga eléctrica.
- bioluminiscencia: producción de luz por parte de algunos organismos como artrópodos.
- transferencia de información genética: en el proceso de continuidad biológica que distingue a los sistemas vivos.

Así entonces, la energía en sus diferentes manifestaciones está presente en todo momento en nosotros y en nuestro entorno tal vez sea momento de recargar la batería de tu dispositivo electrónico, sin energía no lo puedes emplear.

1.2 c) Energía libre de Gibbs: reacciones endergónicas y exergónicas

Como se puede apreciar las células se enfrentan a la necesidad de obtener energía y procesarla para poder cumplir con sus actividades fundamentales, pero están sujetas como todo en la naturaleza a seguir ciertos principios termodinámicos que determinan desde el punto de vista energético la senda que dicha energía debe seguir y a partir de esta generar trabajo biológico. La energética de las reacciones bioquímicas se describe a partir de la función termodinámica denominada energía libre de Gibbs, simbolizada como “G”, nombrada así en honor del ingeniero norteamericano que la desarrolla en el siglo XIX, Josiah Willard Gibbs. Los componentes de este proceso son la llamada energía libre, G, la entalpía simbolizada como H, la entropía representada por S, y la temperatura del sistema o

T. La entalpía se considera a la energía de enlace o contenido calórico del sistema, mientras que la entropía se refiere a la expresión cuantitativa de la aleatoriedad de un sistema; estas cuatro cantidades termodinámicas se integran de la siguiente manera:

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

Que podría expresarse como: el cambio en la energía libre (ΔG) de una reacción combina los efectos en el cambio de la entalpía (ΔH) y la entropía (ΔS) para predecir si una reacción es energéticamente favorable. Toda reacción química espontánea procederá en la dirección energéticamente favorable, acompañada por un decremento en la energía libre ($\Delta G < 0$).

Normalmente los cálculos sobre esta energía se establecen a partir de las condiciones estándar de un sistema, que son una temperatura de 298°K (25°C), presión de 1 atmósfera, pH de 7,0, y una concentración inicial de 1M de reactivos y productos; a esta energía libre estándar se le simboliza como G° , y a su variación como ΔG° .

A partir de los valores que se obtienen para ΔG , se puede establecer la espontaneidad de una reacción química y designarla como “endergónica” o “exergónica”. En una reacción química si la energía libre de los productos es menor que la energía libre de los reactivos, esta se producirá de forma espontánea: $\Delta G = \Delta G_{\text{productos}} - \Delta G_{\text{reactivos}}$.

Si el valor que adquiere ΔG es positivo la reacción no ocurrirá de forma espontánea y se debe añadir energía al sistema con la intención de que los reactivos se transformen en productos; como se añade energía la reacción se denomina endergónica. Si el valor de ΔG es negativo la reacción tenderá a ocurrir espontáneamente con liberación de energía a medida que la reacción proceda, considerándose como una reacción exergónica, y favorable desde el punto de vista termodinámico.

Cabe la posibilidad de que ΔG sea igual a cero, lo que implica que el sistema estaría en equilibrio y la reacción no procedería en ninguna dirección. Es importante señalar que al hablar de “procesos espontáneos” no se señala que sean procesos instantáneos, de hecho puede llevar mucho tiempo el desarrollo de un proceso de ese tipo.

Una reacción puede ocurrir espontáneamente derivado de que los efectos combinados de la variación tanto de la entalpía como de la entropía produzcan un valor negativo para ΔG , en la ecuación planteada líneas arriba, si la temperatura

permanece constante. La modificación de los valores de H, S y T puede modificar los valores de G° y determinar el sentido de una reacción química, por lo que estaríamos hablando de valores de G. Se puede establecer lo siguiente:

- valores de ΔH negativo y ΔS positivo: el valor de $-T\Delta S$ es negativo; ambos términos de la ecuación son negativos independientemente del valor de la temperatura, por lo que ΔG adquiere un valor negativo y la reacción será espontánea a toda temperatura.
- valores de ΔH positivo y ΔS negativo: el valor de $-T\Delta S$ es positivo; ambos términos son positivos independientemente de la temperatura y ΔG es positivo, por lo que la reacción no será espontánea a ninguna temperatura.
- valores de ΔH positivo y ΔS positivo: el valor de $-T\Delta S$ es negativo; al incrementar la temperatura el valor de $-T\Delta S$ será más y más negativo y superará el efecto positivo de ΔH . A bajas temperaturas la reacción no será espontánea pero al aumentar la temperatura se llegará a un punto en que ΔG tendrá un valor negativo, volviéndose espontánea a ese punto.
- valores de ΔH negativo y ΔS negativo: el valor de $-T\Delta S$ es positivo; al incrementarse la temperatura el valor de $-T\Delta S$ será más y más positivo, superando el efecto negativo de ΔH . A bajas temperaturas ΔG será negativo y por lo tanto la reacción será espontánea pero al aumentar la temperatura se alcanzará un valor positivo para ΔG y la reacción ya no será espontánea.

Una gran cantidad de reacciones biológicas son termodinámicamente desfavorables, es decir su ΔG es positiva en condiciones celulares, pero se tienen que llevar a cabo, ¿cómo lograr esto? agregando una fuente adicional de energía.

Supóngase la reacción $A \rightarrow B$ con una $\Delta G = +10$ kcal/mol; la conversión de A hacia B es energéticamente desfavorable por lo que procedería en la dirección inversa, sin embargo la reacción puede ser impulsada en la dirección deseada acoplando la reacción de $A \rightarrow B$, con una reacción energéticamente favorable, como por ejemplo $C \rightarrow D$ con una $\Delta G = -20$ kcal/mol. Al acoplar ambas reacciones podrían escribirse:



El valor de ΔG de las reacciones combinadas es la suma de los cambios de energía de sus componentes individuales, por lo que la reacción es energéticamente favorable y procederá en la dirección deseada. De esta manera una reacción energéticamente desfavorable, el paso de A a B, es impulsada por medio del acoplamiento de una segunda reacción con un mayor decremento en la energía libre, para lo cual se requiere de la presencia de enzimas que pueda

coordinar tal acoplamiento de reacciones, sin alterar el valor de la variación de la energía libre.

Dentro de las células una reacción bioquímica procederá de manera espontánea sólo si la ΔG es negativa, independientemente de su ΔG° , considerando las concentraciones tanto de los reactivos como de los productos en su interior; por ejemplo, en la degradación de la glucosa la conversión de gliceraldehído 3-fosfato (G3P) en dihidroxiacetona fosfato (DHAP) tiene un ΔG° de -1840 cal/mol, favoreciendo la formación espontánea del DHAP si las concentraciones iniciales de ambos compuestos son iguales. Si se modifican las concentraciones de ambos compuestos es probable que esta reacción pueda proceder en la dirección opuesta favoreciendo la formación de G3P.

Para el cálculo de la energía libre se cuenta con tablas con los valores de ΔG , H, S, de los diferentes compuestos involucrados en un proceso celular. Hay que recordar el manejo de las unidades en la que se expresan tales magnitudes para llegar a resultados correctos. Lo interesante es que nuestras células adquieren, transforman y manejan reacciones energéticas siguiendo los principios termodinámicos establecidos por el señor Gibbs.

1.2 d) Principios de la 1° y 2° leyes de la termodinámica

La termodinámica, ciencia que trata con la energía, su transmisión de un cuerpo a otro y de su transformación de una forma a otra, establece sus ideas principales en el siglo XIX con los trabajos de James Prescott Joule, William Thomson (mejor conocido como Lord Kelvin), Julius Robert Mayer, Hermann Ludwig Ferdinand von Helmholtz, Nicholas Leonard Sadi Carnot y Rudolf Julius Emmanuel Clausius.

Como se ha venido proponiendo los sistemas biológicos somos regidos por principios termodinámicos, como se puede apreciar con la energía libre de Gibbs, por lo que es importante observar las leyes de la termodinámica que nos sustentan como sistemas termodinámicamente hablando. Primeramente se hace referencia al término sistema; un sistema es todo aquello que está incluido en una región definida del espacio y el sistema y su entorno configuran el Universo. Los sistemas pueden considerarse como aislados, cerrados y abiertos que son aquellos que intercambian tanto energía como materia con su entorno; los seres vivos se ubican en este tercer tipo de sistema.

La termodinámica propone cuatro leyes fundamentales sobre la energía: la primera ley se conoce como la de la conservación de la energía, la segunda se refiere a la medida del desorden de un sistema, la tercera considera la energía al

aproximarse al cero absoluto (0°K), y la ley cero establece las condiciones en el equilibrio térmico entre los cuerpos. Como se puede apreciar, es con la primera y segunda ley con la que tal vez sin darnos cuenta, hemos estado relacionando a los sistemas vivos con la termodinámica y son las que se van a plantear a continuación, sin menoscabo de la tercera ley y la muy importante ley llamada ley cero. A lo largo del estudio de la termodinámica a cualquier nivel o enfoque, es un hecho inobjetable el cumplimiento de estas leyes, lo que permite entrever la trascendencia de estos principios.

Primera ley de la termodinámica

Conocida comúnmente como la ley de la conservación de la energía, propone que en cualquier transformación física o química la cantidad total de energía del Universo permanece constante, por lo que la energía no se crea ni se destruye, solo es intercambiable de una forma a otra. Expresada de otra manera, cuando el calor fluye hacia o desde un sistema, el sistema gana o pierde una cantidad de energía igual a la cantidad de calor transferido.

La energía en el Universo es siempre la misma; si un sistema gana energía es a expensas de la pérdida de energía del entorno y viceversa. Las únicas formas en las que se puede intercambiar energía entre el sistema y los alrededores son el calor (q) y el trabajo (w); al hacerlo se provoca que el sistema cambie su energía, referida ahora como cambio de la energía interna del sistema (ΔE_{sist}) que puede expresarse de la siguiente manera:

$$\Delta E_{\text{sist}} = q + w$$

Lo que implica que si un sistema transfiere calor o realiza trabajo sobre el entorno, su energía interna disminuye y si por el contrario se transfiere calor o se hace trabajo hacia el sistema, la energía interna del sistema aumenta a expensas del entorno. El cambio en la energía del sistema es equivalente pero de signo contrario al cambio en la energía del entorno, por lo que el cambio de energía en el universo (sistema más entorno) es cero, por lo que la energía se conserva.

Cualquiera que sea la clase de energía que se emplee para realizar un trabajo o que se transforme de una forma a otra, la cantidad total de energía permanece invariable; si una cantidad de energía en una forma se pierde, aparecerá su equivalente en otra forma. Si se agrega calor a un sistema, se está agregando energía a dicho sistema, el sistema puede usar este calor para dos cosas: aumentar la energía del sistema o efectuar trabajo sobre cosas externas, por lo que se puede decir entonces que: el calor agregado a un sistema es igual al aumento de energía interna más el trabajo externo efectuado por el sistema.

Un sistema a una temperatura y con una cantidad definida de masa posee una cantidad definida de energía, representada como E. La primera ley puede expresarse entonces como:

$$\Delta E = q - w$$

En donde q es igual a la energía calorífica y w es igual al trabajo, estableciendo que la cantidad de trabajo realizado y de calor intercambiado pueden variar durante una transformación pero la diferencia entre estas dos cantidades cuantificables no varía.

Es aquí en donde se puede retomar el concepto de entalpía, representada por la letra H, que se define como el contenido calórico de un sistema. La energía transferida en forma de calor por un sistema durante un proceso que ocurre a presión constante es igual al cambio en la entalpía del sistema. La entalpía se ajusta muy bien a los procesos bioquímicos en sistemas celulares, constituyendo una medida sencilla del calor que se libera o se absorbe.

El cambio en la entalpía depende tan solo de las condiciones iniciales y finales del proceso, es decir de la diferencia entre la cantidad inicial y la final, expresada de la siguiente manera:

$$\Delta H = \Delta H_{\text{productos}} - \Delta H_{\text{reactivos}}$$

Si el valor de ΔH es negativo significaría que se liberó energía y la reacción sería exotérmica; por el contrario, al tener un valor ΔH positivo indicaría que la reacción absorbió energía y sería considerada como endotérmica.

Segunda ley de la termodinámica

De acuerdo con la primera ley la energía se transforma de una forma a otra, pero cuando esto sucede la cantidad de energía útil disminuye, es decir hay una tendencia de ir de estados ordenados hacia estados menos ordenados, se dice entonces que hay un aumento de la entropía. Se puede decir que la segunda ley de la termodinámica establece que en los procesos espontáneos se pasa de estados de menor a estados de mayor entropía. La entropía del Universo aumenta en el transcurso de todo proceso natural, ya que los fenómenos espontáneos son aquellos en los que la energía se dispersa.

Cuando la energía se dispersa es mucho más difícil de aprovechar y los procesos naturales se dirigen espontáneamente hacia donde la dispersión de la energía es mayor. A la medida del grado de dispersión de la energía se le conoce como entropía, simbolizado como S y los sistemas tienden espontáneamente a pasar de un estado de menor entropía, a un estado de mayor entropía. En una reacción el cambio en la entropía puede representarse como:

$$\Delta S = \Delta S_{\text{productos}} - \Delta S_{\text{reactivos}}$$

El cambio de entropía del Universo es igual al cambio de entropía del sistema más el cambio de entropía del entorno, y es positivo en cualquier proceso espontáneo.

Todos los cambios físicos o químicos tienden a evolucionar en la dirección en la que la energía útil experimente una degradación irreversible hacia una forma al azar y desordenada; esa energía desordenada es la entropía y es incapaz de generar trabajo, y los sistemas, de manera espontánea tienden en consecuencia, a desordenarse; la entropía del Universo tiende a aumentar.

Así entonces, la segunda ley identifica la dirección de la transformación de la energía en los procesos naturales, por lo que a partir de este supuesto se puede proponer que el calor nunca fluye por sí mismo de un objeto frío a uno caliente; la dirección del flujo espontáneo del calor es de lo caliente a lo frío. La única forma de invertir el proceso es aplicando algún tipo de energía o trabajo al sistema.

Muchas reacciones biológicas, como la formación de polímeros tienden a incrementar el orden con la consecuente disminución de la entropía; una proteína tiene una entropía menor que la que poseen sus aminoácidos individualmente. Los sistemas vivos aumentan su orden y complejidad por medio de los diferentes procesos metabólicos, que permiten contrarrestar las fuerzas de la entropía; los seres vivos mantienen su estructura ordenada a expensas del aumento de entropía o desorden del entorno. La oxidación de la glucosa permite extraer energía libre y se devuelve al entorno dióxido de carbono y agua, en otras palabras se obtiene energía útil del entorno aumentando la entropía del mismo, de esta manera se cumple la segunda ley de la termodinámica.



ACTIVIDADES 1.2

1. Realiza la búsqueda de información en fuentes confiables en la web sobre reacciones anabólicas y catabólicas del metabolismo y completa el siguiente cuadro:

Metabolismo	Reacciones anabólicas	Reacciones catabólicas
¿Qué le pasa a las moléculas orgánicas, durante estos procesos metabólicos?		
¿Qué tipos de energía están involucrados? Explica		
Escribe por lo menos un ejemplo, y justifica tu respuesta		

2. Si el signo ΔG para un proceso es negativo ($\Delta G < 0$), el proceso es espontáneo, esto es, se puede llevar a cabo en ausencia de energía proporcionada por el exterior del sistema (procesos exergónicos).

Investiga qué pasa cuando el signo ΔG es positivo ($\Delta G > 0$):

3. Contesta las siguientes preguntas tomando como referencia la figura 1.2.1.

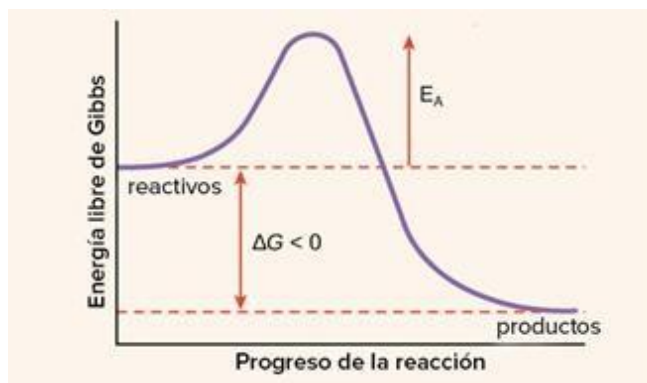


Figura 1.2.1. Reacciones exergónicas. Recuperado de:

<https://es.khanacademy.org/science/biology/energy-and-enzymes/introduction-to-enzymes/a/activation-energy>

- a. Si la reacción ocurriera de manera inversa (endergónica), el estado de transición permanecerá igual pero la energía de activación sería más alta, esto a que se debe:

- b. ¿Qué pasaría si a una reacción en laboratorio se le aplica calor adicional?

4. Lee el siguiente párrafo y contesta lo que se te indica

Al adicionar azúcar y café al agua caliente, se disuelven completamente agitando la solución, una vez disuelto el café y el azúcar no se van a separar. En un inicio la solución está caliente, pero al pasar el tiempo ésta se enfría, calentando en una mínima proporción el aire de su entorno.

- I. Explica, cómo se cumple la 1a y 2a leyes de la termodinámica.

1.3 Composición química de los seres vivos

1.3 a) bioelementos: primarios, secundarios y oligoelementos

Los bioelementos son los componentes que forman a las biomoléculas, es decir son los elementos químicos que se pueden clasificar por su abundancia en los seres vivos en:

- Bioelementos primarios: constituyen el 95% de la masa de un ser vivo, son indispensables para la formación de las biomoléculas y dan origen a los grupos funcionales. Forman enlaces covalentes y son el C, H, O, N, P y S. El carbono, por su capacidad de hibridizar orbitales sp^3 forma la estructura base alrededor de la cual se van a unir los otros elementos, y posibilita la polimerización.
- Bioelementos secundarios: representan menos del 4% de la masa total de un ser vivo y son responsables del funcionamiento del mismo; pueden encontrarse como iones y son el Mg, Ca, Na, K, Cl.
- Oligoelementos: se encuentran en los seres vivos en menos del 0.1% y son el Fe, Co, Ni, Zn, Cu, I, Mn, F, Cr, Se, V, B, Mo, Si, Sn, entre otros. Se les requiere en pequeñas cantidades y su ausencia total, o su concentración por abajo o por arriba de su nivel normal, resultan perjudiciales; se les considera indispensables como el Mn, Fe, Cu, que están presentes en todos los seres vivos, o variables, como el B y el Si cuando no están presentes en todos los seres vivos.

1.3 b) grupos funcionales; hidroxilo, cetona, aldehído, amino, carboxilo, sulfuro, tiol, éster, fosfato, alcano y alqueno, entre otros

El átomo de carbono es tetravalente y se une con el hidrógeno, oxígeno, nitrógeno, azufre, fósforo y halógenos por enlaces covalentes, para originar a los grupos funcionales, que son grupos de átomos enlazados en una forma específica con propiedades químicas y físicas similares. Estos grupos funcionales confieren las propiedades químicas distintivas a las moléculas de las cuales forman parte. Así, se espera que las moléculas que contienen el mismo grupo (o grupos) funcional en su estructura, actúen de forma similar. La presencia de estos grupos funcionales permite distinguir a un compuesto de otro, juegan un papel importante en el control y dirección de reacciones orgánicas y son parte importante para la nomenclatura de los compuestos orgánicos

Los grupos funcionales forman parte de las moléculas orgánicas que se encuentran en los sistemas vivos. Por ejemplo el grupo hidroxilo y carbonilo (aldehído y cetona) en los carbohidratos; el grupo amina y carboxilo forman parte de la estructura básica de los aminoácidos, y alcanos, alquenos, sulfuro y tiol se encuentran en el grupo R de las mismas biomoléculas. El grupo éster los alcanos, alquenos y fosfato son grupos funcionales característicos de lípidos.

1.3 c) estructura, función e importancia biológica de las biomoléculas: agua, carbohidratos, lípidos, proteínas y ácidos nucleicos

Las biomoléculas desarrollan funciones diversas; pueden desempeñar un papel estructural o arquitectónico, una función energética para sostener las funciones vitales, o bien una actividad reguladora o de control ajustando todos los requerimientos de materia, energía e información para el organismo.

Del conjunto de biomoléculas que forman parte de los seres vivos, el agua es sin duda la más abundante. Su naturaleza es incolora, inodora e insípida y su importancia fundamental para los organismos, ya que el agua constituye aproximadamente el 70% del peso total del cuerpo humano, además de que las reacciones químicas de las células tienen lugar en medio acuoso. El comportamiento especial del agua se fundamenta en su estructura y la naturaleza de los enlaces que la mantienen unidas las moléculas.

Esta molécula está ordenada en el espacio según un tetraedro irregular y los enlaces que unen a una molécula de agua con otras cuatro vecinas son los enlaces de hidrógeno, los cuales son débiles y de naturaleza electrostática, produciendo una elevada cohesión interna que es la base de sus propiedades de interés biológico, como elevado calor específico, elevado valor de vaporización, elevada conductividad térmica, máxima densidad a 4° C y elevada tensión superficial.

Los carbohidratos son los compuestos orgánicos más abundantes encontrados en los seres vivos. La mayoría están formados por carbono, hidrógeno y oxígeno, con una fórmula empírica de $(CH_2O)_n$, y pueden ser polihidroxialdehídos o polihidroxiacetonas. Se les clasifica como monosacáridos, oligosacáridos y polisacáridos en función del número de unidades de azúcar que los conforman.

Los monosacáridos pueden presentar de tres a ocho átomos de carbono que van a poseer un grupo hidroxilo, excepto uno que presenta un grupo carbonilo; si este grupo se ubica en un carbón en el extremo de la cadena, ésta recibe el

nombre de aldosa y si se ubica en cualquier otro carbón, se le nombra como cetosa. Además tienen actividad óptica por la presencia de uno o más átomos de carbón asimétrico por lo que un mismo monosacárido como la glucosa puede ser L-glucosa o D-glucosa, siendo la segunda la que empleamos los sistemas vivos. Pueden formar estructuras cíclicas siendo las más comunes los anillos de cinco carbonos (furanosas) y los de seis carbonos (piranosas), dando lugar a isómeros de diferente naturaleza como son las formas alfa o beta. A partir de estas estructuras cíclicas monosacáridas es que se generan los oligo y polisacáridos. Los ejemplos más comunes de monosacáridos son las hexosas (glucosa y fructosa) y pentosas (ribosa)

Los oligosacáridos son el resultado de la unión de dos o más unidades monosacáridos (hasta diez) por medio de un enlace glucosídico; este enlace se denomina alfa o beta, en función de la posición del grupo OH del carbono que participa en el enlace entre uno y otro monosacárido. Así, la maltosa presenta un enlace α 1-4 entre las dos unidades de glucosa que la forman, mientras la sacarosa lo hace con un enlace α 1-2 entre la glucosa y la fructosa. Los polisacáridos son polímeros muy grandes de monosacáridos unidos por enlaces glucosídicos tanto α como β . Por ejemplo, el almidón presenta enlaces α 1-4 entre las glucosas que lo forman, mientras que la celulosa tiene enlaces β 1-4 entre las mismas unidades de azúcar; el tipo de enlace puede determinar importantes diferencias entre las propiedades de uno y otro compuesto.

Los carbohidratos representan la principal forma de combustible metabólico para los sistemas vivos ya sea como azúcares o como almidón y son precursores en la biosíntesis tanto de ácidos grasos como de algunos aminoácidos. Desempeñan un papel fundamental como materiales estructurales, como es el caso de la celulosa, representan sitios de reconocimiento en superficies celulares y son componentes esenciales de otras moléculas vitales, como son el ATP y los ácidos nucleicos. Muchas actividades económicas dependen de la producción de estos compuestos, como la industria de alimentos, bebidas, papel, entre otras

Los lípidos son un grupo heterogéneo de moléculas insolubles en agua pero que se pueden disolver y por lo tanto extraer de tejidos por medio de disolventes polares u orgánicos, como son el cloroformo, éter, etanol, entre otros. Su composición química se basa en carbono, hidrógeno, poco oxígeno, y en ocasiones fósforo nitrógeno y azufre, siendo ésteres de los ácidos grasos. Hay varias formas de clasificar a los lípidos: saponificables o no saponificables por ejemplo. También se pueden clasificar como simples, compuestos y asociados.

Los lípidos simples son triacilglicéridos y ceras. Los triacilglicéridos o triglicéridos como se les conoce comúnmente son los lípidos más abundantes y están formados por una molécula de glicerol esterificado con tres ácidos. Los

ácidos grasos varían en longitud y en su saturación o insaturación por átomos de hidrógeno, lo que los hace más o menos rígidos. Los ácidos grasos insaturados son líquidos a temperatura ambiente y generalmente son de origen vegetal, mientras que los ácidos grasos saturados, que en su mayoría son de origen animal, son sólidos a temperatura ambiente. Por su parte las ceras son ésteres sólidos de los ácidos grasos de cadena larga con alcoholes o con esteroides.

Los lípidos compuestos, como los glicerofosfolípidos, presentan un glicerol unido a dos ácidos grasos, mientras que el lugar del otro ácido graso lo ocupa otro grupo como el ácido fosfórico, el cual a su vez se une con moléculas como la colina o la etanolamina; los esfingolípidos son el otro tipo de lípido compuesto. Se les conoce como lípidos anfipáticos debido a la presencia de la cabeza fosfatada polar y a la cola hidrocarbonada no polar, característica muy importante para la función que desempeñan.

Los lípidos asociados se dividen en tres grupos: los terpenoides, como el mentol, el limoneno y vitaminas como A, E, K, son compuestos derivados del isopreno. El segundo grupo son los esteroides cuya estructura química deriva del ciclopentano perhidrofenantreno, siendo el colesterol, la vitamina D y hormonas sexuales ejemplos del grupo. El tercer grupo son los eicosanoides que derivan del ácido graso araquidónico formado por 20 átomos de carbono, encontrándose dentro de este tipo las prostaglandinas, los leucotrienos y los tromboxanos.

Los lípidos representan un grupo de gran importancia para los seres vivos: son el material fundamental de las membranas biológicas (lípidos compuestos), representan formas de transporte y almacenamiento de combustible catabólico (triglicéridos) constituyendo el mayor reservorio de energía a largo plazo, conforman moléculas de regulación como hormonas, vitaminas y segundos mensajeros (lípidos asociados), además de que forman cubiertas protectoras, aislantes térmicos y protección mecánica en órganos internos como el corazón y los riñones. Los axones de las neuronas de mamíferos están recubiertos por capas de lípidos para maximizar su velocidad de conducción nerviosa.

Las proteínas están formadas por carbono, hidrógeno, oxígeno, nitrógeno y en ocasiones azufre. Estos elementos químicos se enlazan para formar las unidades monoméricas llamadas aminoácidos, que por presentar una región básica y una región ácida son denominadas anfóteras. Esta cualidad química es fundamental para que tengan la estructura y funcionalidad tan particular que distingue a las proteínas. Al igual que los monosacáridos, los aminoácidos presentan isomería óptica, presentando formas del mismo aminoácido denominadas L o D, con excepción de la glicina. Así podemos encontrar L-alanina o D-alanina, siendo el primer tipo el utilizado por los sistemas vivos preferentemente. Para fabricar nuestras proteínas requerimos de al menos 20

aminoácidos diferentes (21 en ocasiones), algunos de los cuales nuestro metabolismo puede sintetizar y otros deben adquirirse vía la alimentación, de ahí la importancia de consumir alimentos que contengan proteínas llamadas completas.

Los aminoácidos se unen entre sí de una manera específica, por medio de un enlace peptídico, que consiste en enlazar al grupo carboxilo de un aminoácido con el grupo amino del siguiente. De esta manera sin importar la longitud de la cadena de aminoácidos siempre se encontrará un extremo con un aminoácido presentando su grupo amino libre y en el otro extremo un aminoácido con su grupo carboxilo también libre. Se establece que el primer aminoácido de la secuencia es aquel con el grupo amino libre (extremo N) y el último de la secuencia el que tiene su grupo carboxilo libre (extremo C). Como consecuencia de un orden específico de aminoácidos se generan interacciones entre estos derivado de la presencia de ciertos átomos y de los grupos "R" (radical) variables que distinguen a un aminoácido de otro. De esta manera se establecen varios niveles de organización estructural y funcional en las proteínas, denominadas "estructuras". En consecuencia, se dice que hay una estructura primaria, correspondiente al orden de acomodo de los aminoácidos, y una estructura secundaria derivada de interacciones tipo puente de hidrógeno produciendo las llamadas hélice alfa o lámina plegada beta. La estructura terciaria se genera por puente de azufre e interacciones hidrofóbicas, y si dos cadenas o más de aminoácidos (polipéptidos) están presentes (como en el caso de la hemoglobina) produciendo atracciones una con respecto de las otras, se produce la estructura cuaternaria.

Las proteínas pueden clasificarse de varias maneras: por su composición en simples o conjugadas, por su estructura como fibrosas o globulares. Las proteínas cumplen funciones clave para el funcionamiento de los sistemas vivos: expresan el mensaje codificado en los ácidos nucleicos, catalizan las reacciones celulares al actuar como enzimas, como moléculas reguladoras encontramos a las hormonas y a las ciclinas, el movimiento tanto a nivel micro como macro depende de proteínas como la actina, en las membranas celulares confieren sus funciones particulares a éstas, conforman los tejidos tegumentarios como nuestra piel, además del cabello, las inmunoglobulinas son parte fundamental de nuestro sistema inmune. Las proteínas son los compuestos orgánicos más abundantes en una célula; ayudan a empaquetar al DNA, transportan sustancias en el torrente sanguíneo y participan en procesos de coagulación, entre otras funciones.

Los ácidos nucleicos están formados por los elementos carbono, hidrógeno, oxígeno, nitrógeno y fósforo, conformando unidades monoméricas llamadas nucleótidos. Los nucleótidos presentan en su estructura un grupo fosfato, una pentosa (ribosa o desoxirribosa) y una base nitrogenada (adenina, timina, uracilo, citosina, guanina); la base nitrogenada (formada por un anillo –pirimidina- o por

dos anillos –purina-) le da nombre al nucleótido. Los nucleótidos se unen entre sí por medio de un enlace llamado fosfodiéster, que enlaza a la pentosa de un nucleótido con el grupo fosfato de otro, generando hebras de diferentes magnitudes y con una dirección establecida, 5´-3´, o bien 3´-5. El sentido de las hebras tiene grandes implicaciones.

Se distinguen dos tipos de ácidos nucleicos a partir tanto de su composición como de su estructura: el ácido ribonucleico (RNA) y el ácido desoxirribonucleico (DNA). El primero presenta como pentosa a la ribosa, sus nucleótidos son A, U, G, C, y está formado por una sola hebra de nucleótidos generalmente. Por su parte el DNA cuenta con desoxirribosa como pentosa, sus nucleótidos son A, T, G, C, y está formado por dos hebras antiparalelas y complementarias de nucleótidos, la llamada doble hélice del DNA. Esta doble hélice se mantiene unida por puentes de hidrógeno que se establecen como consecuencia del apareamiento entre las bases nitrogenadas de los nucleótidos complementarios: Adenina-Timina y Guanina-Citosina. Hasta donde se sabe, todos los sistemas vivos almacenamos y transferimos la información genética en estos compuestos, y la investigación sobre su funcionamiento y regulación abre fronteras insospechadas.

1.3 d) el papel biológico de los iones como cofactores y las vitaminas como coenzimas

Además de los compuestos orgánicos expuestos, otras sustancias son necesarias para el funcionamiento celular correcto. Particularmente las proteínas que actúan como catalizadores biológicos, las enzimas, requieren de la presencia de moléculas como minerales o vitaminas para poder funcionar. Si el componente adicional requerido es un mineral (ion) se le denomina cofactor y si es una vitamina se le dice coenzima.

El cofactor generalmente es un ion metálico (Fe^{2+} , Cu^{2+} , K^+ , Mn^{2+} , Mg^{2+} , entre otros), el ion metálico puede actuar como centro catalítico primario, como grupo puente para reunir el sustrato y la enzima, o como agente estabilizante de la conformación de la proteína enzimática en su forma catalíticamente activa. Por ejemplo, el ion magnesio Mg^{2+} se requiere como cofactor en las enzimas que emplean ATP como sustrato, y el zinc colabora con más de 300 enzimas diferentes en procesos bioquímicos variados. Además, pueden requerir de una molécula orgánica o coenzima de naturaleza variable, muchas coenzimas derivan de vitaminas solubles en agua, como el complejo B y vitamina C, y su unión a la porción proteica pueden ser covalente o no covalente. Las vitaminas son sustancias orgánicas, que actúan en cantidades mínimas (trazas) y son esenciales en la función de la mayor parte de las formas de vida, pero algunos organismos son incapaces de sintetizarlas y deben conseguirlas externamente. La vitamina C se requiere como coenzima en enzimas de la vía de mantenimiento de colágeno,

mientras que el ácido fólico lo es en reacciones de transferencia de unidades de un carbono (grupos metilo).



ACTIVIDADES 1.3

1. Contesta lo que se te pide en cada caso:

a. Considerando que los oligoelementos se encuentran en una concentración del 0.1% ¿En qué porcentaje se encuentran los bioelementos primarios?

b. ¿Cuál es la función biológica de cada uno de los siguientes elementos químicos:

- Magnesio _____
- Calcio _____
- Cloro _____
- Potasio _____
- Flúor _____

c. La hemoglobina que se encuentra en la sangre del ser humano tiene un elemento metálico en su estructura. ¿Cuál es? _____

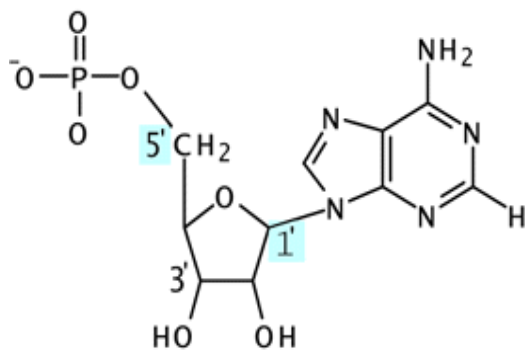
d. La clorofila que se encuentra en las plantas verdes, tiene un elemento químico metálico en su estructura. ¿Cuál es? _____

2. Investiga en fuentes confiables en la web la fórmula general, las características químicas, un ejemplo y la importancia biológica de los grupos funcionales que se presentan en la siguiente tabla:

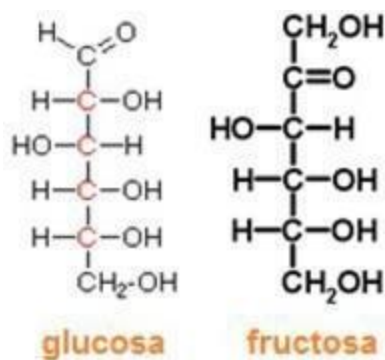
Grupo funcional	Fórmula general	Características químicas	Ejemplo	Importancia biológica
1. Alcanos	C_nH_{2n+2}	Formados por carbono, hidrógeno, unidos por enlaces sencillos	CH ₄ Metano CH ₃ CH ₃ Etano	Se encuentran en los lípidos saturados, biomoléculas consideradas reserva energética
3. Alquenos				
4. Hidroxilo				
5. Sulfuro				
6. Tíol				
7. Aldehído				
8. Cetona				
9. Éster				
10. Ácido carboxílico				
11. Amino				
12. Fosfato				

3. Con base en la información de la tabla anterior, identifica los grupos funcionales de cada una de las siguientes moléculas

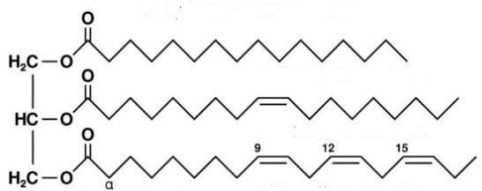
a. Ácidos nucleicos (nucleótido)



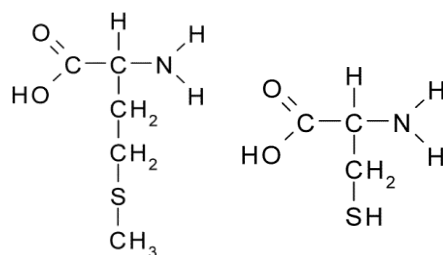
b. Carbohidratos (monosacáridos)



c. Lípidos (triacilglicerido)



d. Proteína (aminoácidos)



4. De los grupos funcionales que contienen las moléculas de la actividad 3 completa el siguiente cuadro:

Biomolécula	Grupos funcionales	Características químicas de cada grupo funcional identificado
a.		
b.		
c.		
d.		

5. Investiga en fuentes confiables las características de las moléculas de DNA y RNA y completa el siguiente cuadro:

Características		DNA		RNA	
Número de bandas					
Pentosa		Fórmula y nombre		Fórmula y nombre	
Bases Nitrogenadas		Nombres		Nombres	
Grupo fosfato		Fórmula			
Fórmulas de las cinco bases nitrogenadas					

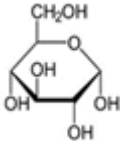
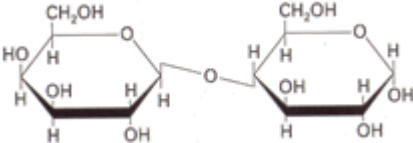
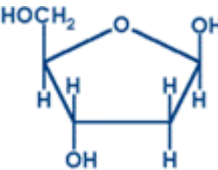
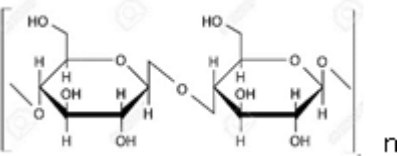
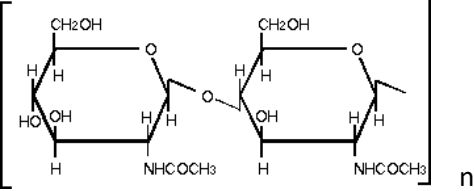
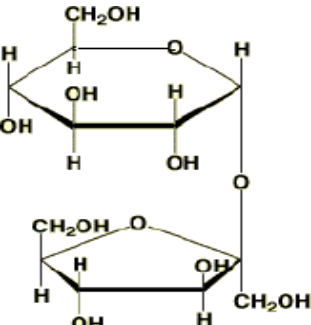
6. Con base en los datos del cuadro anterior elabora un modelo de la estructura de un nucleótido, una molécula de RNA (con cuatro nucleótidos) y una de DNA (con 8 nucleótidos). Utiliza las siguientes estructuras:

ESTRUCTURA DEL DNA Y RNA

Instrucciones: Recorta y colorea las siguientes figuras, posteriormente armar los modelos de una molécula de DNA, una de RNA y un nucleótido.

R: Ribosa, D: Desoxirribosa, BN: Base Nitrogenada, A: Adenina, G: Guanina, T: Timina, U: Uracilo, C: Citosina, P: Grupo fosfato, 5: Carbono número 5 de las pentosas

7. Las siguientes moléculas representan diferentes carbohidratos, de acuerdo a su estructura química escribe sus características:

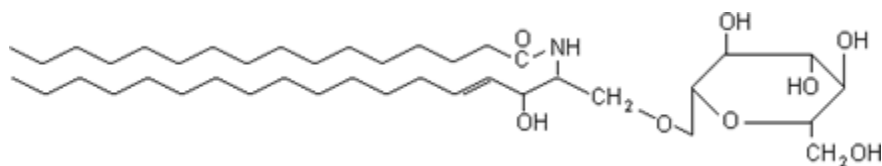
Molécula	Características
a. 	Es un monosacárido de 6 átomos de carbono, aldosa, llamada glucosa. Alfa por la posición del hidroxilo el grupo hidroxilo del carbono uno que se encuentra hacia abajo
b. 	
c. 	
d. 	
e. 	
f. 	

8. Los oligosacáridos y los polisacáridos se forman por la unión de dos o más monosacáridos. Esquematiza los siguientes enlaces glucosídicos e indica en qué molécula se pueden encontrar:

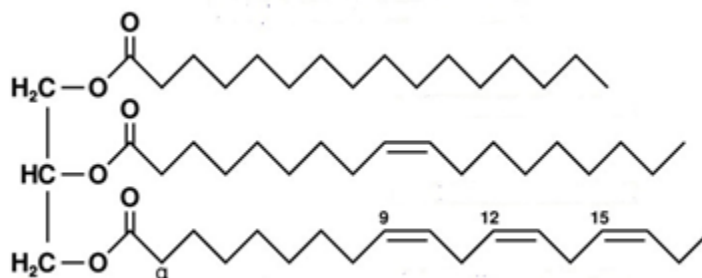
Enlaces	Esquema	Localización
a. Alfa 1,4		
b. Alfa1,3		
c. Beta 1,4		
d. Alfa 1,2		
e. Alfa 1,6		

9. En las líneas que se encuentra debajo de cada fórmula, escribe el lípido que representa (lípido simple, compuesto, esteroide o terpeno). Justifica la respuesta en cada caso.

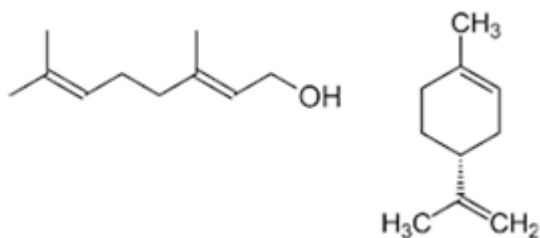
a.



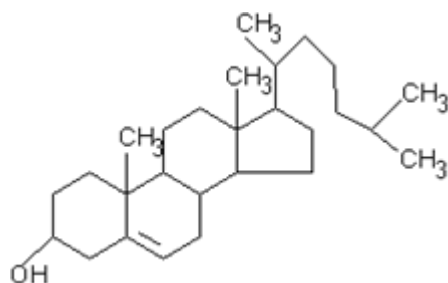
b.



c.



d.



10. Utiliza la siguiente información para responder las siguientes preguntas:

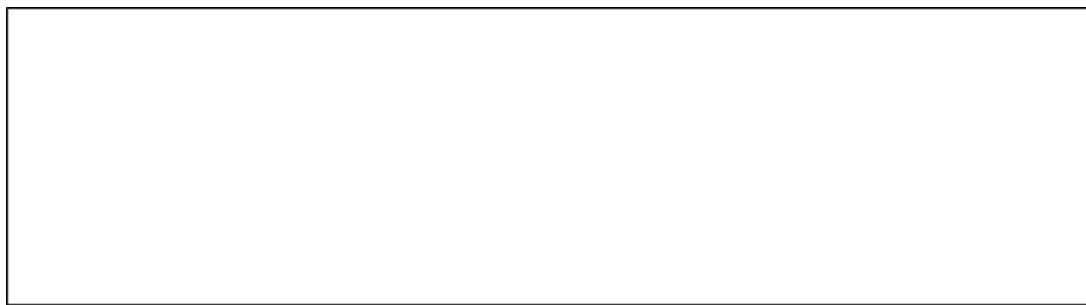
Un triacilglicérido está formado por glicerol, ácido láurico (C12), ácido oleico (C18 Δ 9) y linoleico (C18, Δ 9,12).

a. ¿Qué ácido(s) grasos es (son) saturados y cuáles es (son) insaturados? Justifica respuesta.

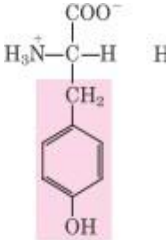
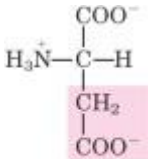
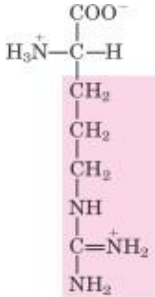
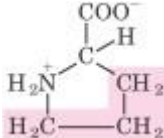
b. ¿Es un aceite o una grasa? ¿Por qué?

c. A temperatura ambiente, ¿es sólido o líquido? Justifica tu respuesta

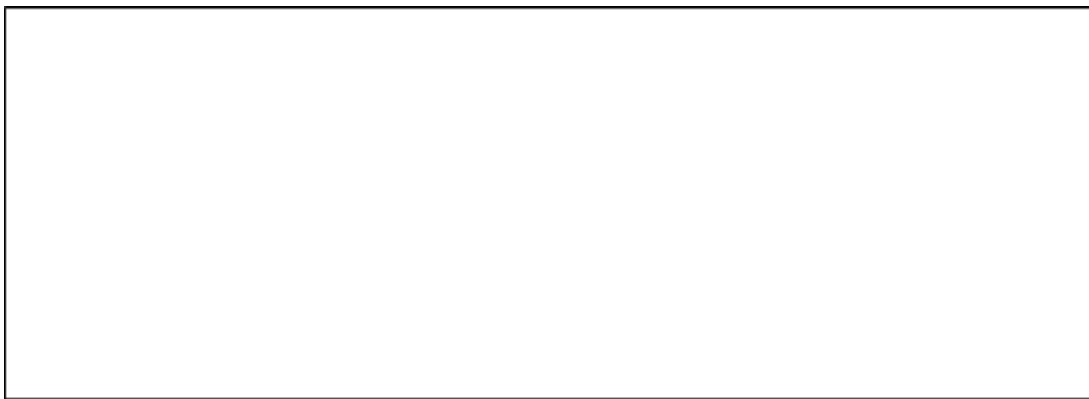
11. Desarrolla la reacción de esterificación y saponificación de este triacilglícrido



12. Escribe el nombre completo, de tres letras y de una letra de los siguientes aminoácidos, y menciona cuales son polares, no polares, ácidos y básicos. Justifica tu respuesta en cada caso.

a.	b.	c.	d.
			

13. Desarrolla el enlace peptídico entre los aminoácidos anteriores.



14. ¿Qué tipo de interacciones esperarías tener en la estructura terciaria, entre los grupos R de los siguientes aminoácidos? ¿Por qué?

a. Cisteína-cisteína

b. Ácido glutámico- histidina

c. Serina-agua

d. Valina-leucina

1.4 Metabolismo celular

Todos los seres vivos para poder realizar sus funciones necesitan energía, algunos la liberan y otros almacenan utilizando diferentes vías metabólicas.

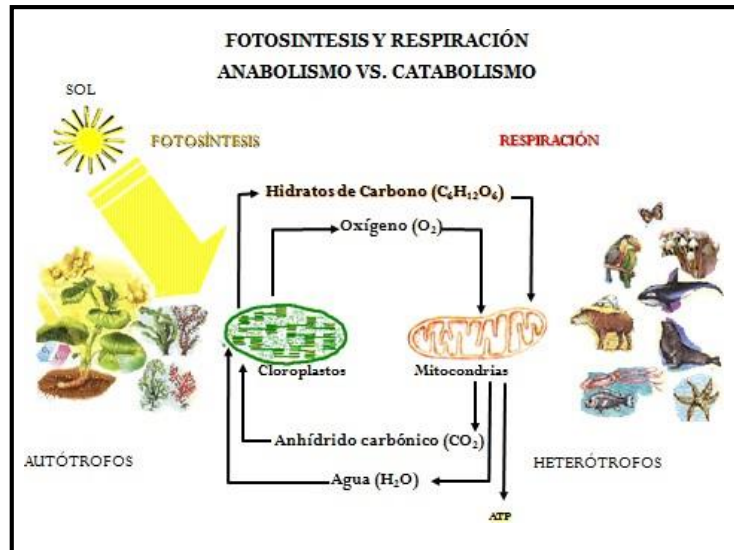


Figura 1.4.1 Relación de algunas vías metabólicas (anabólicas y catabólicas) Recuperado de:
<https://1.bp.blogspot.com/-10yUgGStQtw/VGNqIGbl8tI/AAAAAAAAjBg/HKJtEWqwS1I/s1600/fotosintesis%2Brespiracion.png>

El metabolismo se refiere a todas las reacciones químicas, que se llevan a cabo en la célula, involucradas en la transformación de energía. El proceso metabólico tiene dos fases, el catabolismo y anabolismo, en las reacciones catabólicas las biomoléculas se degradan liberando energía y en las anabólicas se sintetizan biomoléculas almacenando energía (ver figura 1.4.1).

1.4 a) clasificación de las enzimas y su importancia en las rutas metabólicas

Todas estas reacciones están mediadas por catalizadores biológicos constituidos básicamente por proteínas, llamadas enzimas. En algunos casos, requieren un compuesto inorgánico (iones) como cofactor, en otros una molécula orgánica (generalmente vitaminas) como coenzima y en muchos otros es imprescindible la presencia de uno y otro. Las enzimas determinan todas las transformaciones químicas que se producen en una célula, uniéndose a sus ligandos o sustratos por medio de regiones especiales en su estructura llamadas sitio activo, convirtiendo tales sustratos en productos químicamente modificados.

Es el sitio activo de la enzima el que interactúa con el sustrato, primero se forma el complejo enzima-sustrato (ES), en el interior del sitio activo las cadenas laterales de aminoácidos aceleran la reacción para producir un complejo enzima-producto (EP), después se liberan los productos y la enzima está disponible para unirse a otro sustrato (ver figura 1.4.2)

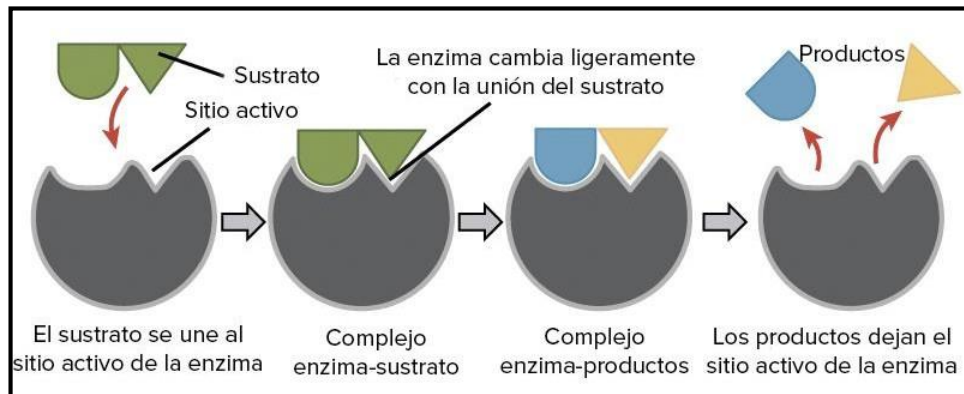


Figura 1.4.2. Reacción catalizada por una enzima Recuperado de: <https://es.khanacademy.org/science/biology/energy-and-enzymes/modal/a/enzymes-and-the-active-site>

Si bien las enzimas se han nombrado arbitrariamente tomando en cuenta el nombre del sustrato y agregando el sufijo "asa"; la Comisión Internacional de Bioquímica (CIB) las ha clasificado en seis grupos generales, tomando como referencia las reacciones que catalizan; éstas son: oxidorreductasas, transferasas, hidrolasas, liasas, isomerasas y ligasas.

Se proponen al menos tres mecanismos de cómo las enzimas llevan a cabo su función catalítica: el modelo llave-cerradura, el modelo del encaje inducido y la regulación alostérica. Igualmente importante es la velocidad a la que una enzima realiza su actividad por lo que la cinética enzimática es parte indispensable del estudio de las enzimas. Finalmente, existen factores que pueden inhibir la actividad de una enzima, produciendo una inhibición competitiva o una inhibición no competitiva. Las enzimas son la clave para el funcionamiento celular ordenado, coordinado y exitoso.

1.4 b) transferencia de energía en las reacciones metabólicas (ATP) y transportadores de electrones (NAD⁺, FAD⁺, NADP⁺)

El metabolismo energético extrae la energía química presente en los nutrientes y la debe poner a disposición de los sistemas metabólicos celulares en formas

utilizables para realizar el trabajo biológico. La molécula energética por excelencia de los sistemas vivos es la adenosina trifosfato mejor conocida como ATP, la cual está formada por una base púrica adenina y ribosa (adenosina) y tres grupos fosfato denominados alfa, beta y gamma; es altamente soluble en agua y muy estable en soluciones de pH entre 6.8 y 7.4. El ATP es la principal fuente de energía para los procesos celulares, al acoplar a reacciones que requieren energía, la reacción de desdoblamiento de ATP a ADP + Pi. El ATP se forma durante el proceso de la respiración en la glucólisis y cadena respiratoria, así como en las reacciones dependientes de la luz en la fotosíntesis.

También hay moléculas que se encargan de transportar electrones con fines energéticos como la nicotinamida adenina dinucleótido o NAD⁺, la cual recupera la energía de la oxidación de la glucosa en las etapas de glucólisis y ciclo de Krebs, que se emplearán en la síntesis de ATP en la cadena respiratoria. Otra molécula acarreadora es el flavin adenin dinucleótido o FAD⁺ que interviene particularmente en el ciclo de Krebs; ambos transportadores pueden cumplir esta función por su capacidad de oxidarse y reducirse.

La molécula de nicotinamida adenina dinucleótido fosfato (NADP⁺) reducida se sintetiza en procesos anabólicos a partir de NAD⁺, como la fotosíntesis, con la finalidad de producir moléculas de glucosa que puede almacenarse en forma de almidón o bien seguir otras vías metabólicas para la síntesis de lípidos y proteínas.

1.4 c) glucólisis

La glucólisis es una vía catabólica presente en los seres vivos, que se desarrolla en el citoplasma de las células; consiste en una serie de reacciones de óxido-reducción para romper la glucosa en dos moléculas de ácido pirúvico con la producción de ATP y NADH. Se divide en una primera etapa de inversión pues se deben incorporar 2 moléculas de ATP al proceso, y una etapa de recuperación en donde se producen 4 moléculas de ATP; en consecuencia la ganancia neta de energía es de 2 moléculas de ATP por molécula de glucosa y la obtención de poder reductor (el NADH). El proceso de la glucólisis está regulado en varios puntos y por varias circunstancias, como la proporción ATP/ADP/AMP presente, y por la actividad de enzimas como fosfofructocinasa-1. Por su amplia presencia en los metabolismos energéticos de los organismos, se considera esta vía como un proceso evolutivamente hablando muy antiguo.

El ácido pirúvico, producto de la glucólisis, en condiciones anaerobias en organismos organotrofos y en algunas células seguirá la vía de la fermentación con el propósito de regenerar NAD⁺ a partir del NADH, permitiendo así que la glucólisis continúe al asegurar un suministro constante de la coenzima NAD⁺ y en

condiciones aerobias el ácido pirúvico en células eucariontes y condiciones aerobias se transforma en acetil-CoA la cual pasa a la matriz mitocondrial (ver figura 1.4.3)

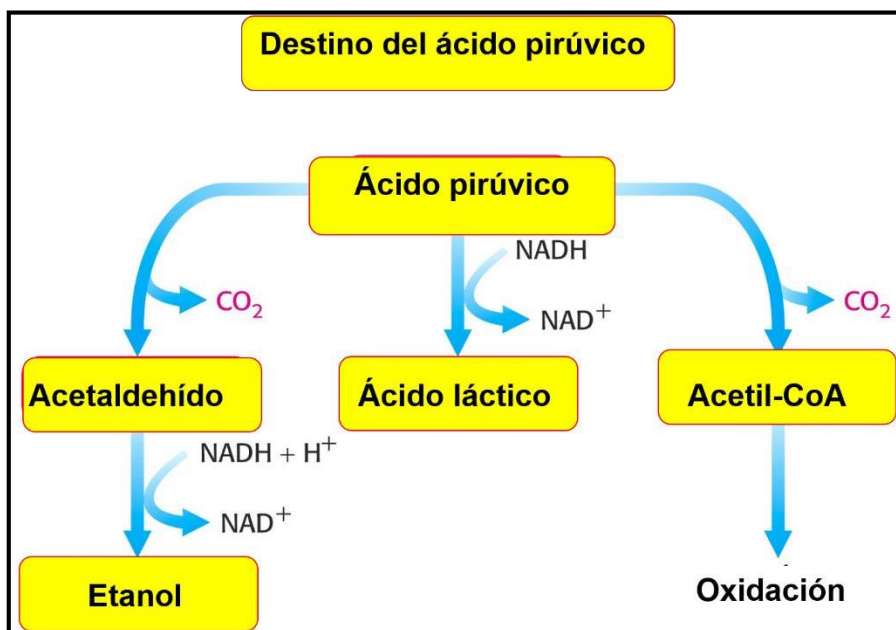


Figura 1.4.3 Destino del ácido pirúvico en condiciones aerobias y anaerobias Recuperado y modificado de: <https://www.yumpu.com/es/image/facebook/27825735/15.jpg>

1.4 d) fermentación

Las fermentaciones se producen cuando el piruvato producto de la glucólisis se enfrenta a condiciones de anaerobiosis. Organismos como levaduras y bacterias son los principales organismos fermentadores, aunque las células musculares pueden fermentar bajo ciertas condiciones. La ganancia energética de este proceso se limita a la glucólisis y las etapas subsecuentes se limitan a la regeneración de NAD^+ a partir del NADH el cual también fue generado durante la etapa glucolítica; por consiguiente se obtienen dos moléculas de ATP por molécula de glucosa como ganancia energética.

Hay varios tipos de fermentaciones dependiendo de su producto final, siendo las más conocidas la fermentación láctica y la fermentación alcohólica. En el primer caso el piruvato es reducido por el NADH , generando ácido láctico y NAD^+ (que se dirige de nuevo a la ruta de glucólisis), y la llevan a cabo bacterias y hongos siendo un proceso muy importante en la industria alimenticia. Los músculos en condiciones de mucha demanda de energía o de poco oxígeno pueden fermentar de esta manera. Por lo que corresponde a la fermentación alcohólica el producto terminal es el CO_2 y el etanol, productos muy importantes para la industria del pan

y de las bebidas alcohólicas como el vino, pulque y cerveza; las levaduras son las principales responsables de este proceso fermentativo.

1.4 e) respiración

El piruvato contiene en sus enlaces una gran cantidad de energía que puede ser extraída y es la presencia de oxígeno lo que promueve a las siguientes etapas con la finalidad de obtener el máximo rendimiento energético posible a partir de una glucosa. Cabe mencionar que a estas rutas también se incorporan otras moléculas energéticas como son los ácidos grasos (β oxidación) y algunos aminoácidos. El piruvato ya dentro de la matriz mitocondrial, se transforma en acetil Coenzima A produciendo CO_2 y NADH; posteriormente el grupo acetilo se separa de la coenzima A para incorporarse al llamado ciclo de Krebs o ciclo del ácido cítrico.

El ciclo de Krebs implica la oxidación del grupo acetilo a lo largo de una serie de reacciones secuenciales que van a producir por cada molécula de acetilo que ingresa al ciclo: tres moléculas de NADH, una molécula de FADH_2 , una de GTP y dos de CO_2 . El ciclo inicia con la unión de la molécula de dos carbonos del acetilo con el oxaloacetato de cuatro carbonos dando lugar a una molécula de seis carbonos que es el ácido cítrico, y concluye con la formación de oxaloacetato nuevamente. El poder reductor, electrones de alta energía transportados por el NADH y el FADH_2 que se obtienen, se emplea en la siguiente etapa, la cadena respiratoria.

La membrana interna de la mitocondria presenta múltiples pliegues recibiendo el nombre de crestas mitocondriales y es en esta región en donde se encuentran los complejos enzimáticos que en conjunto se denominan cadena respiratoria. Los electrones provenientes tanto de la glucólisis (moléculas de NADH que emplean a las lanzaderas de electrones como la malato-aspartato para mover sus electrones hacia la matriz mitocondrial) como del ciclo de Krebs y los protones asociados a estos, van a ser utilizados para generar ATP. Son cuatro complejos (complejos I a IV) los encargados del movimiento de los electrones y del bombeo de protones a través de la membrana mitocondrial interna, lo que va a generar en consecuencia una fuerza protón-motriz. Los electrones que llegan con el NADH fluyen desde el complejo I al complejo III y de ahí al IV (brincan el complejo II), mientras que por su parte los electrones que viajan con el FADH_2 llegan al complejo II (no pasan por el complejo I) y de ahí al complejo III y IV; en ambos casos los electrones llegan a reducir al oxígeno produciendo agua. El paso de estos electrones por los complejos permite el bombeo a través de los mismos de protones a la matriz mitocondrial, generando una diferencia en las concentraciones de estos a ambos lados de la membrana interna de la mitocondria y en consecuencia de pH. El camino que tienen los protones para intentar regresar hacia el espacio intermembrana lo constituye la enzima ATP sintetasa y al paso de

estos por dicha enzima, es que se crean las condiciones para que el ATP se sintetice a partir de ADP y fósforo inorgánico, proceso denominado fosforilación oxidativa.

Se estima que para formar una molécula de ATP se requiere del paso de tres protones por la ATPsintetasa, y hay que recordar que es diferente la energía que llevan los electrones de NADH con respecto de los que lleva FADH_2 . Finalmente la ganancia energética de este proceso se traduce en alrededor de 26 moléculas de ATP por molécula de glucosa, a los que hay que sumar los obtenidos tanto en glucólisis como en ciclo de Krebs. La suma arroja cerca de 30 moléculas de ATP y si la comparamos con la ganancia en condiciones anaerobias, la diferencia entre uno y otro tipo es abrumadora.

1.4 f) fotosíntesis

La glucosa contiene en sus enlaces la energía química resultado de la transformación de la energía luminosa que llevaron a cabo organismos como las plantas y algas a los que se les denomina fotosintetizadores (y autótrofos). Este tipo de metabolismo anabólico construye a partir de reactivos simples como el agua y el dióxido de carbono con intervención de la energía radiante del sol, la materia orgánica de la que depende gran porcentaje de la vida de este planeta, en forma de carbohidratos con el desprendimiento como un residuo de oxígeno. Las consecuencias de este proceso para la vida del planeta son diversas y muy importantes.

La fotosíntesis se refiere al proceso de captura de la energía luminosa para sintetizar inicialmente ATP y NADPH los cuales son aprovechados para la fijación de CO_2 y poder generar carbohidratos. Este proceso se lleva a cabo en los cloroplastos, organelo membranoso característico de plantas y algas, aunque también hay bacterias fotosintéticas que carecen de tales organelos. En el interior de los cloroplastos, en los tilacoides, se encuentran los pigmentos responsables de la captura de los cuantos de energía luminosa, organizados de forma específica en los llamados fotosistemas, siendo la clorofila a el pigmento más relevante. Cada fotosistema está formado por un centro de reacción, lugar para ejecutar los procesos claves de la fotosíntesis, y de un complejo antena, formado por pigmentos accesorios que capturan y dirigen energía hacia el centro de reacción.

El proceso inicia con la llegada de una molécula de agua al centro de reacción del fotosistema II (P 680) la cual es escindida por la energía luminosa capturada por el complejo antena, produciendo electrones libres y el desprendimiento de oxígeno. Los electrones son transferidos hacia el centro de reacción del fotosistema I (P 700) promoviendo al mismo tiempo el paso de

protones, los cuales van a servir para sintetizar ATP en el proceso. Ya en el fotosistema I el electrón es nuevamente estimulado por energía luminosa pero ahora se aprovecha para obtener poder reductor en forma de NADPH. Esto indica la culminación de las reacciones dependientes de la luz y los productos obtenidos en esta fase se aprovecharán para la fijación de CO_2 , es decir la incorporación de este a una ruta orgánica, conocida como ciclo de Calvin; este importante paso es regulado por tal vez la enzima más abundante en el planeta conocida comúnmente como Rubisco la cual incorpora al CO_2 a un azúcar de cinco carbonos, la ribulosa fosfato para producir dos moléculas del compuesto 3-fosfoglicerato. Es aquí que el ATP y el NADPH obtenidos en la fase anterior se aprovechan para la transformación de 3-fosfoglicerato a gliceraldehído 3-fosfato (PGAL). Esta última puede permanecer dentro del ciclo para regenerar ribulosa fosfato o puede salir para sintetizar sacarosa, almidón o lo que se requiera, concluyendo el proceso fotosintético (ver figura 1.4.4)

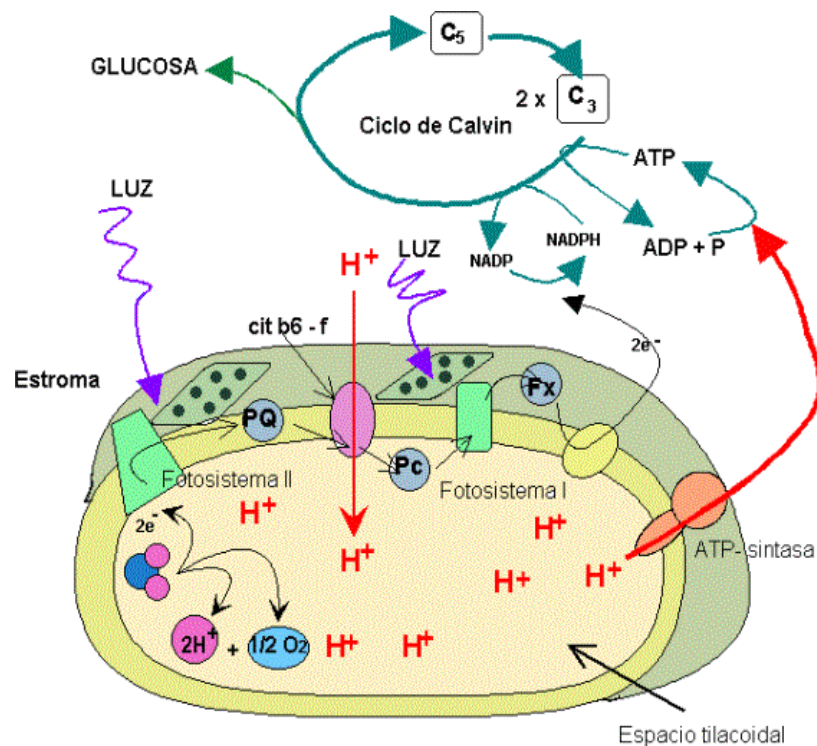


Figura 1.4.4 Fotosíntesis, reacciones dependientes e independientes de la luz Recuperado de: http://www.botanica.cnba.uba.ar/Pakete/3er/fotosintesis/fotosintesis_archivos/image008.gif



ACTIVIDADES 1.4

1. Investiga la clasificación de enzimas por función, en cada caso escribe el nombre de la enzima que está catalizando la reacción:

Enzima	Ejemplo	Justificación
Oxidoreductasas	$\text{CH}_3\text{—CH}_2\text{—OH} + \text{NAD}^+ \longrightarrow \text{CH}_3\text{—}\overset{\text{O}}{\underset{\text{ }}{\text{C}}}\text{—H} + \text{NADH} + \text{H}^+$	Es una reacción de óxido-reducción debido a que el NAD ⁺ gana un H ⁺ otro H ⁺ se libera y el alcohol etílico pierde 2H ⁺
	$\alpha\text{-D-Glucosa} + \text{ATP} \longrightarrow \alpha\text{-D-Glucosa-6-fosfato} + \text{ADP}$	
	$\text{Polipéptido} + \text{H}_2\text{O} \longrightarrow \text{Péptidos}$	
	$\begin{array}{c} \text{O} \quad \text{O} \\ \parallel \quad \parallel \\ \text{CH}_3\text{—C—C—O}^- \\ \text{Piruvato} \end{array} + \text{H}^+ \longrightarrow \begin{array}{c} \text{O} \\ \parallel \\ \text{CH}_3\text{—C—H} \\ \text{Acetaldehído} \end{array} + \begin{array}{c} \text{CO}_2 \\ \text{Dióxido de} \\ \text{carbono} \end{array}$	
	$\text{D-Alanina} \rightleftharpoons \text{L-Alanina}$	
	$\begin{array}{c} \text{O} \quad \text{O} \\ \parallel \quad \parallel \\ \text{CH}_3\text{—C—C—O}^- \\ \text{Piruvato} \end{array} + \text{HCO}_3^- \xrightarrow[\text{ATP} \rightarrow \text{ADP} + \text{P}_i]{} \begin{array}{c} \text{O} \quad \text{O} \quad \text{O} \\ \parallel \quad \parallel \quad \parallel \\ \text{O}^-\text{—C—CH}_2\text{—C—C—O}^- \\ \text{Oxalacetato} \end{array}$	

2. Busca los esquemas de las células (procariontes y eucariontes), de las reacciones de la glucólisis, fermentación (láctica y alcohólica), formación de la acetil Co-A, ciclo de Krebs (ciclo del ácido cítrico) y cadena respiratoria y posteriormente:
 - a. Ubica dentro de la célula (procarionte y eucarionte) el sitio donde se lleva a cabo la glucólisis, fermentación láctica y alcohólica, y ciclo de Krebs.
 - b. Describe las reacciones del ciclo de Krebs, haciendo énfasis en las enzimas, cofactores, coenzimas y productos:

Ejemplo:

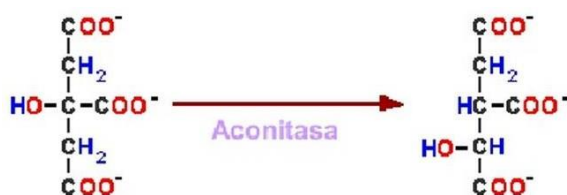


Figura 1.4.5 Reacción de isomerización del ácido cítrico a ácido isocítrico. Recuperado de: <https://www.mindomo.com/doc.htm?d=ba773561e12a4c3f8e2fdf197bd89318&m=9b343aae22803c5dc8d878959931fc4c>

Descripción: Dos átomos de H^+ y uno de O del ácido cítrico se reacomodan para formar el ácido isocítrico, la enzima que cataliza la reacción es una aconitasa que por su función es una isomerasa.

3. A partir de la de la investigación y de las dos actividades anteriores completa los siguientes cuadros: (tomados y modificados de Martínez, *et al*, 2010)

a. Fermentación láctica

Fase del proceso	Sitio en donde realiza	Insumos	Productos			
			Número de NADH	Número de FADH_2	Número de ATP	Otros
Glucólisis						
Fermentación láctica						
Total						
Productos finales						

b. Fermentación alcohólica

Fase del proceso	Sitio en donde realiza	Insumos	Productos			
			Número de NADH	Número de FADH ₂	Número de ATP	Otros
Glucólisis						
Fermentación alcohólica						
Total						
Productos finales						

c. Respiración

Fase del proceso	Sitio en donde realiza	Insumos	Productos			
			Número de NADH	Número de FADH ₂	Número de ATP	Otros
Glucólisis						
Formación de Acetil-CoA						
Ciclo de Krebs						
Cadena respiratoria						
Total						
Productos finales						

Escribe la fórmula general de la respiración:

Reactivos	Productos
	

4. Busca los esquemas de un cloroplasto y

- Ubica en el cloroplasto el sitio donde se lleva la fase dependiente de la luz, fotosistema II (P680) y I (P700), y la fase independiente de la luz (ciclo de Calvin-Benson)
- Con ayuda del esquema y de una investigación en la web describe las fases de la fotosíntesis hasta la síntesis de una molécula de glucosa.

c. Completa el siguiente cuadro:

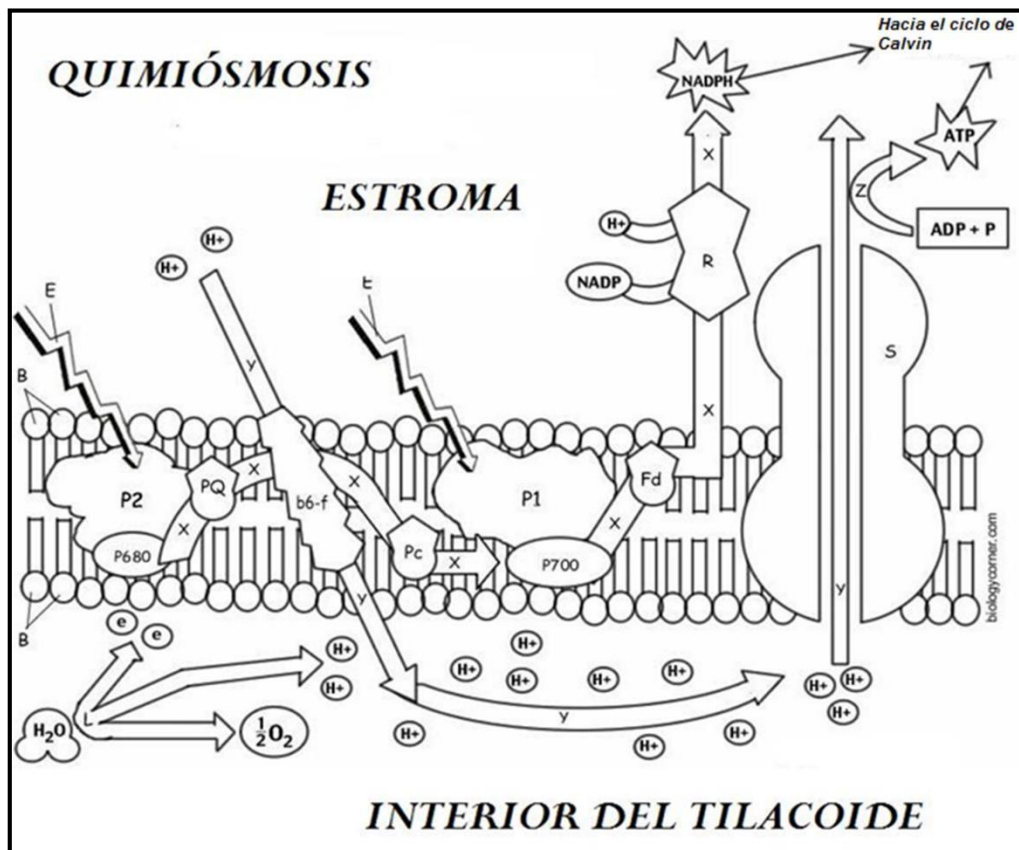
Fase	Sitio donde ocurre	Insumos	Productos
Dependiente de la luz (fotosistema II (P680))			
Dependiente de la luz (fotosistema I (P700))			
Independiente de la Luz (ciclo de Calvin)			

Escribe la fórmula general de la fotosíntesis:

Reactivos	Productos
	

5. En el siguiente esquema (quimiósmosis en el tilacoide), ilumina lo que se te pide:

1. Fosfolípidos – azul claro	9. Los electrones – gris
2. La energía luminosa – naranja	10. Flujo de electrones (X) – gris
3. Fotosistema II o P680- verde claro	11. ATP sintasa – rojo
4. Fotosistema I o P700 - amarillo	12. ATP – naranja
5. Los protones – rosa	13. Fosforilación – negro
6. Flujo de protones (Y) – rosa	14. NADP reductasa – verde oscuro
7. Oxígeno – rojo	15 NADPH – azul oscuro
8. Fotólisis – café	



Quimiosíntesis Recuperado y modificado de:

<https://www.biologycorner.com/2017/11/26/photosystems-and-chemiosmosis-coloring/>

a. Analiza la imagen anterior y contesta las siguientes preguntas:

- ¿Cómo es el sentido del flujo de protones y electrones a través del tilacoide?

- ¿Qué papel tienen, los siguientes elementos en la quimiósmosis? P680, P700, plastocianina, plastoquinona, ferredoxina, NADP⁺ Reductasa y la ATP sintetasa?

- ¿Cómo es la cooperación entre los fotosistemas I y II y el proceso de quimiósmosis?

- ¿Cómo se sintetiza el ATP en los cloroplastos?

1.5 Origen y evolución de los sistemas celulares:

Un rasgo suficiente y necesario para hablar de los seres vivos, es que están formados por células, una o muchas. La evidencia señala que las primeras células, semejantes a las bacterias actuales, se formaron hace más 3 500 millones años, muy probablemente bajo los planteamientos de las teorías mecanicistas de las teorías sobre el origen de la vida, como la llamada “mundo RNA”. De igual manera se plantea que todas las formas de vida provienen de un ancestro conocido como LUCA (last universal common ancestor) a partir del cual se derivan todas las células, pasadas y actuales.

1.5 a) tipos celulares: procariontes y eucariontes

Las células que constituyen a todos los seres vivos se dividen en dos clases principales, división basada originalmente en la presencia o ausencia de un núcleo celular; a las células que carecen de dicho núcleo se les denomina procariontes, mientras que las células que presentan núcleo son llamadas eucariontes. Se considera que las primeras células que aparecieron en el planeta eran de tipo procarionte, una estructura formada por una membrana compuesta por fosfolípidos que encerraba a un RNA autorreplicante. Otro aspecto clave para el establecimiento de la vida era la obtención de energía, situación resuelta con la aparición de metabolismos energéticos como la glucólisis, en situaciones muy probablemente de anaerobiosis.

La célula procarionte a pesar de su supuesta sencillez con respecto de la eucarionte, se encuentra en organismos que pertenecen tanto al Dominio Archaea como al Dominio Eubacteria, por lo que podemos suponer que este tipo de célula tiene una gran capacidad de adaptación a muy diversos y hasta extremos ambientes. Si bien la ausencia de envoltura nuclear define a este tipo de célula, hay otros rasgos que distinguen a esta: su pequeño tamaño que va de 1 a 10 micras, la carencia de organelos membranosos, ribosomas de tamaño 70S, un flagelo formado por proteína flagelina en un arreglo "9+0", pared celular formada por peptidoglucano. Su material genético, DNA, no se asocia a histonas, formando un "cromosoma" único y circular que posee regiones funcionales llamadas operones. Sus RNA transcritos no se procesan (no poseen exones e intrones) funcionando de inmediato como RNA mensajeros, por lo que la transcripción y traducción son casi simultáneas; los RNA mensajeros son policistrónicos. Presentan segmentos adicionales de DNA llamados plásmidos. Las fibras citoesqueléticas son diferentes a las de eucariontes. Su reproducción es por fisión binaria por lo que casi no hay procesos de recombinación genética; de acuerdo a cómo obtienen la energía pueden ser fotoautótrofos, fotoheterótrofos, quimioheterótrofos o quimioautótrofos.

La célula eucarionte aparece de manera más reciente, muy probablemente como consecuencia de la asociación endosimbiótica de células procariontes. El rasgo distintivo de este tipo de célula es la envoltura nuclear que encierra al material genético, y en términos generales es más "compleja" que la célula procarionte. Es de mayor tamaño (de 10 a 100 micras), cuenta con organelos membranosos, los ribosomas son 80S, la estructura de locomoción flagelo o undulipodia está formada por proteína tubulina en un arreglo "9+2", cuando presentan pared celular es de celulosa o de quitina. Su DNA se asocia a histonas y forma estructuras filiformes mayoritariamente en pares llamadas cromosomas. El DNA presenta exones e intrones, por lo que el RNA transcrito sufre una maduración previa a ser un RNA mensajero; la envoltura nuclear separa en tiempo y espacio la transcripción de la traducción. No se organiza en operones por lo que

el RNA mensajero es monocistrónico. Tiene un citoesqueleto definido. La reproducción es asexual como en la mitosis, pero presenta procesos de recombinación genética durante la meiosis (sexual); por último la forma de obtener energía son básicamente fotoautótrofa y quimioheterótrofa. Este tipo de célula puede funcionar de forma individual (protistas y hongos unicelulares) o bien formar agrupaciones funcionales como son los tejidos y origina a los organismos pluricelulares como son plantas, animales y hongos.

1.5 b) estructura molecular de la membrana celular, sus funciones y su importancia en la compartimentalización de la célula

Un punto clave para el surgimiento de la vida, de las células, era poder formar una barrera que a los primeros sistemas moleculares les aislara y diferenciara con respecto de su entorno para llevar a cabo procesos bioquímicos propios y que a la vez, les permitiera el intercambio de sustancias con dicho medio que les rodeaba. Dicha barrera es lo que hoy se considera como membrana celular.

La membrana celular está conformada por una bicapa de fosfolípidos, compuestos de carácter anfipático (presentan una región hidrofílica y una región hidrofóbica) que al contacto con el agua adquieren de forma espontánea la estructura de bicapa, con la región hidrofílica hacia el medio acuoso y la región hidrofóbica hacia el interior de la bicapa, generando una estructura muy estable. En la membrana celular cada monocapa de la bicapa, presenta un contenido particular de fosfolípidos produciendo una asimetría de membrana que es muy importante para las funciones que desempeña dicha membrana; la fosfatidilcolina y la fosfatidilserina son ejemplo de estos compuestos. Otro tipo de molécula presente en la membrana celular son las proteínas que se asocian de diferentes maneras con los fosfolípidos, constituyendo la parte funcional de dichas membranas. Las proteínas pueden asociarse a una monocapa específica, cruzar por completo la bicapa, dependiendo de la función que desempeñen y se pueden clasificar considerando su interacción con la bicapa; las proteínas que cruzan la bicapa juegan un papel trascendente en los mecanismos de transporte de las sustancias a través de la membrana. Los carbohidratos también forman parte de la estructura de las membranas biológicas como una molécula de señalización y protección por lo que se ubican únicamente en la monocapa exterior de la membrana (parte de la asimetría de la membrana). Estos carbohidratos se pueden unir a lípidos específicos y proteínas de membrana. Se ha observado que hay regiones dentro de la membrana celular que se distinguen de otras por su composición particular de lípidos y carbohidratos, que reciben el nombre de balsas lipídicas y que al parecer son importantes en mecanismos de señalización.

A partir de la estructura y composición de la membrana celular se puede ir señalando las funciones que desempeña para la célula misma. Por su naturaleza

química aísla de forma selectiva el contenido celular del ambiente externo produciendo condiciones internas para el desarrollo correcto de las reacciones bioquímicas propias de una célula, pero debe permitir el paso de sustancias en ambas direcciones; a estos procesos se les denomina transporte y es una de las funciones más distintiva de las membranas. A través de las membranas deben moverse líquidos, gases, moléculas diversas, partículas sólidas; algunas de estos materiales pueden pasar la membrana por su naturaleza lipídica o por su tamaño. Se habla de un transporte pasivo cuando este mecanismo no requiere energía y va a favor de gradientes de concentración. El caso más referido es el movimiento del agua u ósmosis, pero otras moléculas como moléculas con carga o no lipídicas requieren de mecanismos de transporte que implica de la inversión de energía, pues van en contra de sus gradientes de concentración. Como se necesita de un aporte energético, a este mecanismo se le llama transporte activo. También se dan procesos de endocitosis (fagocitosis, pinocitosis y la mediada por un receptor), exocitosis y transcitosis.

Las proteínas de membrana van a ser las principales responsables del transporte de sustancias a través de las membranas, forman canales iónicos para el paso selectivo de ciertos iones, forman complejos moleculares llamados bombas para el transporte de iones como sodio, potasio (bomba sodio-potasio) calcio. Así las proteínas son uniportadoras, simportadoras o antiportadoras. Otro tipo de proteína y algunos lípidos de la monocapa exterior pueden asociarse con carbohidratos y forman una cubierta celular la cual protege a la célula frente a agresiones químicas o el contacto indeseado con alguna partícula ajena pero también interviene en procesos de reconocimiento y de adhesión celular.

Para la célula eucarionte, la presencia de organelos membranosos como mitocondrias, retículo endoplásmico, lisosomas, permitió hacer más eficientes sus procesos de obtención de energía, producción de compuestos, degradación de moléculas, es decir pudo organizar en compartimientos membranosos estas funciones. Los sistemas membranosos internos crean de igual manera microambientes en donde cada organelo puede actuar de forma independiente uno con respecto del otro. El ambiente generado por la membrana del lisosoma le permite degradar sustancias, el ambiente del Cuerpo de Golgi le permite sintetizar cierta clase de lípidos. De esta manera cada función se regula y coordina de mejor manera. El éxito de la célula eucarionte se debe en gran medida a la compartimentalización membranosa que se da al interior de la misma.

1.5 c) organelos celulares

Una de las razones del éxito de las células (procariontes o eucariontes), es la organización y coordinación de las funciones que deben desarrollarse en su interior, en respuesta a su medio interno mismo y al ambiente circundante. Dichas unidades funcionales se denominan organelos y su presencia dependerá del tipo de célula. Un organelo presente en todo tipo de célula es el ribosoma que tiene como función el traducir el mensaje genético en forma de nucleótidos contenido en un RNA mensajero, a un lenguaje de aminoácidos propio de las proteínas. En términos generales, la envoltura nuclear propia de la célula eucarionte, se encarga de contener la información genética, siendo el espacio tanto de la replicación del DNA como de la formación del RNA, además de separar los eventos de transcripción y traducción. Continuación de la membrana externa de la envoltura nuclear, el retículo endoplásmico rugoso (por los ribosomas que sostiene, auxilia en la síntesis de proteínas) y liso (síntesis de lípidos) se extiende por buena parte del citoplasma; los productos de este sistema endomembranoso son dirigidos al cuerpo de Golgi, en donde tanto lípidos como proteínas terminan su proceso de construcción. De esta región celular cada molécula ya sea proteica o lipídica se dirige a su lugar de destino por medio de vesículas membranosas, movidas por filamentos citoesqueléticos, al igual que las mitocondrias que por su función como centrales de energía requieren desplazarse a los sitios en donde se requiere esta. Del mismo Golgi se desprenden pequeñas vesículas que contienen enzimas proteolíticas para procesos degradativos, son los lisosomas; los peroxisomas igualmente membranosos contienen enzimas que degradan el agua oxigenada que ellos mismos producen además de intervenir en la eliminación de sustancias tóxicas como el etanol. Los proteasomas se encargan de degradar proteínas ya empleadas o mal plegadas. La célula eucarionte animal presenta un par de centriolos, estructuras de proteína que intervienen en la formación del huso mitótico, mientras que la eucarionte vegetal se distingue por la presencia del organelo fotosintético, el cloroplasto, también membranoso que elabora los glúcidos base para la nutrición. Una bolsa membranosa muy grande en células vegetales y más bien pequeña en animales, la vacuola, concentra agua con nutrientes o residuos según sea el caso.

El éxito de una célula radica en que cada organelo cumpla su función con precisión y que exista la regulación y coordinación entre cada uno de ellos con un fin común, la célula misma.

1.5 d) origen de los eucariontes: el caso de mitocondrias y cloroplastos

El origen de la célula eucarionte es uno de los tópicos más discutidos en la biología; el tiempo de surgimiento de la célula eucarionte se estima ahora en 2700 millones de años. Desde tiempo atrás ya se había hecho la observación del

parecido que organelos como la mitocondria y el cloroplasto tienen conprocariontes actuales, por lo que se suponía bien podrían haber sido en algún momento organismos de vida libre que fueron incorporados por endosimbiosis al interior de otra célula. Hay evidencias importantes que apoyan esta idea: tanto mitocondrias como cloroplastos poseen su propio DNA y es de tipo procarionte, como los ribosomas que ambos organelos presentan para codificar sus propias proteínas (aunque requieren proteínas codificadas en el DNA nuclear eucarionte), se dividen de forma independiente, su tamaño es muy similar al de una bacteria.

Se considera que un primer momento de endosimbiosis se produjo cuando una bacteria aerobia se introdujo dentro de otra célula posiblemente anaerobia, proporcionándole así la posibilidad de desarrollar a esta un metabolismo oxidativo. Más adelante un segundo evento endosimbiótico permitió a algún tipo de célula incorporar en su interior a un organismo semejante a una cianobacteria, proporcionando la posibilidad de independizarse del medio para su nutrición, al poder ejecutar fotosíntesis. Ambas acciones representan grandes ventajas para las células que pudieron responder de esta manera a algún tipo de presión ambiental. Si bien quedan interrogantes por responder en este tema, se puede afirmar que la endosimbiosis es una respuesta muy probable para explicar el origen tanto de las mitocondrias como de los cloroplastos en las células eucariontes



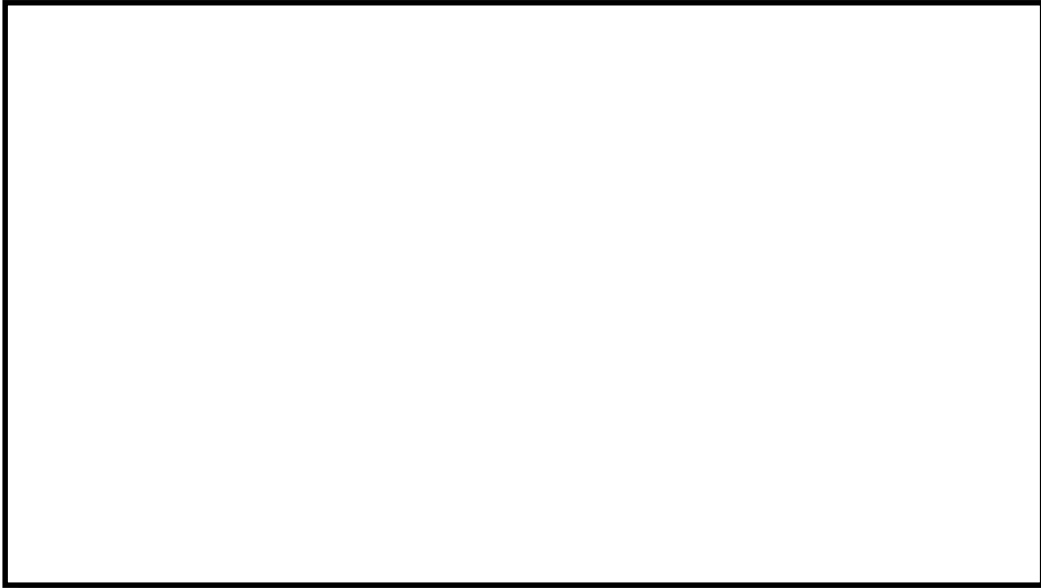
ACTIVIDADES 1.5

1. En el siguiente espacio dibuja una célula procarionte y una eucarionte puntualiza las diferencias y semejanzas entre ellas:

Célula procarionte



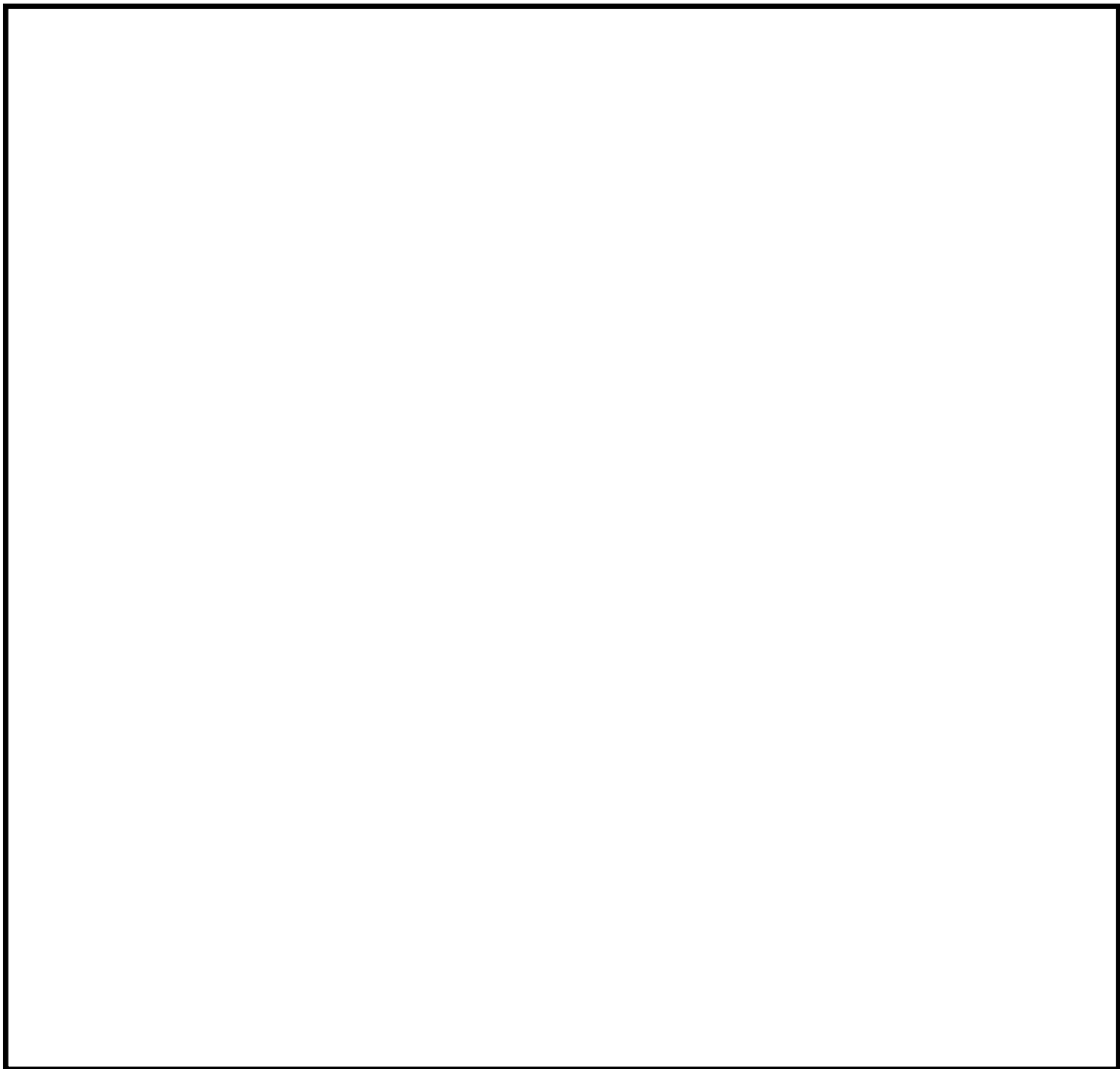
Célula eucarionte



2. Investiga, ¿Cómo es que las moléculas agua, carbohidratos, lípidos y proteínas y muchos iones atraviesan la membrana celular?

3. Investiga y explica ¿Cuál es la relación funcional entre el núcleo, retículo endoplásmico rugoso y liso; ribosomas, aparato de Golgi, lisosomas y peroxisomas?

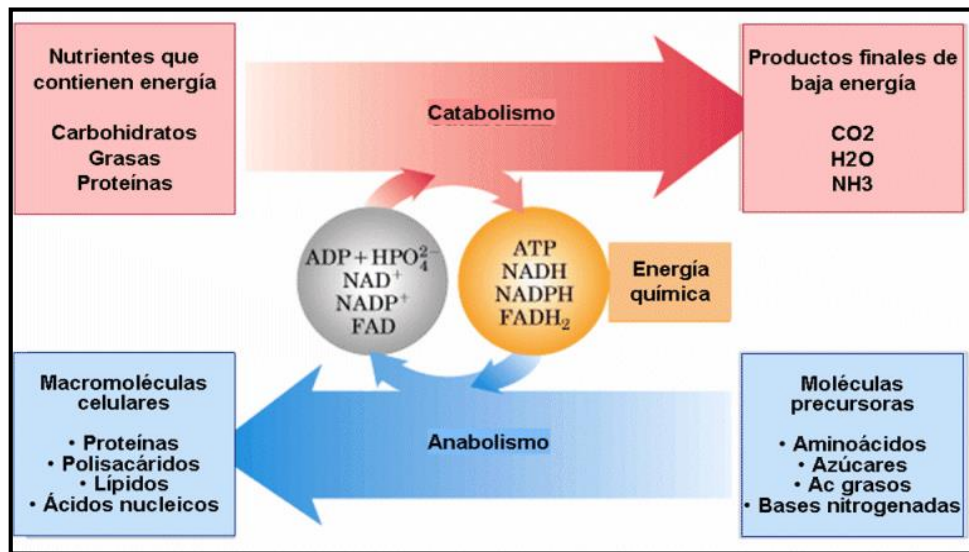
4. En el siguiente espacio realiza un dibujo en donde se muestren las características estructurales y funcionales de una bacteria, cloroplasto y mitocondria:
5. Con base en información que se presenta en los dibujos de la actividad 4, explica la teoría sobre el origen de la mitocondria y el cloroplasto:



AUTOEVALUACIÓN

1. ¿Por qué, algunos deportistas, han utilizado la eritropoyetina para aumentar su rendimiento?
 - A) Al aumentar la eritropoyetina, se incrementa la concentración de glucosa y como consecuencia aumenta la producción de ATP (energía)
 - B) Al aumentar la eritropoyetina, se incrementa el oxígeno en tejidos y como consecuencia aumenta la producción de ATP (energía)
 - C) Al aumentar la eritropoyetina, aumentar la concentración de dióxido de carbono en tejidos y como consecuencia aumenta la producción de ATP (energía)
 - D) Al aumentar e la eritropoyetina, crece la concentración de compuestos nitrogenados en tejidos y como consecuencia aumenta la producción de ATP (energía)

Observa la siguiente figura, que se refiere al metabolismo de la célula y contesta:



Metabolismo Recuperado de:

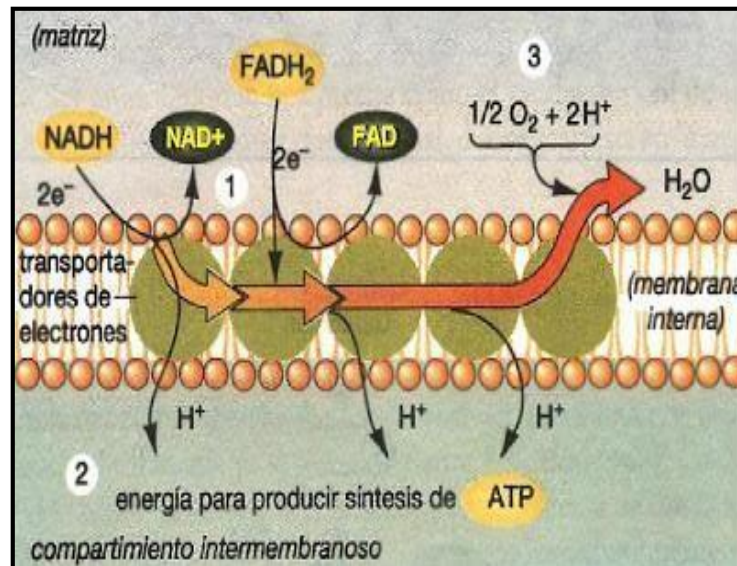
http://www3.uah.es/bioquimica/Tejedor/bioquimica_quimica/INTRODUCION-METABOLISMO.htm

2. Se dice que las mitocondrias son las “centrales energéticas” de las células porque:
 - A) Desprenden CO₂
 - B) Emplean luz solar
 - C) Producen energía al quemar determinados alimentos
 - D) Queman el oxígeno

3. La molécula energética por excelencia en las células es:
- A) H_2O
 - B) ATP
 - C) CO_2
 - D) O_2
4. Para que un proceso sea espontáneo, tiene que cumplir que la variación :
- A) La variación de la energía química debe ser negativa
 - B) La variación de la energía química debe ser positiva
 - C) De energía libre de Gibbs debe ser positiva
 - D) De energía libre de Gibbs debe ser negativa
5. Indica cuál de las siguientes afirmaciones es cierta:
- A) Los procesos reales son siempre irreversibles
 - B) En los procesos teóricos la entropía nunca aumenta
 - C) Los procesos teóricos son siempre irreversibles
 - D) Cualquier proceso real es siempre exotérmico
6. En un sistema abierto
- A) No hay transferencia de masa pero sí de energía con los alrededores
 - B) Hay transferencia de masa pero no de energía con los alrededores
 - C) No hay transferencia de masa ni de energía con los alrededores
 - D) Hay transferencia de masa y de energía con los alrededores
7. De los oligoelementos ¿Cuál elemento es necesario para la síntesis de la tiroxina, hormona que interviene en el metabolismo?
- A) Potasio
 - B) Flúor
 - C) Molibdeno
 - D) Yodo
8. De estos grupos de elementos químicos identifica, ¿cuál de ellos son bioelementos primarios?:
- A) Nitrógeno, Hierro, Calcio, Magnesio, Azufre
 - B) Zinc, Cloro, Hidrógeno, Potasio, Fósforo
 - C) Carbono, Nitrógeno, Oxígeno, Hidrógeno
 - D) Potasio, Fósforo, Sodio, Cloro

9. Es el grupo funcional de los aldehídos y cetonas
- A) Ácido carboxílico
 - B) Carbonilo
 - C) Hidroxilo
 - D) Amino
10. La fórmula química de la glicina es $\text{NH}_2\text{-CH}_2\text{-COOH}$ ¿Qué grupos funcionales se encuentran en este compuesto?
- A) Cetona, amida y alqueno
 - B) Éster, alcohol, alquino
 - C) Ácido carboxílico, amino y alcano
 - D) Alcohol, amino y alcano
11. Las interacciones hidrófobas, enlaces salinos, puentes hidrógeno, enlaces disulfuro son característicos de la estructura:
- A) Cuaternaria
 - B) Terciaria
 - C) Primaria
 - D) Secundaria
12. En el DNA las bases nitrogenadas se unen por puente hidrógeno entre:
- A) A-U y C-G
 - B) A-C y T-G
 - C) A-G y T-C
 - D) A-T y C-G
13. Enlaces glucosídicos que se encuentran en el glucógeno y la amilopectina?
- A) alfa 1,4 y beta 1,2
 - B) alfa 1,4 y alfa 1,6
 - C) beta 1,4 y beta 1,6
 - D) alfa 1,6 y alfa 1,2
14. Un enlace peptídico se forma cuando reaccionan un grupo:
- A) Ácido carboxílico y un grupo amino
 - B) Ácido carboxílico y un grupo cetona
 - C) Ácido carboxílico y un grupo aldehído
 - D) Ácido carboxílico y un grupo hidroxilo

15. La principal característica que nos permite diferenciar al cofactor de las demás moléculas que conforman una enzima es:
- A) Son moléculas de gran peso molecular
 - B) Son la parte no proteica de la enzima
 - C) Son de naturaleza inorgánica
 - D) Pueden ser iones metálicos
16. La vía metabólica que se encuentra en todos los seres vivos es la:
- A) Respiración
 - B) Glucolisis
 - C) Fotosíntesis
 - D) Gluconeogénesis
17. ¿En qué parte de la mitocondria se lleva a cabo el ciclo de Krebs y la cadena respiratoria?
- A) Espacio intermembranoso y la membrana externa
 - B) En el estroma y la membrana externa
 - C) En la matriz y en la membrana interna (crestas)
 - D) En el estroma y la membrana interna (crestas)
18. Observa la siguiente imagen, y elige la opción correcta para completar el enunciado.



Transporte de electrones Recuperado de:

http://4.bp.blogspot.com/_EdiSPJX1jg8/Sg4WJXpghpl/AAAAAAAAABtk/Aa5ytPDu6ZU/s400/06-RC-11.jpg

La cadena de transporte de electrones se lleva a cabo en la _____, los NADH y FADH₂ pierden _____, los electrones son transportados a través de membrana, se libera _____, se forma ATP y _____.

- A) Membrana externa de la mitocondria, oxígenos, CO₂ y H₂O
- B) Membrana interna de la mitocondria, hidrógenos, CO₂ y H₂O
- C) Membrana externa de la mitocondria, oxígenos, energía y H₂O
- D) Membrana interna de la mitocondria, hidrógenos, energía y H₂O

19. Los productos de la respiración a partir de una molécula de glucosa son:

- A) 30 ATP, 8 GTP, 12 H₂O y 6 CO₂
- B) 36 ATP, 2 GTP, 12 H₂O y 6 CO₂
- C) 36 ATP, 2 GTP, 6 H₂O y 6 CO₂
- D) 30 ATP, 8 GTP, 6 H₂O y 6 CO

20. Elige la opción que complete correctamente el siguiente párrafo:

La fotosíntesis es una vía _____ en la que la energía solar se transforma en _____. Durante la fase luminosa se transforma la energía luminosa en _____, moléculas que son utilizadas como fuente de energía en la fase independiente de la luz para la síntesis de _____.

- A) Anabólica, energía química, ATP, NADPH y glucosa
- B) Catabólica, energía química, ATP, NADPH y glucosa
- C) Anabólica, energía química, ATP, NADH y glucosa
- D) Catabólica, energía química, ATP, FADH₂ y glucosa

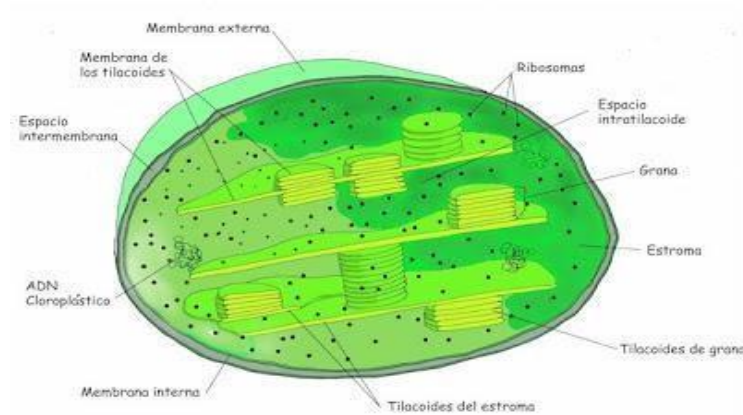
21. Los productos de la fotosíntesis son:

- A) Almidón y 6 O₂
- B) Glucosa y 12O₂
- C) Almidón y 12 O₂
- D) Glucosa, 6 O₂

22. Organelos involucrados en la fabricación de lisosomas y peroxisomas

- A) Núcleo, retículo endoplásmico rugoso y liso, complejo de Golgi
- B) Núcleo, retículo endoplásmico rugoso y liso y vacuola
- C) Núcleo, complejo de Golgi y vacuola
- D) Núcleo, vacuolas y ribosomas

23. Observa el siguiente esquema representa la estructura de un cloroplasto, elige la opción, en donde se lleva a cabo el Fotosistema I y II, y el ciclo de Calvin-Benson.



Estructura del cloroplasto recuperado de:

http://bp2.blogger.com/_EdiSPJX1jg8/RyoBSJYWYrI/AAAAAAAAALU/sKdfcGJkYfk/s400/cloroplasto+1.jpg

- A) Membrana externa y espacio intermembrana
B) Membrana de los tilacoides y estroma
C) Membrana de los tilacoides y ribosomas
D) Membrana interna y estroma
24. Organelos involucrados en la transformación de energía
- A) Ribosomas y lisosomas
B) Peroxisomas y lisosomas
C) Mitocondrias y peroxisomas
D) Mitocondrias y cloroplastos
25. Una cepa de *Escherichia coli*, se coloca en un medio de cultivo de agar con glucosa, y se deja a una temperatura de 36° C. Al siguiente día al observar al microscopio las bacterias se encuentran deshidratadas.
¿Cuál fue la causa de este hecho?
- A) El medio de cultivo era una solución hipotónica y las bacterias sufrieron una lisis
B) El medio de cultivo era una solución isotónica y las bacterias sufrieron una lisis
C) El medio de cultivo era una solución hipertónica y las bacterias sufrieron plasmólisis
D) El medio de cultivo era una solución hipotónica y las bacterias sufrieron una plasmólisis

REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS

Libros

- Alberts, B., Johnson, A., Lewis, J., Morgan, D., Raff, M. Roberts, K., y Walter, P. (2016). *Biología molecular de la célula; con problemas de John Wilson*. (6ª ed.). Barcelona: Omega.
- Audesirk, T., Audesirk, G., y Byers, B. (2008). *Biología: La vida en la Tierra* (8ª ed.). México: Pearson Educación
- Goldstein, M., I. Goldstein. (1995). *The refrigerator and the universe*. Understanding the laws of energy. Cambridge
- Harvard University Press, Hewitt, P. (2007). *Física conceptual*. (10ª ed.) México: Pearson education
- Jiménez L., Ruiz R., Núñez J., Quiroz I., Delgadillo E., Chacon J., Saldaña M., y Hernández M. (2006). *Conocimientos fundamentales de biología*. Vol. I. México: UNAM
- Lodish, H., A. Berk, C. A. Kaiser, M. Krieger, A. Bretscher, H. Ploegh, A. Amon, M. P. Scott. (2013). *Biología Celular y Molecular*. (7ª ed.) México: Médica Panamericana.
- Martínez L., López S., García B., Gallegos C., Busto J., Cárdenas G. (2011). *Secuencias didácticas de biología para los laboratorios de ciencias del bachillerato*. México: UNAM.
- Melo, V. y Cuamatzi O. (2007). *Bioquímica de los procesos Metabólicos*. México. Ed Reverté.
- Nelson, D. y Cox M. (2015). *Lehninger: Principios de Bioquímica*. Barcelona: Omega
- Timberlake, K. C. (2013). *Química General, orgánica y biológica: estructuras de la vida*. (4ª ed.). México: Pearson Educación
- Voet, D., Voet J. D. y Pratt C. W. (2007). *Fundamentos de Bioquímica: La vida a nivel molecular*. México: Médica Panamericana
- Voet, D. y Voet J. D. (2006). *Bioquímica*. México: Médica Panamericana

Recursos electrónicos

Arancibia, C., R. Best, Energía del Sol. Recuperado de:
https://www.revistaciencia.amc.edu.mx/images/revista/61_2/PDF/EnergiaSol.pdf

Chemistry for Biologists: Metabolism and energy. Recuperado de:
<http://www.rsc.org/Education/Teachers/Resources/cfb/metabolism.htm>.

Cooper G.M. (2000) The Cell: A Molecular Approach. Sunderland (MA): Sinauer Associates; 2nd edition. Metabolic Energy. Recuperado de:
<https://www.ncbi.nlm.nih.gov/books/NBK9903/>.

Garritz, Gasque, Martínez (2005). Recuperado de:
http://depa.fquim.unam.mx/amyd/archivero/Garritz-Gasque-MartinezCapitulo8_25230.pdf.

Gibbs free energy. Recuperado de:
<https://www.chemguide.co.uk/physical/entropy/deltaG.html>

Khan Academy. (2018). Biotecnología. Recuperado de:
<https://es.khanacademy.org/science/biology/biotech-dna-technology>

Peces R. (2003) Eritropoyetina y otras sustancias para incrementar el rendimiento en los deportistas. Nefrología. Vol. XXII (6). pp: 484-486. Recuperado de:
<http://www.revistanefrologia.com/es-publicacion-nefrologia-articulo-eritropoyetina-otras-sustancias-incrementar-el-rendimiento-los-deportistas-X0211699503016499>

Reyes U., González C., Reyes U., Reyes D., Reyes K., Bailón A, Castell E., Garzón E. (2011) Eritropoyetina recombinante humana y dopaje, riesgo en adolescentes deportistas. Revista Mexicana de Pediatría. Vol. 78(6). pp: 242-246. Recuperado de: <http://www.medicigraphic.com/pdfs/pediat/sp-2011/>

Otras fuentes de consulta

Fotografías e imágenes

Destino del ácido pirúvico en condiciones aerobias y anaerobias [imagen].
Recuperado de:
<https://www.yumpu.com/es/image/facebook/27825735/15.jpg>

Esquema de la membrana tilacoidal [imagen]. Recuperado de:
<https://www.biologycorner.com/2017/11/26/photosystems-and-chemiosmosis-coloring/>

Estructura del cloroplasto [imagen]. Recuperado de:
http://bp2.blogger.com/_EdiSPJX1jg8/RyoBSJYWYrI/AAAAAAAAALU/sKdfcGJkYfk/s400/cloroplasto+1.

Fotosíntesis, reacciones dependientes e independientes de la luz [imagen].
Recuperado de:
http://www.botanica.cnba.uba.ar/Pakete/3er/fotosintesis/fotosintesis_archivos/image008.gif

Gráfica reacciones exergónicas [imagen]. Recuperado de:
<https://es.khanacademy.org/science/biology/energy-and-enzymes/introduction-to-enzymes/a/activation-energy>
<https://1.bp.blogspot.com/-10yUgGStQtw/VGNqIGbl8tI/AAAAAAAAjBg/HKJtEWq1I/s1600/fotosintesis%2Brespiracion.png>

Metabolismo (anabolismo y catabolismo) [imagen]. Recuperado de:
http://www3.uah.es/bioquimica/Tejedor/bioquimica_quimica/INTRODUCION-METABOLISMO.htm

Reacción catalizada por una enzima [imagen] Recuperado de:
<https://es.khanacademy.org/science/biology/energy-and-enzymes/modal/a/enzymes-and-the-active-site>

Transporte de electrones [imagen]. Recuperado de:
http://4.bp.blogspot.com/_EdiSPJX1jg8/Sg4WJXpqhpl/AAAAAAAAABtk/Aa5ytPDu6ZU/s400/06-RC-11.jpg

Vías metabólicas (anabólicas y catabólicas) [imagen]. Recuperado de:
<https://1.bp.blogspot.com/-10yUgGStQtw/VGNqIGbl8tI/AAAAAAAAjBg/HKJtEWqwS1I/s1600/fotosintesis%2Brespiracion.png>

UNIDAD 2: Expresión génica y la influencia del ambiente

Objetivos específicos

El alumno:

- Analizará los mecanismos de expresión génica, mediante la revisión de casos específicos a través de lecturas impresas y digitales sobre ejemplos como el operón y la metilación del DNA, para diferenciar los procesos de regulación en procariontes y eucariontes.
- Explicará la influencia del medio en la expresión génica, a través de investigaciones en fuentes de información confiable impresa y digital, para entender cómo la información epigenética modula la expresión de los genes sin alterar la secuencia de DNA.
- Explicará la comunicación celular como un mecanismo homeostático, mediante el análisis de casos concretos, para entender cómo este proceso permite mantener las condiciones fisicoquímicas internas adecuadas para la vida.
- Analizará la importancia de la comunicación celular y la influencia de factores externos en las primeras etapas del desarrollo embrionario, mediante la búsqueda de información, la lectura de artículos en español y otros idiomas y la elaboración de modelos para integrar los procesos de control génico en la biología del desarrollo.

2.1 Importancia de la actividad física en el encendido y apagado de genes, en la diabetes y algunos tipos de cáncer

Todos los seres vivos organizamos nuestra información en unidades llamadas genes, constituidos por DNA que se organiza en forma de un “código genético” que controla el funcionamiento de nuestras células. Cada gen debe en condiciones normales expresarse en tiempo y forma para el funcionamiento correcto de un organismo. La “expresión génica” se refiere a los mecanismos que controlan la actividad de un gen: el momento de encenderse, principalmente promoviendo la síntesis de una proteína y de apagarse para detener dicha producción. Es de esperar que esta actividad génica tenga una estrecha relación con el ambiente en donde se desenvuelve un organismo, pues muchas de estas reacciones se ejecutan en función de la presencia de por ejemplo nutrientes en el medio. Así, ya sea un organismo unicelular o uno pluricelular expresa cierto tipo de genes en sus células; en todas las células de un humano se encuentra la misma información genética pero se expresa de diferente manera dependiendo del tipo y función de

cada célula. Los mecanismos que regulan dicha expresión y los factores que inciden en ellos son de gran importancia.

Algunos estudios indican que la actividad física es un factor importante para reducir en algunas personas con el gen FTO (fat mass and obesity associated), que se asocia como un factor mayor de susceptibilidad genética para la obesidad, disminuyendo en estos pacientes el riesgo a obesidad y a un efecto en su índice de masa corporal. En adolescentes una actividad física moderada tiende a disminuir el riesgo del gen FTO sobre la obesidad. Se considera que los efectos negativos de los factores genéticos sobre el índice de masa corporal podrían modificarse si se modifica el estilo de vida sedentario. Aparentemente este efecto se relaciona con los patrones de metilación que genes como el FTO presentan, y que también se relacionan con problemas como la diabetes mellitus tipo 2 (DM2).

En la actualidad son varios los mecanismos epigenéticos conocidos, aunque están siendo descubiertos algunos nuevos. Entre los más estudiados y generales podemos destacar es la metilación del DNA, que consiste en la adquisición de grupos metilo (CH_3), mientras que la hipometilación permite la expresión del gen. Se ha demostrado que, cuando personas sedentarias realizan ejercicio, se producen modificaciones epigenéticas en el DNA dentro de las células musculares, al ganar o perder marcas de grupos metilo en ciertas secuencias familiares de DNA. El código genético subyacente se mantiene igual, pero acumula mejoras fisiológicas debidas al ejercicio. Se produce un pequeño cambio, pero apreciable en el DNA mejorando la adaptación de los músculos al ejercicio físico. También han demostrado que el ejercicio físico puede retrasar la aparición de la diabetes al aumentar la expresión de determinados genes implicados en la actividad oxidativa del músculo y la regulación de la glucosa.

En el cáncer en células tumorales se ha encontrado que presentan mayor cantidad de metilaciones en el DNA que en las células vecinas, esto ocasiona alteraciones a gran escala de la cromatina y pérdida de la impronta. También presentan la pérdida de actividad de unas moléculas llamadas microRNAs, (son bloqueadas por la metilación), que en células sanas tienen la función de frenar el crecimiento, la división celular y de fijarlas al tejido correspondiente; por eso, las células comienzan a dividirse de forma desmedida con desprendimiento de su sustrato y la posibilidad de migrar a estructuras vecinas. Hay diversos estudios en donde se ha establecido que mujeres que practican deporte tienen una menor prevalencia de cáncer de mama.



ACTIVIDADES 2.1

1. Con la información anterior y las lecturas sugeridas completa el siguiente cuadro:

	¿Qué sucede en el DNA?	¿Qué genes se modifican?	¿Qué sucede en un organismo?
Ejercicio físico y diabetes.			
Ejercicio físico y cáncer.			

2.2 Genética molecular: DNA y RNA

El establecimiento del DNA como la molécula que contiene la información genética representa uno de los momentos más importantes en la Biología contemporánea, junto con la presentación del modelo de doble hélice del DNA, la forma en que nuestra información genética está codificada y la manera en que dicha información es copiada para poder transmitirla de una célula a su progenie.

2.2 a) replicación

Uno de los principales atributos de los seres vivos es la reproducción y para lograr esto se necesita hacer una copia de las instrucciones contenidas en el DNA para que la célula o células resultantes posean la misma cantidad y tipo de información, tanto para su funcionamiento como para llegado el momento, reproducirse igualmente y así sucesivamente. A mediados del siglo pasado se conocieron los mecanismos que a nivel molecular permiten al DNA hacer copias de sí mismo, labor que requiere de la intervención de varias enzimas.

La replicación del DNA (ver figura 2.2.1) se produce en la etapa S de la interfase del ciclo celular y se dice que es semiconservativa. Cada una de las hebras originales de nucleótidos sirve de molde para formar a una hebra hija respectivamente con el resultado de que al finalizar la replicación, las dos dobles hélices son iguales entre sí, cada una formada por una hebra original y una hebra hija (de ahí lo de semiconservativa). Así las células descendientes recibirán la misma información.

La replicación de las dos hebras de DNA originales es diferente. Una de las hebras corre en dirección 5'--3', mientras que la otra lo hace en dirección opuesta. La enzima responsable de la replicación, la DNA polimerasa, sólo puede agregar nucleótidos al extremo 3' libre de tal forma que su dirección de lectura es 3'--5'. Esta hebra se sintetiza de forma continua y se le llama hebra conductora, mientras que la otra hebra llamada hebra retrasada se lee en forma discontinua, en fragmentos (de Okazaki) aunque su dirección de lectura es la misma que la de la hebra conductora.

La replicación requiere de una serie de moléculas como un RNA cebador o "primer", enzimas (además de la DNA polimerasa) y proteínas que trabajan de una forma coordinada para lograr hacer copias idénticas del DNA original, pero puede haber errores y para eso existen mecanismos de reparación de varios tipos. La continuidad de la vida depende de la exactitud de los procesos de replicación.

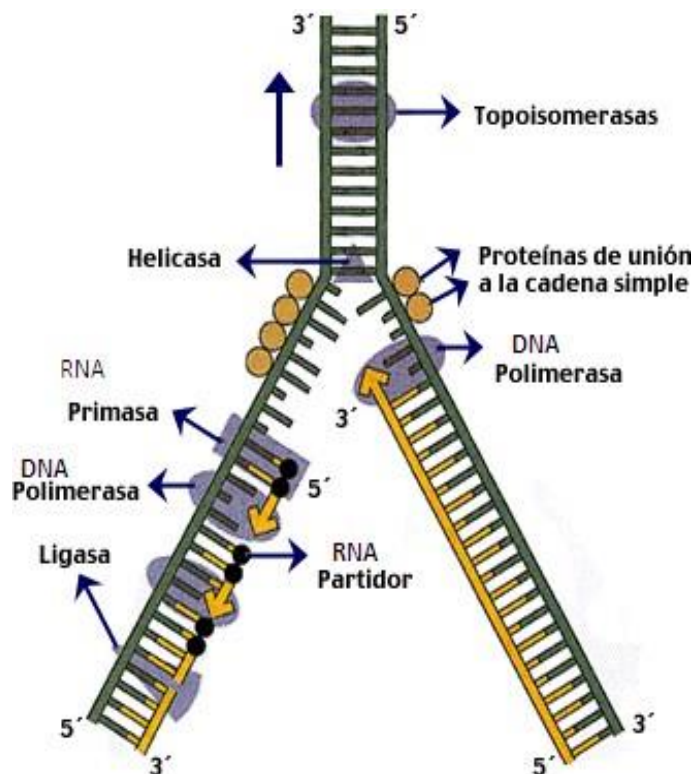


Figura 2.2.1 Replicación del DNA. Recuperado de:
<http://3.bp.blogspot.com/-MprlszNLNLU/T2TqITY15FI/AAAAAAAAANK/HXqy2SExotI/s320/3.png>

2.2 b) transcripción y post-transcripción

Otro momento muy importante para la célula es expresar sus instrucciones para gobernar la actividad celular, y esto lo logra principalmente vía la síntesis de una proteína. Este proceso inicia con la transcripción que se hace de una de las dos hebras del DNA, la cual consiste en hacer una copia de un segmento (que podría considerarse operativamente como un gen) de ésta, en forma de una molécula de RNA, la cual y en función del tipo de organismo que se trate puede considerarse como un RNA mensajero (en procariontes) o un RNA transcrito que sufrirá algunas modificaciones (en eucariontes) antes de ser un RNA mensajero maduro. El principio básico es hacer una copia del mensaje presente en el DNA sin arriesgarlo a un accidente desafortunado que llevara a su daño o pérdida.

Para la transcripción una de las dos hebras de DNA actúa como molde para que la enzima RNA polimerasa (RNA polimerasa II en eucariontes) lea las bases expuestas y pueda transcribir, manteniendo la complementariedad de bases del DNA pero incorporando U en lugar de T. Se reconocen tres etapas en la transcripción:

- **Iniciación:** Aun con el DNA en estado de doble hebra la RNA polimerasa y otras proteínas llamadas factores de transcripción se unen a un sitio específico llamado “promotor” (caja TATA o islas CpG principalmente, en eucariontes). Se separan las dos hebras de tal modo que las bases de una de ellas (hebra molde) quedan expuestas y listas para ser leídas.
- **Elongación:** La RNA polimerasa de forma individual recorre la hebra molde de DNA, y va incorporando uno a uno el nucleótido complementario correspondiente, al extremo 3' del RNA que se va formando.
- **Terminación:** liberación de una molécula completa de RNA, la RNA polimerasa se separa del DNA molde. El RNA transcrito tiene una dirección 5'--3'

En el caso de los procariontes este RNA es el RNA mensajero y podrá ser atacado de forma inmediata para su traducción. Los eucariontes difieren significativamente en este punto. Considerando la presencia de la envoltura nuclear, el RNA transcrito va a pasar por al menos tres momentos de modificación significativos antes de que se obtenga un RNA mensajero maduro y que pueda así ser exportado hacia el citoplasma, hay consecuentemente una separación del proceso de transcripción y de la traducción. Los eventos postranscripcionales son la incorporación en el extremo 5' del RNA de un casquete o capuchón 5', que es una guanina modificada y la producción en el extremo 3' de una secuencia de más de 100 adeninas para formar la cola poliA. Estas modificaciones acompañan,

protegen y son parte fundamental del funcionamiento de un RNA mensajero que sale del núcleo. Finalmente se produce el corte y empalme de exones e intrones, es decir en el RNA transcrito hay regiones codificantes llamadas exones y regiones no codificantes llamadas intrones, ubicadas entre las codificantes; este “splicing” consiste en que se recorten los intrones y los exones se peguen. Un RNA mensajero maduro presenta entonces su capucha G, los exones unidos entre sí (y no hay intrones) y la cola poliA y está listo para ser enviado al citoplasma; hay mecanismos a nivel de la envoltura nuclear que controlan la salida de los RNA mensajeros, los cuales no pueden dirigirse hacia el citoplasma si carecen de la capucha G y/o de la cola poliA.

2.2 c) traducción y post-traducción

Uno de los grandes logros de la investigación molecular fue el descubrimiento de cómo está escrita la información genética y cómo la célula puede descifrarla para expresarla en una proteína. Si bien se conocía la estructura nucleotídica del DNA no se conocía como estaba escrito cada mensaje en él. El establecimiento del código genético y cómo se expresa es un claro ejemplo de trabajo interdisciplinario y colaborativo cuyas repercusiones seguirán vigentes al correr de los años.

El proceso de la traducción como su nombre lo indica consiste en pasar una frase de un lenguaje a otro, pero en este caso el paso es de un lenguaje bioquímico basado en nucleótidos a un lenguaje basado en aminoácidos, de los ácidos nucleicos a las proteínas. En términos generales el mecanismo es muy similar entre procariontes y eucariontes y se requiere de una gran máquina molecular que es el ribosoma, formado por RNA ribosomal (RNAr) y proteínas, de RNA de transferencia (RNAt) y por supuesto del RNA mensajero (RNAm). Este RNA mensajero lleva en grupos de tres nucleótidos o codón la información que determina a un aminoácido particular; el RNA ribosomal constituye al ribosoma y el RNA de transferencia coloca un aminoácido específico en correspondencia con el RNA mensajero para ir formando una cadena de aminoácidos o polipéptido.

El RNAm lleva el mensaje proveniente del DNA escrito en codones o triplete que va a ser leído a partir de un punto de inicio específico. Existen 64 codones, 61 especifican a los 20 (o 21) aminoácidos que forman a las proteínas y hay tres codones que son señales de terminación y no especifican aminoácido alguno. Hay más codones que aminoácidos, por lo que algunos aminoácidos son sintetizados por diferentes codones (denominados codones sinónimos). Normalmente el codón que marca el inicio de la traducción es AUG que determina al aminoácido metionina y establece el marco de lectura. Al llegar el RNAm a la subunidad menor del ribosoma y el RNAt deposita este primer aminoácido, la subunidad mayor se ensambla a la menor y el ribosoma ya completo va recorriendo a la molécula de RNAm siempre en grupos de tres nucleótidos para incorporar,

apoyado por el RNAt al aminoácido correspondiente, uno a uno. A este proceso se le llama elongación. El RNAt reconoce la secuencia de tres nucleótidos presente en el RNAm porque en una región de su estructura tiene una secuencia complementaria a tal secuencia en el RNAm, llamada anticodón.

El ribosoma tiene los sitios catalíticos para ir uniendo a los aminoácidos conforme el polipéptido va creciendo, hasta que se llega al punto de finalizar la traducción. Esto sucede cuando en la hebra de RNAm se encuentra uno de los tres codones de fin de lectura que no codifican aminoácido sino incorporan un factor de liberación que provoca la liberación del RNAm del ribosoma, el desprendimiento del polipéptido sintetizado también del ribosoma y que las dos subunidades ribosomales se separen entre sí, dando término al proceso de la traducción. Dicho polipéptido no es aún una proteína y dependiendo de varios factores (como su destino) va a pasar por procesos de modificación post-traduccional.

Varios son los mecanismos post-traduccionales, desde la simple remoción del aminoácido de inicio de lectura (metionina), la incorporación de grupos acetilos, hasta las muy importantes modificaciones que sufren por ejemplo las histonas en el DNA al ser metiladas siendo este un proceso clave en la estructura de la cromatina y en la regulación del DNA mismo o en la fosforilación de algunas proteínas y que juega un papel clave en la activación o inactivación de estas, la información que se encuentra en la secuencia del DNA son las instrucciones que incluyen los materiales y herramientas necesarias para que la maquinaria de la célula pueda sintetizar una proteína.

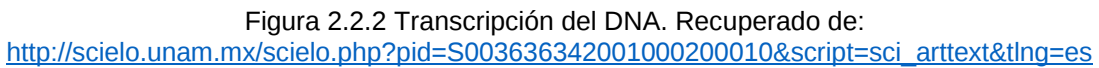


ACTIVIDADES 2.2

1. Contesta el siguiente cuadro con base en la información anterior y consultando la siguiente liga: <https://es.slideshare.net/EDU3364/ciclo-celular-replicacin-del-adn-y-reproduccion-celular-tema-8>

ENZIMA	ACCIÓN	FUNCIÓN EN LA CÉLULA
DNA POLIMERASA I		
DNA POLIMERASA III		
DNA GIRASA (TOPOISOMERASA II)		
DNA HELICASA		
TOPOISOMERASA I		
PRIMASA		

- 



3. Después de revisar el siguiente tutorial contesta lo siguiente:
https://es.slideshare.net/EdgarLuisMarquinaMontesinos/4sintesis-proteica?qid=e1fc4dcd-9b7f-4141-b89f-3286b8a2c9f9&v=&b=&from_search=9
- a. Analiza y anota la importancia del evento postranscripcional para la síntesis de una proteína.
-
-
-
-
-
-
-
-
- b. ¿Qué elementos son necesarios para que se lleve a cabo la traducción?
-
-
-
-
-
-
-
-
- c. Explica brevemente las tres etapas de la traducción.
-
-
-
-
-
-
-
-

2.3 Regulación de la expresión de los genes en procariontes y eucariontes

¿Cómo y por qué las células tienen que activar sus genes para sintetizar una proteína? ¿A qué tipo de condiciones deben responder los mecanismos transcripcionales? Los mecanismos de regulación que tienen los procariontes son los mismos con respecto de los eucariontes...estos planteamientos representan puntos centrales en la investigación de la expresión génica. Por el lado de los procariontes, unicelulares, tenemos que deben responder a las condiciones que dicte el ambiente para su sobrevivencia, mientras que para los eucariontes, muchos de ellos pluricelulares, la respuesta debe enfocarse en la sobrevivencia del organismo en su totalidad, por lo que una célula individual debe responder en función de este ente integral, dejando de lado su individualidad.

El momento más importante de regulación de la expresión de los genes es durante la transcripción y en momentos previo a esta. Aunque similares en principio por la razón de producir el tipo y cantidad necesaria de una proteína, e igualmente evitar la transcripción innecesaria de otra, hay diferencias significativas entre los mecanismos regulatorios en procariontes y en eucariontes.

2.3 a) elementos constitutivos de un operón: gen regulador, promotor, operador y genes estructurales

En las células procariontes la transcripción y la traducción ocurren al mismo tiempo en el citoplasma. Su DNA está organizado en unidades funcionales llamadas operones, cada operón es una unidad de transcripción que funciona en conjunto y de manera coordinada. Se considera que la gran mayoría del genoma de una bacteria está organizada de esta manera por lo que podría decirse que el “cromosoma bacteriano” es un conjunto de operones. En esta organización los genes codificantes de un operón se encuentran contiguos para ser transcritos en un solo RNAm por lo que se denomina policistrónico.

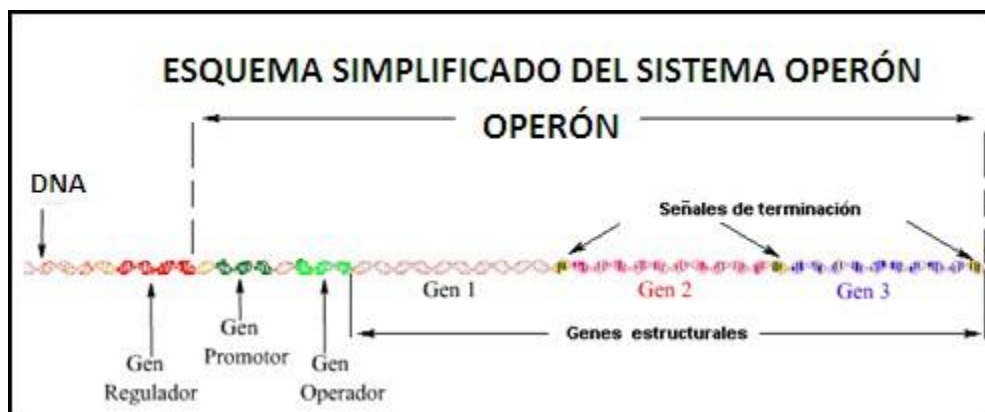


Imagen 2.3.1 Componentes del modelo del operón. Recuperado de: <https://image.slidesharecdn.com/operon-110323190812-phpapp02/95/operon-40-728.jpg?cb=1300908013>

Un operón está formado por: un gen regulador, que se encarga de codificar a una proteína represora que regula la actividad del operón. Un gen operador, que es la región dentro del operón a la que se encuentra unida la proteína represora que produce el gen regulador; un promotor, que es una secuencia de DNA que es reconocida por la RNA polimerasa e indica el sitio del inicio de transcripción. Los genes estructurales, son las secuencias codificantes que determinan la síntesis de una o más proteínas (enzimas) y son transcritas en un solo RNAm. Cada gen codificador presente en la región estructural del operón, tiene sus propios

señalamientos de inicio y término y es traducido de forma independiente con respecto de los otros.

Desde el punto de vista de la expresión genética, los operones bacterianos se pueden dividir en dos grandes tipos:

- de expresión constitutiva (es decir, aquellos que se transcriben permanentemente, independientemente de las condiciones ambientales).
- de expresión regulada en función de las condiciones ambientales y se dividen a su vez en de expresión inducible (se activan por la presencia de una molécula llamada inductor) y de expresión reprimible (se apagan por la presencia de una molécula llamada corepresor)

Se considera que los operones tienen un valor adaptativo para las bacterias pues permite el encendido o apagado de un grupo de genes relacionados funcionalmente, con un ahorro sustancial de recursos y energía.

2.3 b) operón lac y trp

El mecanismo de regulación génica en procariontes fue propuesto originalmente por los investigadores Jacob y Monod que emplearon como modelo al operón lactosa.

En el operón lactosa (lac) se encuentran tres genes estructurales que codifican tres enzimas necesarias para la incorporación al interior de la bacteria de lactosa: los genes son LacZ, LacY, LacA, que codifican respectivamente las enzimas β -galactosidasa, lactasa permeasa y transacetilasa. Para que se active el operón deben cumplirse ciertas condiciones en el medio, como la ausencia de glucosa y la presencia de lactosa. En ausencia de lactosa en el medio, en la región del operador se encuentra incorporada una proteína represora (represora de lactosa) que impide el paso hacia los genes estructurales de la RNA polimerasa y por lo tanto su transcripción. La RNA polimerasa puede encontrarse ya unida a la región del promotor pero no puede iniciar la transcripción. La presencia de lactosa en el medio activa la maquinaria de transcripción del operón lac: la lactosa es incorporada a un sitio alostérico de la molécula represora y provoca que esta se separe del sitio del operador por lo que la RNA polimerasa puede ahora recorrer sin obstáculos la región del DNA correspondiente a los genes estructurales y transcribirlos; de esta manera pueden aprovechar la lactosa del medio. Al agotarse dicho nutriente, la lactosa unida al represor se separa de este y recupera su forma afín al DNA y se pega al sitio del operador, bloqueando el paso de la RNA polimerasa e impidiendo en consecuencia la transcripción.

El operón triptófano (trp) funciona de forma un tanto diferente con respecto del modelo anterior. Normalmente se encuentra activo y si las condiciones del medio intracelular de la bacteria lo demandan, puede inactivarse. La síntesis de este aminoácido requiere de la codificación de cinco genes que están funcionando continuamente (la demanda de aminoácidos así lo establece). La molécula represora de la transcripción es una proteína que en su estado basal no es funcional y no se une al sitio del operador y la transcripción procede sin problema alguno; al sintetizarse triptófano en cantidades suficientes, se va a incorporar a un sitio alostérico del represor y lo vuelve activo pudiendo ahora pegarse al DNA del sitio del operador impidiendo que la transcripción continúe; el triptófano es entonces un correpresor. Si el triptófano se encuentra en el medio de crecimiento la bacteria puede incorporarlo y también por esta vía inactivar el operón trp.

2.3 c) metilación del DNA: control de la transcripción, procesamiento del RNA mensajero, modificación post-traducciona

La metilación del DNA es un mecanismo importante para evitar o modular la expresión de un gen o de cromosomas completos como en el caso del silenciamiento total de uno de los dos cromosomas sexuales "X" en hembras de mamíferos. Así mismo, se considera un mecanismo epigenético fundamental que determina la manifestación diferencial de un gen o incluso en la determinación de los destinos que las líneas celulares tendrán durante la embriogénesis de un animal. La metilación consiste en la incorporación de un grupo metilo ($-CH_3$) a una citosina por medio de un grupo de enzimas llamadas DNA metiltransferasas, produciendo una 5-metilcitosina. La metilación del DNA se produce durante la fase S del ciclo celular y sólo sobre la hebra nueva que se sintetiza.

La metilación se observa particularmente en mecanismos de regulación actuando sobre sitios promotores como las islas CpG, potenciadores y represores por lo que se considera que además tiene una relación estrecha con la impronta genética y otros procesos. Se considera que las células somáticas tienen patrones de metilación establecidos y que es en el momento de la embriogénesis en que se pueden generar nuevos patrones de metilación; las regiones metiladas pueden desmetilarse y volverse a metilar. Al parecer estos patrones de metilación bajo una regulación enzimática muy precisa desempeñan un papel muy importante en el desarrollo de los vertebrados en particular, aunque estos mecanismos se encuentran en organismos de diferentes grupos como las bacterias y las plantas. Vale la pena señalar que la metilación de las histonas es también un mecanismo presente e importante en los eucariontes.

En los mamíferos, la metilación del DNA y su significado funcional es un área activa de investigación. Este proceso afecta las interacciones DNA-proteína, altera la estructura y replicación del DNA, la expresión de los genes y la

diferenciación celular. Por ejemplo, en los gemelos se ha encontrado que la metilación del DNA variaba significativamente en una tercera parte por factores externos y esta variación se incrementaba con el paso del tiempo. Así puede explicarse como uno de ellos contrajo diabetes.

La transcripción tanto en procariontes como en eucariontes es uno de los puntos de regulación más importantes por lo que se presentan una serie de mecanismos para el caso, tanto para activar la expresión de un gen como para reprimir la misma. De esta manera se regula cuándo y con qué frecuencia es transcrito un gen permitiendo la síntesis correcta de las moléculas necesarias. En el caso de los eucariontes este control lo llevan a cabo un conjunto de proteínas de regulación génica que son capaces de reconocer secuencias específicas de DNA cercanas a los genes que regulan incorporándose al surco mayor del DNA (sin abrir la doble hélice). A este tipo de interacciones se les conoce como “motivos de unión al DNA” con las proteínas uniéndose al DNA por medio de hélices α o láminas β ; algunas de las interacciones que se conocen son: dedos de zinc, que intervienen en la activación de la transcripción del RNA ribosómico, cremallera de leucina para controlar la proliferación celular, motivo hélice-bucle-hélice que regula la diferenciación de músculo esquelético.

Los sitios en el DNA que indican el inicio de la transcripción se denominan promotores y se conocen como la caja TATA y las islas CpG principalmente. Otra región importante cercana al promotor es el sitio en donde se acoplan proteínas activadoras que ubican a la RNA polimerasa y los factores de transcripción cerca del promotor para que la transcripción pueda desarrollarse, a tales regiones se les llama incrementadoras; la transcripción también puede promoverse cambiando la estructura de la cromatina en las regiones promotoras mediante la modificación de las histonas (acetilación) o por la remodelación del nucleosoma.

El RNA mensajero también presenta mecanismos de control durante su procesamiento principalmente por la maduración alternativa del RNA, la cual se refiere a que un mismo transcrito puede tener diferentes patrones de corte y empalme de exones por lo que genera diferentes polipéptidos finales, como es el caso de la tropomiosina. Otro mecanismo de control es el cambio del extremo C- terminal de la proteína.

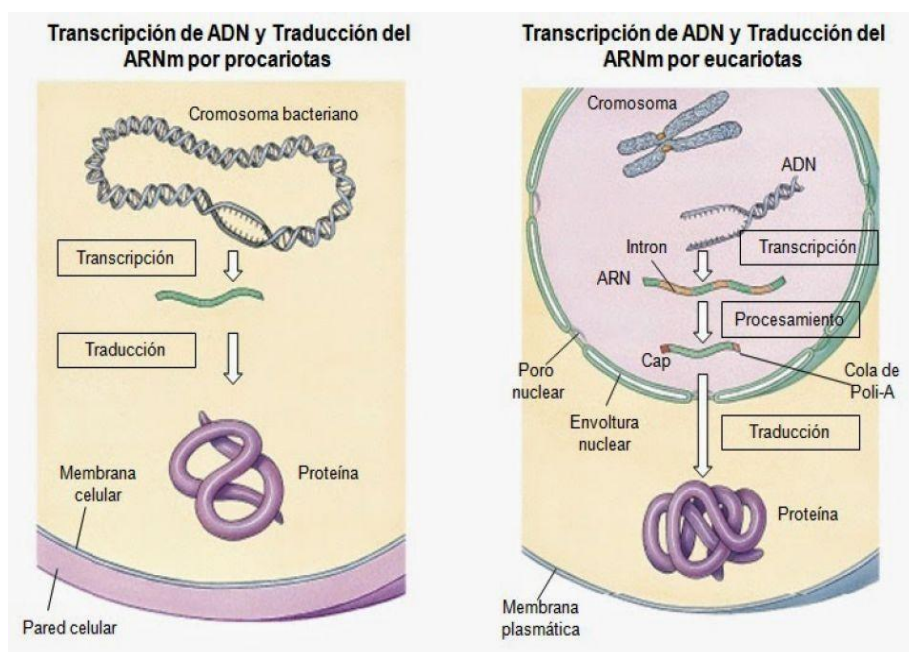
Después de su producción como una molécula madura el RNA sigue siendo regulado en su actividad; por ejemplo, para poder salir del núcleo debe ser revisado para asegurar que su maduración esté completa, su direccionamiento a su sitio de destino. Existen mecanismos de regulación de la traducción como la fosforilación de los factores de inicio y también procesos de control post- traduccional como el acortar la cola poliA o bien el alargamiento de la misma en el citoplasma, o la eliminación de los productos de fallos en la traducción con la

intervención de los proteasomas. Por ejemplo, las colas de las histonas son acetiladas en su extremo N-terminal, acción que tiene relación con la actividad de la cromatina.



ACTIVIDADES 2.3

1. Observa la siguiente imagen y contesta lo que se te pide.



Los procesos de la expresión génica en procariontes y eucariontes. Recuperado de:

<https://goo.gl/images/nTVB7n>
https://www.google.com/url?sa=i&rct=j&q=&esrc=s&source=imgres&cd=&cad=rja&uact=8&ved=2ahUKEwi4stP_p5jfAhVhUt8KHYYtBOKQjRx6BAgBEAU&url=http%3A%2F%2Ftustareas.lat%2Findex.php%2Fbiologia%2Fitemlist%2Ftag%2Fexpresi%25C3%25B3n%2520gen%25C3%25A9tica&psig=AOvVaw3yOP3hbim3xsPnG-sI9kBs&ust=1544636095217637

a. Con base en la información anterior, completa el siguiente cuadro:

Molécula	Procarionte		Eucarionte	
	Organización de la molécula	Sitio donde se lleva a cabo	Organización de la molécula	Sitio donde se lleva a cabo
DNA	Policistrónicos	Citoplasma	Monocistrónico	
RNA mensajero				
RNA maduro				
Proteínas				

- b. Con base en la información contenida en la imagen, elabora un diagrama de flujo indicando como es el mecanismo de la síntesis de proteínas en cada tipo de célula

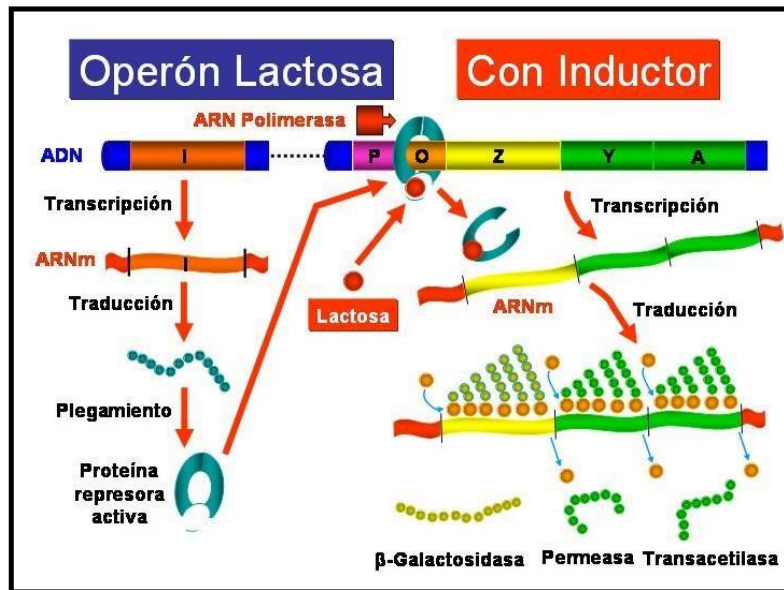


2. Analiza las siguientes imágenes del operón *lac* y completa el siguiente cuadro:



Operón Lactosa sin inductor. Recuperado de:

<https://www.google.com.mx/imgres?imgurl=https://image.slidesharecdn.com/operonlactosa-110922170340-phpapp01/95/operon-lactosa-20-728.jpg?cb%3D1316711412&imgrefur>



Operón lactosa con inductor. Recuperado de:

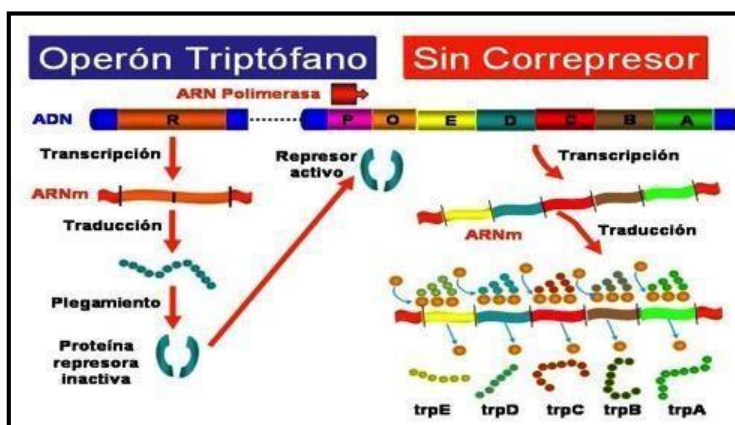
<https://goo.gl/images/fmUtCa>

<https://webs.ucm.es/info/genetica/grupod/Operon/Operon.h>

Cuadro del operón *lac* en presencia o ausencia de lactosa

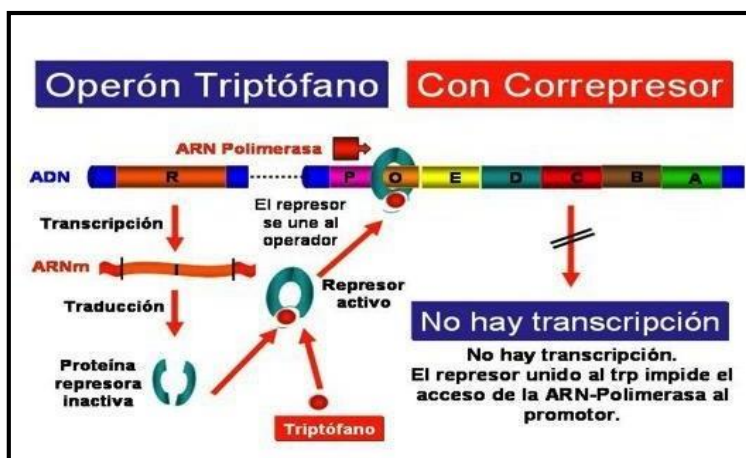
Lactosa	Gen regulador	Proteína represora	Operador	Promotor	Trascricpción	Síntesis de proteínas
Ausencia						
Presencia	Se expresa la proteína represora	Se une a la lactosa	La proteína represora no se une al operador	Se une a la RNA polimerasa	Hay transcripción	Hay síntesis de las enzimas para degradar a la lactosa

3. Analiza las siguientes imágenes del operón *trp* y completa el siguiente cuadro:



Operón triptófico sin correpresor. Recuperado de:

<https://www.google.com.mx/imgres?imgurl=https://image.slidesharecdn.com/operonlactosa-110922170340-phpapp01/95/operon-lactosa-20-728.jpg?cb%3D1316711412&imgrefurl>



Operón triptófico con correpresor. Recuperado de:

<http://biologiamolecular-miguel.blogspot.com/2012/05/fjklh.html>

Cuadro del operón *trp* en presencia o ausencia de triptófano

Triptófano	Gen regulador	Proteína represora	operador	Promotor	Trascripción	Síntesis de proteínas
Ausencia						
Presencia						

4. Realiza la lectura de Guerrero, V. (2018, 14 de diciembre). Epigenética la esencia del cambio. Recuperado de: <http://www.comoves.unam.mx/numeros/articulo/133/epigenetica-la-esencia-del-cambio> y con base en la lectura describe las posibles causas y consecuencias de la metilación del DNA

2.4 Epigenética: influencia del medio en la expresión de los genes

El término epigenética fue establecido por los años 40's del siglo pasado con una idea diferente a lo que hoy se entiende por esta palabra; se considera a la epigenética como el estudio de los rasgos heredables que no están codificados en el DNA y que no alteran la secuencia del mismo, es decir son "fenotipos estables heredables resultado del cambio en un cromosoma sin alteraciones en la secuencia del DNA" o como el "estudio de cambios heredables, mediante mitosis o meiosis, en la función de los genes, que no puede ser explicada por cambios en la secuencia de DNA" (Bird, 2002, en Aspra, sf). Si consideramos que desde el punto de vista embrionario provenimos de una sola célula que no solo se multiplica sino que se diferencia conforme procede su desarrollo, la pregunta es qué factores determinan el destino de la misma y su modificación para generar una línea celular específica; las instrucciones están en el DNA pero que permite encender o apagar un gen para que células con la misma información genética se transformen en células musculares, epiteliales o nerviosas. Ahora bien, los factores epigenéticos siguen controlando los genes de células bien diferenciadas que permiten mantenerlas saludables y funcionales o pueden provocar alguna situación no deseada.

Se consideran tres mecanismos básicos para la regulación epigenética (Delgado-Coello, 2011): la metilación del DNA, la modificación post-traducciona de las histonas, y la remodelación de la cromatina. La metilación produce una represión transcripcional en secuencias de inserción viral y en el encendido y apagado de genes. Las histonas pueden ser acetiladas o metiladas y esta modificación potencia silenciamientos epigenéticos. La forma en que se encuentre organizada y ordenada la cromatina puede favorecer la actividad transcripcional. Estos mecanismos están determinados por la acción de moléculas como las enzimas DNA metil-transferasas, proteínas modificadoras de histonas y transcritos no codificantes como ciertos RNA que usan las plantas como un mecanismo de silenciamiento postranscripcional.

Los factores que se encuentran asociados con la molécula del DNA pero que no forman parte de él, constituyen el epigenoma y son la parte funcional de la epigenética. En ratones con un DNA casi idéntico se pueden manifestar variaciones fenotípicas evidentes derivado de la marcación epigenética. En el caso de los humanos los factores epigenéticos se ven influenciados en gran medida por factores ambientales como la nutrición, el estilo de vida, el stress e incluso la edad. Se considera que algunos tipos de cáncer en humanos tienen una estrecha relación con el marcaje epigenético y que la manipulación de este puede ser una clave para su tratamiento.

2.4 a) envejecimiento

El desarrollo y crecimiento normal están controlados epigenéticamente y la consecuencia natural de estos procesos es el envejecimiento, que puede tener una determinante genética pero también ambiental. De tiempo atrás se han propuesto mecanismos que relacionan el avance cronológico de la edad con modificaciones en las histonas y los posibles factores que las producen. Es un hecho la modificación de los patrones de metilación conforme se envejece. Al comparar los patrones de metilación de gemelos humanos es muy clara la divergencia en los patrones de metilación en función de los diversos factores ambientales a los que se enfrenta cada gemelo, aunque con el envejecimiento normal se produce una pérdida de metilación natural; en organismos jóvenes las islas CpG están más metiladas que en organismos viejos. De igual manera con el paso del tiempo se modifican los patrones normales de la cromatina provocando estados transcripcionales alterados e inestabilidad genómica que puede provocar mutaciones en el propio DNA. Estas son algunas de las muchas maneras en que la epigenética afecta al envejecimiento pero a la vez este tipo de estudios pretende aportar elementos para llevar una vejez con calidad de vida al tratar de controlar la acción de los factores epigenéticos en la salud humana.

2.4 b) nutrigenómica

La nutrigenómica es el estudio del efecto que tienen los constituyentes de los alimentos sobre la expresión de los genes y cómo las variaciones genéticas afectan el ambiente nutricional. Se enfoca en el entendimiento de las interacciones de los nutrientes y otros bioactivos alimenticios con el genoma a un nivel molecular, para entender cómo ciertos nutrientes específicos o regímenes alimenticios pueden afectar la salud humana.

Los nutrientes que se encuentran en los alimentos ingresan a las vías metabólicas para su modificación hacia moléculas utilizables por el organismo; de entre las varias rutas una puede generar por ejemplo grupos metilo a partir de

nutrientes como la metionina o el ácido fólico, siendo de gran trascendencia la metilación del DNA a partir de los grupos metilo que provienen particularmente de la S-adenosilmetionina (SAM). La dieta que una mujer embarazada lleva a cabo tiene impacto en los patrones de metilación del genoma del producto; si la dieta materna es baja en fuentes de grupo metilo el bebé presenta hipometilación en consecuencia. Si bien es claro el factor genético en la obesidad, una dieta alta en grasas modifica los patrones de metilación de genes relacionados con el desarrollo de ese padecimiento. Un caso interesante es el de las larvas de abejas reina; larvas genéticamente iguales tendrán el destino de ser reinas o bien obreras en función de la jalea real que reciben como alimento, pues ésta actúa como factor epigenético que determinará el destino de las larvas.

Será posible en un futuro cercano el diseñar dietas personalizadas en función de la carga genética de un individuo para proveer a este de los componentes epigenéticos necesarios en la alimentación, para un desarrollo libre de padecimientos graves como diabetes, cáncer de algún tipo y tener una vejez con calidad de vida. Ahora bien no se debe olvidar el rodearse de un ambiente adecuado y de realizar actividad física de manera rutinaria.



ACTIVIDADES 2.4

1. Lee la siguiente información y responde posteriormente lo que se te pide:

En experimentos en una población de organismos bajo estrés fisiológico, se ha visto que presentan variaciones genéticas de forma aleatoria que se pueden transmitir vía mitosis y meiosis, por lo que se ha encontrado que los embriones y gametos estarán predispuestos en un futuro a padecer enfermedades.

El envejecimiento es un fenómeno fisiológico normal que afecta la vida celular y el desgaste de todas sus estructuras. Sin embargo, se ha encontrado que a lo largo de la vida de algunas personas que las remodelaciones de la cromatina siguen un patrón específico, por ejemplo cierto tipo de histonas pasan a formar parte de la cromatina del DNA neuronal en sustitución de otras, este tipo de remodelación tiene efecto en las capacidades cognitivas del individuo.

1. Indica qué son los factores epigenéticos y explica cómo alteran el fenotipo sin cambiar el genotipo de un organismo.

2. Investiga y explica:

- a. ¿Cómo se pueden remodelar o modificar las histonas en los procesos fisiológicos de la vejez?

- b. ¿Cómo es que los componentes de la dieta pueden influir en la expresión de los genes?

- c. Un ejemplo de la interacción de un nutriente y la expresión génica.

2.5 Comunicación celular

Para nosotros los humanos el término comunicación puede parecer algo muy convencional y cotidiano; en este momento al escribir y/o leer estas líneas nos estamos comunicando, pues hay un emisor, un mensaje, un receptor y la emisión de una respuesta por parte del receptor, pero ¿qué hay de otros animales, de las plantas, de las bacterias, de las células que componen nuestro cuerpo ¿se comunican? La respuesta es sí. Un organismo unicelular o cualquiera de los mencionados anteriormente tienen que mantenerse informados de las condiciones tanto de su entorno como de su propio medio interno, mediante diferentes mecanismos, sin los cuales les sería imposible sobrevivir.

2.5 a) intracelular: receptores, transductores, amplificadores (proteínas G) y segundos mensajeros (AMPc, calcio)

Se reconocen dos tipos de receptores: los receptores que se encuentran en la membrana celular y los receptores intracelulares que se localizan en el citoplasma

o incluso dentro de la envoltura nuclear. Los receptores de membrana son proteínas integrales normalmente formadas por un dominio extracelular, un dominio transmembrana y un dominio citosólico. Al ser proteínas, la molécula que funciona como señalizadora actúa como un ligando; dicha molécula señalizadora se une al dominio extracelular del receptor provocando cambios conformacionales en este dominio así como en el dominio transmembrana, provocando que el dominio citosólico pueda activar o desactivar a otras proteínas en el citosol.

Entre los varios receptores de membrana destacan tres tipos: receptores ligados a canales iónicos, receptores acoplados a proteínas G y receptores asociados a enzimas. Los receptores ligados a canales iónicos son importantes en células neuronales y musculares y como su nombre lo indica, son canales iónicos propiamente dicho para permitir la entrada en este caso de iones sodio al ser estimulados por la presencia de acetilcolina y provocar la contracción muscular. El segundo tipo de receptores, los receptores acoplados a proteínas G son un grupo grande de proteínas que se encarga de transducir señales para una gran cantidad de señales; los receptores acoplados a proteínas G son uno de los grupos de proteínas más abundantes en las membranas celulares y se les conoce como GPCRs (G protein-coupled receptors) o también como receptores de siete dominios transmembranales, con su extremo amino en el lado extracelular y su extremo carboxilo en el citoplasma. Finalmente, los receptores asociados a enzimas actúan como cinasas (fosforilando) o fosfatasa (desfosforilando), sobre ciertas proteínas; los residuos de aminoácidos más atacados por estas enzimas son la tirosina, la serina y la treonina.

En muchas ocasiones la molécula señal que llega a una célula no puede pasar la membrana celular por su naturaleza química o tamaño pero el mensaje que lleva debe llegar a su destino, es entonces que los receptores deben convertir dicha señal para que llegue a su destino sin modificar la instrucción en forma alguna. A este tipo de proceso se le denomina transducción de la señal, e involucra al receptor que se modifica por la unión del ligando, y varias moléculas en el interior de la célula que funcionan como intermediarios. La transducción es un proceso de gran valor para las células al permitir la regulación de funciones como la regulación de vías metabólicas de carbohidratos y grasas, la neurotransmisión y actividades como la percepción de estímulos visuales o gustativos. La transducción implica la modificación de proteínas de una vía particular en cuanto a su función y cantidad, particularmente para producir factores de transcripción que promueven la activación de genes específicos.

El grupo más importante en estos mecanismos de comunicación son las proteínas G (GTPasas) a las que se asocian las GPCRs. A su vez estas proteínas G se dividen en dos grupos derivados de su estructura y función: las proteínas G triméricas, que se unen a ciertas GPCRs y las proteínas G monoméricas que son más pequeñas e intervienen en vías de regulación de división y movilidad celular.

Las proteínas G presentan tanto una forma activa cuando se encuentran asociadas a GTP (guanosin trifosfato) como una forma inactiva si se encuentran con GDP (guanosín difosfato). Es en la forma activa cómo se asocian a sus proteínas específicas.

La molécula señalizadora al acoplarse con su receptor genera la transducción de la señal, por lo que se puede decir que es el primer mensajero. La actividad de las proteínas G estimula a ciertas moléculas intracelulares pequeñas llamadas segundos mensajeros los cuales causan la modificación y actividad de las proteínas propias de la vía señalizadora, actuando principalmente como amplificadores del mensaje. Los principales segundos mensajeros son el AMP cíclico y el ion calcio; el empleo de estas moléculas representa ventajas importantes para la comunicación, pues se difunden más rápido y con estimular a sólo una molécula receptora se generan miles de moléculas de estos segundos mensajeros amplificando la señal, como sucede con la adrenalina.

El AMP cíclico (AMPc) es un segundo mensajero presente prácticamente en todo tipo de células, que se produce a partir del ATP cuando una proteína G se une a la enzima adenilil ciclase (ubicada en la monocapa lipídica citosólica). El AMPc producido activa enzimas proteín cinasa que fosforilan a sus proteínas diana que a su vez actúan sobre vías metabólicas particulares.

El calcio por su parte es empleado en procesos de neurotransmisión y contracción muscular entre otros; se une a la calmodulina promoviendo en esta cambio conformacionales que le permiten a su vez estimular la actividad de enzimas de tipo cinasa o fosfatasa que actúan en procesos como la apoptosis.

2.5 b) intercelular: neuronal (animales) y hormonal (animales y plantas)

Las moléculas de señalización pueden viajar una distancia larga desde el punto en donde fueron formadas hasta el punto de su destino para lo cual en el caso de los animales emplean el sistema circulatorio, desplazarse hacia una célula próxima en su mismo entorno o tan solo cruzar la membrana para llegar a su destino. En función de lo anterior se establecen los mecanismos de comunicación o señalización intercelular: se dice que es endocrina cuando las moléculas señal (llamadas hormonas) son sintetizadas en glándulas endocrinas y viajan a su destino por el torrente sanguíneo. La señalización paracrina considera que la molécula señal liberada por una célula incide sobre células cercanas a esta ya sea por algún tipo de contacto directo como por ejemplo una neurona estimulando a otra mediante un neurotransmisor, o que la molécula señal se difunda por el medio intersticial para llegar a sus células diana. En ocasiones una célula produce moléculas señal para sí misma como por ejemplo factores de crecimiento, siendo

esta una señalización autocrina. Finalmente también puede darse una señalización por medio de las proteínas que se encuentran adheridas a la membrana plasmática, entre células adyacentes.

Las neuronas (células de señalización paracrina) conforman la base estructural y funcional del sistema nervioso que depende en gran medida de la extraordinaria capacidad de transducción de las neuronas para desempeñar sus funciones de regulación y coordinación en los diferentes grupos animales. Las neuronas ejecutan dos procesos clave para cumplir con su función: la conducción de un impulso nervioso o potencial de acción a lo largo de su axón derivado del movimiento de iones como sodio y potasio a través de su membrana celular, y la transmisión de esa señal hacia otra neurona mediada por moléculas de diferente naturaleza química llamadas neurotransmisores. En términos generales la anatomía de una neurona muestra un región central llamada cuerpo celular que contiene al núcleo, prolongaciones citoplasmáticas cortas ramificadas llamadas dendritas en uno de sus extremos y en el otro extremo una prolongación citoplasmática larga llamada axón, el cual llega a presentar una capa de mielina que actúa como aislante. Las señales llegan a la neurona por las dendritas o por el cuerpo celular y de ahí pasan al axón para que esta señal sea pasada a otra neurona; el espacio entre la terminación axónica y la dendrita de la siguiente neurona se conoce como sinapsis.

En el axón se lleva a cabo el proceso de la conducción nerviosa que se refiere al paso de la señal desde el cuerpo celular hasta el extremo distal del axón botón sináptico; este proceso ocurre a nivel de la membrana del axón y consiste en la depolarización de dicha membrana. En estado de reposo, cuando no hay un estímulo de por medio, la membrana tiene un valor de voltaje generado por la diferencia de cargas a uno y otro lado de la membrana por la presencia de iones como sodio y potasio principalmente. Un estímulo genera un cambio de voltaje por el movimiento de dichos iones derivado de la apertura de canales iónicos específicos; dicha apertura inicia cerca de la unión del cuerpo celular con el axón. Si el estímulo llega a cierto valor en voltaje se genera un potencial de acción que provoca el movimiento de iones sodio potasio por sus respectivos canales generando la depolarización de la membrana a lo largo de todo el axón, logrando así conducir la señal. Este es un fenómeno de todo o nada una vez iniciado llega a su punto final. La membrana del axón, una vez concluida la conducción requiere repolarizarse rápidamente por lo que intervienen mecanismos de transporte de membrana como la bomba sodio-potasio, para que vuelva a su valor de reposo original. La presencia de la vaina de mielina en los axones provoca la llamada conducción saltatoria, permitiendo una velocidad mayor en la conducción del impulso nervioso y un ahorro de energía en el proceso, con un impacto importante para el funcionamiento y evolución del sistema nervioso en vertebrados.

La llegada del potencial de acción al botón sináptico provoca una serie de reacciones en preparación a la liberación de los neurotransmisores hacia el espacio sináptico como la entrada de iones calcio hacia el botón. Las vesículas que contienen los neurotransmisores se fusionan con la membrana del botón y liberan a los neurotransmisores hacia el espacio sináptico y se dirigen hacia la dendrita de otra neurona para estimular a sus receptores y continuar con el proceso. Los neurotransmisores pueden ser proteínas, péptidos, gases y provocan respuestas excitatorias o inhibitorias. Una vez cumplida su función los neurotransmisores son degradados del espacio interneuronal o reincorporados al botón sináptico de origen. La señalización hormonal es un proceso más lento y de más larga duración que la actividad neuronal, de hecho el sistema endócrino es un efector del sistema nervioso. Esta señalización implica el movimiento de la molécula señal a distancia y el uso de un sistema de transporte como el sistema circulatorio en los animales, así mismo la señal viaja en espera de ser reconocida por sus células diana. La función del sistema endócrino es mantener la homeostasis del organismo y prepararlo para situaciones como la reproducción.

Las hormonas suelen clasificarse de acuerdo a su naturaleza química en derivadas de ácidos grasos como las prostaglandinas, esteroides como las hormonas sexuales, derivados de aminoácidos como la epinefrina, y en péptidos como la oxitocina. La forma en que van actuar deriva de esta composición, las de carácter lipídico pueden entrar sin gran problema por la membrana celular, mientras que los de carácter hidrofílico tienen que recurrir a receptores de membrana y al uso de segundos mensajeros.

En el caso de las plantas el concepto de hormona no es tan claro como en el punto anterior, dado que una sustancia de este tipo puede estimular diversas acciones y algunas hormonas tienen funciones similares por lo que resulta un tanto difícil distinguir la acción de una con respecto de otra. Independientemente de esta situación, las hormonas o fitorreguladores vegetales estimulan acciones como la germinación de la semilla, el crecimiento y la floración, entre otras. Normalmente se consideran cinco tipos de hormonas vegetales: auxinas, citocininas, giberelinas, etileno, y ácido abscísico, aunque hay que agregar a otro tipo descubierto recientemente, los brasinoesteroides. Las auxinas regulan el crecimiento por medio de la elongación de las células, las citocininas estimulan la división celular, mientras que las giberelinas favorecen la germinación y la floración, el ácido abscísico regula la actividad de los estomas y establece la latencia en las semillas mientras que el etileno (un gas) favorece la maduración de los frutos. Los brasinoesteroides intervienen en el crecimiento y desarrollo de las plantas. Las hormonas vegetales funcionan en cantidades y concentraciones muy bajas, por ejemplo en los estudios que dieron con el descubrimiento de esta última hormona, se obtuvieron tan solo 4 miligramos a partir de 227 kilogramos de polen de la planta origen de la muestra; esta es una razón por lo cual es complicado tipificar a este tipo de reguladores. La investigación sobre estos compuestos es de gran valor

considerando que las plantas son la fuente inicial de nuestra alimentación y que proveen materia prima para varias industrias de gran importancia económica.



ACTIVIDADES 2.5

1. Lee el siguiente documento de Gutiérrez Venegas, G. (2010). "Comunicación celular" Rev. Odont. Mex vol.14.no.3 México sep.2010. Recuperado el 18 de noviembre de 2018 de:
http://www.scielo.org.mx/scielo.php?script=sci_arttext&pid=S1870-199X2010000300142

Contesta las siguientes preguntas:

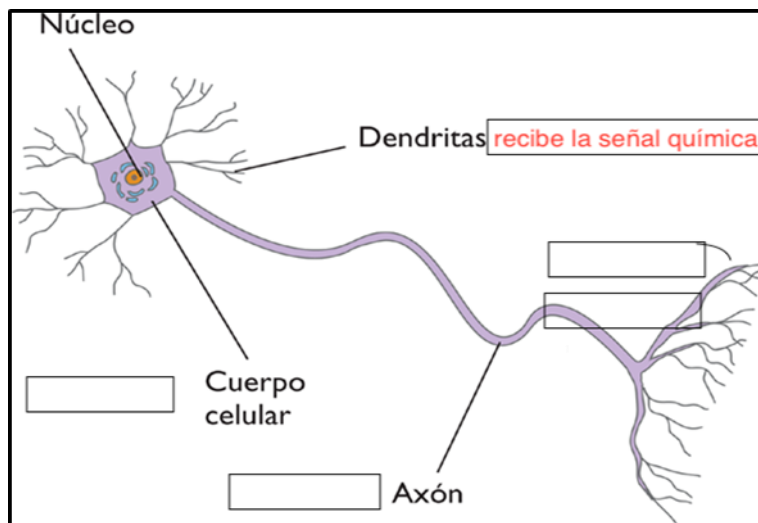
- a. ¿Qué importancia tiene la comunicación intercelular e intracelular en los organismos?

- b. ¿Cuáles son los elementos que acompañan la comunicación intracelular?

- c. Con base en lo anterior, completa y diferencia el papel que desempeña cada uno de los componentes:

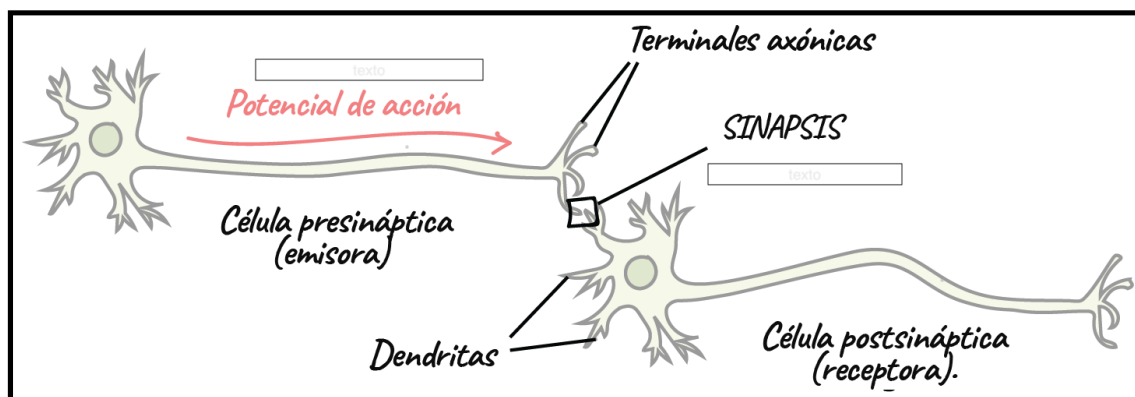
Componente	Localización	Papel
Estímulos		
Receptores	Proteína de la Membrana celular	Recibe la señal
Transductores		
Efectores		
Segundos mensajeros		
Hormonas		

2. Se tiene la siguiente imagen de la estructura de un tipo de neurona. Con base en el texto sobre comunicación neuronal, coloca en cada parte de su estructura el elemento que participa, como se indica en la dendrita.



Comunicación neuronal. Recuperado de:
<https://goo.gl/images/reSRwz>

3. En la siguiente imagen se representa la comunicación de neurona a neurona, en los cuadros vacíos describe a qué se refiere tanto el potencial de acción como la sinapsis.



Sinapsis. Recuperado de: <https://cdn.kastatic.org/ka-perseus-images/c080ba4f315c752b895f19a5f40a4623146ea360.png>

4. Las hormonas vegetales se encargan de coordinar las funciones en las plantas. En la siguiente tabla se muestra el desarrollo de una planta en cuatro etapas desde que germina hasta que muere, las cuales se desglosan como eventos asociados a las hormonas que activan una acción biológica para la germinación, el crecimiento, la floración y la maduración de la planta.

Realiza una búsqueda en la web y completa la siguiente tabla:

Etapas	I	II	III	IV
Evento	Germinación y establecimiento	Crecimiento vegetativo	Floración y reproducción	Maduración y senescencia
Hormona	Citoquinina y Auxina	Auxina y ácido giberélico	Ácido giberélico y etileno	Ácido abscísico
Acción	Iniciación celular	Mantenimiento e inducción a la abscisión		
Función	Las células se dividen por mitosis; para el crecimiento de la plántula			

2.6 Homeostasis: retroalimentación positiva (oxitocina) y negativa (insulina)

Los sistemas biológicos por lo regular tienen que mantener cierta constancia en su medio interno. De la misma manera, cuando las células están en contacto con el líquido extracelular que las baña, tienen que mantener cierta constancia con respecto a la composición química del medio externo. No obstante, la mayoría de los seres vivos son llevados lejos de los puntos de equilibrio, por ejemplo cuando se ejercitan y se incrementa la temperatura o nadan en un ambiente salino; cuando se bebe un vaso de jugo de frutas, los niveles de glucosa se incrementan. En estos casos, las células tienen la capacidad de detectar y oponerse a esos cambios. Son procesos mediante los cuales un organismo mantiene su ambiente interno, a través de muchos cambios físicos y químicos, dentro de un estrecho margen de condiciones necesarias para el funcionamiento celular óptimo ante un ambiente externo cambiante.

La homeostasis se entiende como la tendencia de las células a mantener un ambiente interno estable y relativamente constante para muchas variables del ambiente, además de la temperatura, la concentración de diversos iones y agua en la sangre, junto con el pH, la concentración tanto de gases O_2/CO_2 así como de glucosa.

Para mantener la homeostasis, se usan ciclos de retroalimentación negativa, en los que están en oposición al estímulo o señal, contrarrestan los efectos de los cambios en el ambiente interno. Por ejemplo cuando la temperatura de cuerpo es alta, un mecanismo de retroalimentación contrarrestará el cambio mediante tres componentes: un sensor, como la piel y el cerebro, detecta la condición, en nuestro caso la temperatura alta, que informará al centro del control regulador o de ajuste que está en el cerebro y luego a un efector, como las glándulas sudoríparas, para que produzcan la salida que restablece la condición de temperatura deseada. En la imagen siguiente (ver figura 2.6.1) se representa este mecanismo de retroalimentación negativa.

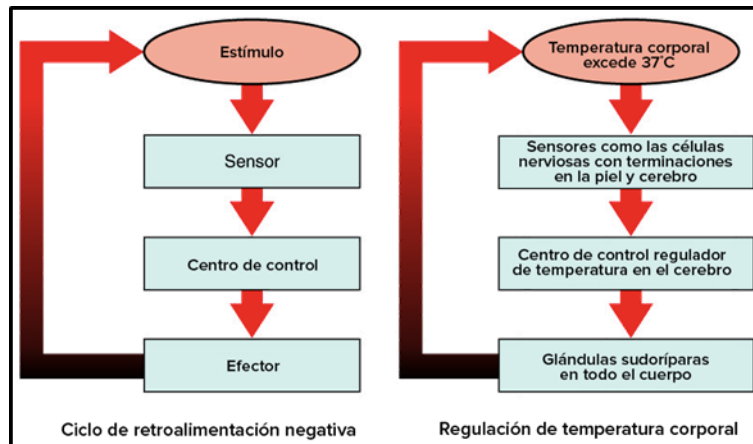


Figura 2.6.1 retroalimentación positiva y negativa. Recuperado de: <https://es.khanacademy.org/science/biology/principles-of-physiology/body-structure-and-homeostasis/a/homeostasis>

Hay mecanismos de retroalimentación que pueden alterar la homeostasis conduciendo a ciertas enfermedades. Tal es el caso de la diabetes, es una enfermedad causada por un circuito de retroalimentación alterado que hace que sea difícil que el cuerpo disminuya los altos niveles de glucosa en la sangre.

En condiciones normales, dos hormonas son las que controlan los niveles de glucosa en sangre: la insulina y el glucagón. Por un lado la insulina disminuye la concentración. Después de comer, la glucosa aumenta, esto provoca que las células beta del páncreas secreten insulina para que actúe como señal para activar las células del cuerpo, como las adiposas, musculares y nerviosas, entre otras a que tomen la glucosa y la usen como combustible. En el caso del hígado para que la convierta en glucógeno. En estos procesos se retira la glucosa de la sangre, de esta forma se baja su concentración y se reduce la secreción de insulina y el sistema vuelve a su estado de homeostasis. Por el otro lado, el glucagón hace todo lo contrario, cuando falta el alimento, la concentración de glucosa en sangre disminuye, esto provoca que otro grupo de células alfa del páncreas liberen glucagón. Este actuará sobre el hígado para que se degrade el glucógeno en glucosa y sea liberada al torrente sanguíneo para nivelar la concentración y se devuelva el sistema a la homeostasis.

La diabetes ocurre cuando el páncreas no produce suficiente insulina o las células de los diferentes tejidos dejaron de responder a la insulina o a ambas situaciones, de esta forma, es como la concentración de glucosa en sangre permanece elevada.

Los ciclos de retroalimentación positiva son los que producen cambios rápidos y autolimitantes, son una respuesta que intensifica el cambio inicial lo que rara vez se presenta en los organismos, pero ocurre durante el nacimiento de un mamífero. En la labor de parto, con las primeras contracciones empujan la cabeza del bebé contra el cuello de la base del útero para que se dilate y se abra. Las células nerviosas del cuello reaccionan enviando señales al hipotálamo, él que responde desencadenando la liberación de la hormona oxitocina que estimula contracciones uterinas más frecuentes y fuertes; a su vez estas contracciones ocasionan que la cabeza del bebé dilate más el cuello, lo que provoca la liberación de más oxitocina.



ACTIVIDADES 2.6

1. Con base en la lectura anterior contesta lo siguiente:

a. ¿Por qué los colibríes requieren de temperaturas corporales altas en el día y bajas en las noches?

b. Cuando una persona hace mucho ejercicio, la temperatura de su cuerpo aumenta sobre el valor de la temperatura basal y tendrá que activar mecanismos para contrarrestar los efectos. Con base en la imagen anterior, esquematiza con los tres componentes que intervienen cómo actúa la retroalimentación negativa.

c. Utilizado la imagen anterior (ver figura 2.6.1), describe y explica cómo será el mecanismo homeostático en los niveles de glucosa en condiciones normales y en la diabetes

d. Con la información de la respuesta anterior completa el siguiente cuadro:

Estímulo	Nivel de glucosa normal en sangre		Diabetes: Nivel de glucosa	
	Alta	Baja	Alta concentración	Baja concentración
Centro de control	Activa células beta del páncreas: produce insulina	Activa a las células alfa del páncreas: glucagón		
Efector	Activa células de otros tejidos a tomar glucosa para disminuir la glucosa			

2. Describe cómo es el mecanismo de la retroalimentación positiva cuando actúa la oxitocina durante la labor de parto.

2.7 Biología del desarrollo

La Biología del desarrollo es una disciplina que conjuga una historia muy antigua con una perspectiva nueva de la investigación de los seres vivos en la que se integran conocimientos y propuestas de diferentes áreas del conocimiento. Tradicionalmente y con relación a los animales a esta disciplina se le ha venido nombrando como embriología, considerando la etapa de un organismo desde que es un huevo fecundado hasta el nacimiento, cuando en la realidad el desarrollo de un individuo continúa, pues sigue generando nuevas células epiteliales o sanguíneas. Por este tipo de razones es que de manera reciente a la Biología del desarrollo se le define como la disciplina que estudia el desarrollo embrionario y otros procesos de desarrollo.

Para la Biología del desarrollo hay dos preguntas centrales: ¿Cómo hace el gameto femenino fecundado para dar origen al cuerpo del adulto?, ¿cómo los productos del cuerpo del adulto generan además otro cuerpo? De estas preguntas se derivan otras interrogantes que dan sustancia a esta disciplina, en la que mucho ha influenciado el conocimiento que se tiene sobre los mecanismos genéticos y moleculares que determinan la formación embrionaria de los cuerpos de los animales, como es la acción de las familias de genes como los genes gap, Pax, Hox, entre otros.

2.7 a) totipotencialidad

Se menciona que un huevo fecundado es totipotente porque posee la facultad de dar origen todos los tipos celulares que caracterizan a un organismo. Al momento de la primera división celular se estima que cada una de las dos células resultantes siguen siendo totipotenciales, pues podrían originar a un nuevo organismo. Conforme pasan las divisiones esta capacidad se va perdiendo y las células pasan a ser pluripotenciales.

El cultivo de vegetales en el laboratorio se basa en el principio de que cualquier célula vegetal contiene una copia íntegra del material genético de la planta a la que pertenece sin importar su función o posición en ella, y por lo tanto tiene el potencial para regenerar una nueva planta completa. Las llamadas células madre son células totipotentes.

2.7 b) inducción

La inducción es el proceso mediante el cual una región embrionaria interactúa (tejido inductor) con una segunda región para hacer que este último tejido se diferencie en una dirección que de otro modo no hubiera seguido. Este tejido recibe el nombre de territorio o tejido competente, es decir, la zona del embrión capaz de responder de manera específica al estímulo de inducción. Este proceso inicia al momento en que el embrión se encuentra en etapa trilaminar siendo un fenómeno en cascada estimulando genes tipo homeobox.

Los inductores son moléculas liberadas por células de una determinada región embrionaria (tejido inductor). Son ejemplos la activina o proteína FGF (factor de crecimiento fibroblástico). La inducción puede ser:

- **Instructiva:** un tejido inductor da unas ciertas órdenes al tejido inducible (moléculas paracrinas) generalmente en forma de morfógenos. Estos compuestos provocan efectos diferentes según su concentración, hay una curva dosis-respuesta.
- **Permisiva:** el elemento inducible ya cuenta con todo lo que necesita para diferenciarse, solo tiene que encontrarse en un ambiente adecuado para que se produzca la diferenciación. Por ejemplo, relaciones inespecíficas con la matriz extracelular.

2.7 c) diferenciación

Las células como resultado de la producción de proteínas propias adquieren rasgos particulares funcionales y estructurales que le permiten distinguirse tanto de la célula que le dio origen como de otros grupos y tipos celulares. La diferenciación es resultado de la interacción de la llegada a la célula de señales del exterior con el programa genético que contiene la propia célula, promoviendo la proliferación y divergencia celular; de esta manera una célula se transforma en otro tipo celular más especializado. La diferenciación es lo que permite que a partir de una célula se generen los diferentes tipos celulares que distinguen a un organismo.

2.7 d) desarrollo embrionario (gametogénesis, fecundación, segmentación y gastrulación)

Se considera al desarrollo embrionario como la etapa comprendida desde el momento en que dos gametos haploides se fusionan para originar a una célula diploide y totipotencial llamada huevo o cigoto, hasta el momento de su nacimiento. El tiempo en que se desarrolla este proceso varía de especie a especie, de grupo a grupo de seres vivos, particularmente animales. Durante el mismo se producen tres aspectos clave regulados y controlados por varios factores tanto endógenos como exógenos: la proliferación celular, la diferenciación celular y el aumento en la complejidad de la organización celular. Los estudios sobre desarrollo embrionario se han enfocado principalmente en organismos como equinodermos, peces, anfibios, aves y mamíferos pequeños.

La gametogénesis se refiere a los procesos celulares que permiten la formación de células haploides especializadas en la reproducción sexual llamadas óvulos en el caso de las hembras y espermatozoides en los machos. Si son haploides, es que sufrieron un proceso de división celular meiótica similar para ambos gametos, pero posterior a su reducción cromosómica pasaron por una etapa de modificación estructural y funcional que nos permite distinguir a un gameto de otro, en el caso de los vertebrados. Por lo general el óvulo es una célula grande y con una cantidad considerable de vitelo y que carece de medios de movimiento propio. Por su parte un espermatozoide es una célula muy pequeña, casi sin citoplasma y con una cola que le confiere la capacidad de desplazamiento; la cantidad de producción de cada gameto también es diferente. Finalmente el objetivo es producir dichas células haploides que representan la posibilidad de dejar descendencia, en otras palabras de poder tener la capacidad de la continuidad biológica que distingue a los sistemas vivos.

La fecundación se refiere al momento en que se fusionan los gametos masculino y femenino, lo que permite recuperar el número diploide propio de la

especie en una célula que tiene el potencial de generar a un nuevo organismo con información de ambos progenitores. La fecundación puede ser externa como en el caso de los peces y anfibios o puede ser interna como en los mamíferos. Esta última, implica que el macho deposite sus gametos en el interior del tracto reproductivo de la hembra, para que puedan alcanzar al gameto femenino en el sitio adecuado para unirse y pueda llevarse a cabo el desarrollo del ahora huevo fecundado. El desarrollo de ese huevo puede ser externo como en el caso de las aves o interno como en casi todos los mamíferos. Los huevos de los animales presentan una distribución diferente de su vitelo lo que establece su patrón de segmentación embrionaria.

Toda vez llevada a cabo la fecundación, tienen lugar las divisiones celulares mitóticas especiales que irán conformando al embrión. El cigoto se divide en dos células, luego en cuatro, ocho y así sucesivamente; el tamaño de esta estructura no se ha modificado, solo se producen células llamadas blastómeras y darán origen a la llamada mórula. Procesos moleculares provocan modificaciones en ciertas blastómeras para generar en el caso de los mamíferos placentados dos regiones diferenciadas y la producción de una cavidad llamada blastocelo. Dichas regiones se conocen como la masa celular interna que dará forma al embrión, y el trofoblasto que se encarga de producir estructuras como la placenta. Se puede decir que al momento el embrión presenta dos capas o láminas embrionarias, el endodermo y el ectodermo.

La continuación de este proceso conlleva a que la blástula se modifique al generar una invaginación que produce la cavidad llamada arquenterón y del blastoporo y la producción de una tercera capa embrionaria, el mesodermo, situación que establece los momentos iniciales de una diferenciación tisular que establecerá los futuros órganos y sistemas de ese organismo. Por ejemplo de este mesodermo se derivan huesos y músculos, del endodermo el tubo digestivo y del ectodermo el sistema nervioso central. En el caso de la especie humana estos procesos se llevan a cabo en las tres primeras semanas de su desarrollo y ya implantado en el útero materno desde su etapa de blastocisto.

Se debe tener en cuenta que a lo largo de estos procesos se encuentran acciones de los genes homeóticos, de activación de la transcripción de genes, moduladores de la expresión, mecanismos de comunicación con transducción de señales, incluso la participación de factores epigenéticos y que bajo la perspectiva de la Biología del desarrollo, nuestro proceso de formación y reformación como sistemas vivos no se detiene. El estudio de los mecanismos de continuidad biológica y de regulación genética tiene claras implicaciones no solo para la Biología como tal, sino un claro impacto en actividades de la sociedad humana como la Bioética, la Psicología y hasta el Derecho.



ACTIVIDADES 2.7

1. Lee el siguiente párrafo, después contesta lo que se pide:

Varios factores ambientales pueden afectar a la diferenciación celular. Estos factores son variados y pueden ser físicos (rayos X, la radiactividad, temperatura), químicas (drogas ilícitas, contaminantes, fármacos), o biológicos (infección viral). Son notables efectos perjudiciales de tales agentes, también conocidos como teratogénicos (*terato*, malformación, y *génico*, generador) sobre la diferenciación en los embriones y fetos, causando diversos efectos. Por lo que es necesario evitar que las mujeres embarazadas sean expuestas a la radiación, como los rayos X, sustancias tóxicas derivadas de la contaminación del medio ambiente o los medicamentos (como la talidomida) también pueden causar sordera y ceguera. Los agentes teratogénicos actúan principalmente en los primeros tres meses de embarazo, ya que es durante este período que los procesos de diferenciación se producen con mayor frecuencia e intensidad. Pueden actuar sobre los genes, causando mutaciones o pueden inhibir la actividad de las enzimas que juegan un papel en la diferenciación (Junqueira y Carneiro, 2012).

a. ¿Qué es la diferenciación celular?

b. Explica por qué razón son sumamente importantes los eventos durante los primeros tres meses de la gestación.

2. Lee el siguiente texto y después busca información para responder las preguntas:

¿Para qué se pueden utilizar las células madre?

Se sueña con usar las células madre para tratamientos aplicados a los seres humanos, ya que muchos problemas médicos surgen por los daños que sufren las células diferenciadas. Estos son algunos ejemplos: La *diabetes mellitus* dependiente de insulina (DMDI), en la que las células beta del páncreas han sido

destruidas por un ataque autoinmune. La enfermedad de Parkinson, en la que las células secretoras de dopamina del cerebro han sido destruidas. La leucemia, un cáncer de las células hematopoyéticas en el que se producen grandes cantidades de glóbulos blancos. Las enormes posibilidades de diferenciación de las células madre han originado una intensa actividad investigadora con el fin de aprovecharlas para contribuir a reemplazar las células que se pierden en estos trastornos. Aunque se han logrado algunos éxitos con animales de laboratorio, hasta la fecha no se están aplicando mucho en terapias clínicas con seres humanos. Una excepción es el uso de las células madre de la médula ósea (una célula madre adulta) para el tratamiento de los trastornos sanguíneos, por ejemplo la leucemia.

a. ¿Qué es una célula madre?

b. ¿Una célula madre en qué es diferente a una célula totipotencial?

c. Además de las enfermedades mencionadas en el texto ¿qué otras se pueden tratar mediante terapia con células madre? Anota al menos otras tres:

AUTOEVALUACIÓN

Subraya el inciso de la respuesta correcta:

1. Por este mecanismo, los organismos tienen patrones de expresión génica que causan que los distintos grupos de células tengan diferentes conjuntos de proteínas para realizar un trabajo específico.
A) Replicación
B) Transcripción
C) Regulación génica
D) Proceso postraduccional

La epigenética hace referencia a los cambios en la expresión de los genes, sin que se produzca modificaciones en la estructura de la secuencia de DNA.

2. Los cambios epigenéticos se dan en:
A) Durante la replicación del DNA
B) Durante la transcripción
C) En el transcrito primario de RNA
D) En la secuencia del polipéptido
3. Las modificaciones del DNA se deben a un proceso químico de metilación en la que se añadan grupos $-CH_3$ a las bases nitrogenadas, aunque también puede ocurrir en las histonas. Este proceso activa el prendido y apagado de:
A) una enzima
B) un nucleótido
C) un gen
D) una proteína
4. Las personas que dejan de ser sedentarios, hacen mejoras en la adaptación de sus músculos al ejercicio físico, así mismo retrasan la aparición de la diabetes. En las células se producen modificaciones epigenéticas que pueden mejorar o mantener sus células ya que se reducen las metilaciones en:
A) el RNA
B) el DNA
C) las proteínas
D) los genes

5. Los gemelos monocigóticos tienen la misma información genética, durante la adolescencia se separan, uno va a vivir al campo en Inglaterra, es vegetariano y hace ejercicio el otro va a la ciudad de México, no cuida su alimentación y no hace ejercicio. Después de 5 años se encuentran y son diferentes qué factores intervinieron para provocar esas diferencias físicas.
- A) De mutación
 - B) Epigenéticos
 - C) Enzimáticos
 - D) Evolutivos
6. Durante la replicación a partir de la siguiente secuencia de nucleótidos ACTAGTAG ¿Cuál es la secuencia complementaria que se sintetiza?
- A) ACTAGTAG
 - B) UGAUCAUC
 - C) TGATCATC
 - D) UGATGAUG
7. Durante la transcripción a partir de la siguiente secuencia de nucleótidos ACTAGTAG ¿Cuál es la secuencia de RNAm que se sintetiza?
- A) ACTAGTAG
 - B) TGATCATC
 - C) UGAUCAUC
 - D) UGATGAUG
8. Durante la traducción a partir de los siguientes codones AUG AGU UAG ¿Cuáles son sus anticodones?
- A) UAC UCA AUC
 - B) UAG TGT TAG
 - C) AUG AGU UAG
 - D) AUG UCT TAG
9. La función de la RNA polimerasa en un operón es:
- A) Reconoce el sitio de la transcripción
 - B) Controla la transcripción de genes
 - C) Codifica las enzimas
 - D) Induce la presencia de sustratos

10. Una diferencia en el genoma entre procariontes y eucariontes es:
- A) presencia de intrones y exones en eucariontes y en procariontes presencia de operón
 - B) presencia de intrones y exones en procariontes y en eucariontes presencia de operón
 - C) presencia de un sitio promotor en procariontes y eucariontes
 - D) ausencia de un sitio promotor en procariontes y eucariontes

REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS

Libros

- Alberts, B., Johnson, A., Lewis, J., Morgan, D., Raff, M. Roberts, K., y Walter, P. (2016). *Biología molecular de la célula; con problemas de John Wilson*. (6ª ed.). Barcelona: Omega.
- Junqueira L. C. y Carneiro J. (2012). *Biología celular y molecular*. (9ª ed.). Rio de Janeiro: McGraw-Hill.
- Lodish, H., A. Berk, C. A. Kaiser, M. Krieger, A. Bretscher, H. Ploegh, A. Amon, M. P. Scott. (2013). *Biología Celular y Molecular*. (7ª ed.) México: Médica Panamericana.
- Solomon, E.P., L.R. Berg, D. W. Martin. (2013). *Biología*. (9ª ed.) México: Cengage Learning.

Recursos electrónicos

- Aspra, P. (sf). Epigenética; el laberinto alrededor de los genes. Recuperado DE: http://www.cienciorama.unam.mx/a/pdf/291_cienciorama.pdf.
- Delgado-Coello, B.A. (2011) ¿Qué es la epigenética? Recuperado de: https://www.amc.edu.mx/revistaciencia/images/revista/62_1/PDF/12_Epigenetica.pdf. Recuperado 10 de enero de 2019.
- Felsenfeld, G. (2014). A Brief History of Epigenetics. Cold Spring Harbor Perspectives in Biology. Recuperado de: <https://cshperspectives.cshlp.org/content/6/1/a018200.full>
- Gilbert, (2003) Biología del desarrollo. Recuperado de <https://archive.org/details/248537634GilbertBiologiaDelDesarrollo7EdicionPdf/page/n19>.

- Gómez Ayala, A.E. (2007) Nutrigenómica y nutrigenética. La relación entre la alimentación y la genómica. Recuperado de:
<http://anme.com.mx/libros/Nutrigenomica%20y%20Nutrigenetica.pdf>
- Guzmán-Silva, A., J. García-Sáinz (2018). Receptores acoplados a proteínas G y sus múltiples facetas. Mensaje bioquímico 42 (2018) 118-129. Recuperado de <http://tab.facmed.unam.mx/files/12-Garcia-Sainz.pdf>
- Pal, S., J. Tyler (2016). Epigenetics and aging. Recuperado de <https://www.ncbi.nlm.nih.gov/pmc/articles/PMC4966880/>
- Revista Ciencia (sf). Recuperado de:
<https://www.amc.edu.mx/revistaciencia/index.php/ediciones-antteriores?task=view&id=47>.
- Revista digital universitaria (2005). Recuperado de:
<http://www.revista.unam.mx/vol.6/num11/art104a/art104a-1a.htm>.
- Roben, L., V. López, A. Campos, M. Hidalgo, E. Fajardo (2007). Mecanismos morfogénicos básicos. Recuperado de:
<http://www.multimedgrm.sld.cu/articulos/2007/V11-4/5.html>
- Rodríguez, D. N. Téllez, M. Cerbón, M. López, A. Cervantes (2004). Metilación del ADN: un fenómeno epigenético de importancia médica. Revista de investigación clínica. 56(1): 56-71. Recuperado de:
http://www.scielo.org.mx/scielo.php?script=sci_arttext&pid=S0034-83762004000100010.
- Sales, N. M., P.B. Pellegrini, M. Goersch (2014). Nutrigenomics: Definitions and Advances of this New Science. J. Nutr. Metab. Recuperado de <https://www.ncbi.nlm.nih.gov/pmc/articles/PMC3984860/>

Otras fuentes consultadas

Fotografías e imágenes

- Componentes del modelo del operón [imagen] Recuperado de:
<https://image.slidesharecdn.com/operon-110323190812-phpapp02/95/operon-40-728.jpg?cb=1300908013>
- Comunicación neuronal [imagen] Recuperado de: <https://goo.gl/images/reSRwz>
- Los procesos de la expresión génica en procariontas y eucariontas.[imagen]
 Recuperado de: <https://goo.gl/images/nTVB7n>
https://www.google.com/url?sa=i&rct=j&q=&esrc=s&source=imgres&cd=&cad=rja&uact=8&ved=2ahUKewi4stP_p5jfAhVhUt8KHYYTyBOKQjRx6BAqBEAU&u

[rl=http%3A%2F%2Ftustareas.lat%2Findex.php%2Fbiologia%2Fitemlist%2Ftag%2Fexpresi%25C3%25B3n%2520gen%25C3%25A9tica&psig=AOvVaw3yOP3hbim3xsPnG-sI9kBs&ust=1544636095217637](http%3A%2F%2Ftustareas.lat%2Findex.php%2Fbiologia%2Fitemlist%2Ftag%2Fexpresi%25C3%25B3n%2520gen%25C3%25A9tica&psig=AOvVaw3yOP3hbim3xsPnG-sI9kBs&ust=1544636095217637)

Operón Lactosa sin inductor [imagen] Recuperado de:

<https://www.google.com.mx/imgres?imgurl=https://image.slidesharecdn.com/operonlactosa-110922170340-phpapp01/95/operon-lactosa-20-728.jpg?cb%3D1316711412&imgrefur>

Operón lactosa con inductor [imagen] Recuperado de: <https://goo.gl/images/fmUtCa>

Replicación del DNA [imagen] Recuperado de:

<https://webs.ucm.es/info/genetica/grupod/Operon/Operon.h>

Operon triptófano sin correpresor [imagen] Recuperado de:

<https://www.google.com.mx/imgres?imgurl=https://image.slidesharecdn.com/operonlactosa-110922170340-phpapp01/95/operon-lactosa-20-728.jpg?cb%3D1316711412&imgrefur>

Operón triptófano con correpresor [imagen] Recuperado de:

<http://biologiamolecular-miguel.blogspot.com/2012/05/fjklh.html>

Replicación del DNA [imagen] Recuperado de: [http://3.bp.blogspot.com/-](http://3.bp.blogspot.com/-MprlszNLNLU/T2TqITY15FI/AAAAAAAAANK/HXqy2SExotl/s320/3.png)

[MprlszNLNLU/T2TqITY15FI/AAAAAAAAANK/HXqy2SExotl/s320/3.png](http://3.bp.blogspot.com/-MprlszNLNLU/T2TqITY15FI/AAAAAAAAANK/HXqy2SExotl/s320/3.png)

Retroalimentación positiva y negativa [imagen] Recuperado de:

<https://es.khanacademy.org/science/biology/principles-of-physiology/body-structure-and-homeostasis/a/homeo>

Sinapsis [imagen] Recuperado de: [https://cdn.kastatic.org/ka-perseus-](https://cdn.kastatic.org/ka-perseus-images/c080ba4f315c752b895f19a5f40a4623146ea360.png)

[images/c080ba4f315c752b895f19a5f40a4623146ea360.png](https://cdn.kastatic.org/ka-perseus-images/c080ba4f315c752b895f19a5f40a4623146ea360.png)

Transcripción del DNA [imagen] Recuperado de:

<http://scielo.unam.mx/scielo.php?pid=S003636342001000200010&script=sciarttext&tlng=es>

Unidad 3. Biotecnología para un mundo sustentable

Objetivos específicos

El alumno:

- Analizará el concepto de biotecnología mediante la revisión y discusión de información obtenida de diferentes fuentes para valorar su aplicación en áreas como la agricultura, industria, medicina y alimentos.
- Explicará la necesidad de desarrollar bioenergías mediante la obtención, organización e interpretación de información para valorar su importancia en la sustentabilidad.

3.1 La biotecnología como respuesta a los desafíos de un mundo con nuevas necesidades: uso de bacterias, hongos y plantas para recuperar un ambiente alterado

¿Puedes imaginarte un mundo libre de enfermedades graves, donde la comida es abundante para todos y el medio ambiente está libre de contaminación? Ese panorama es la inspiración de muchos profesionales para dedicar su vida 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 biotecnología a través de la manipulación de microorganismos como bacterias y levaduras ha creado mejores enzimas y organismos para hacer muchos alimentos, simplificando los procesos de producción y manufacturación y haciendo más eficientes los procesos de descontaminación para la retirada de los productos de desechos industriales. Los microorganismos también se utilizan para clonar y producir grandes cantidades de importantes proteínas para fabricar medicamentos de uso humano, como la insulina y la hormona del crecimiento.

La biotecnología se usa para procesar y degradar varias sustancias naturales y artificiales, en concreto aquellas que contribuyen a la contaminación del medio ambiente. Muchos procesos para recuperar ambientes alterados dependen de aplicaciones de la biotecnología microbiana. Uno de los ejemplos más mediáticos de esta acción tuvo lugar en 1989 tras la marea negra del *Exxon Valdez* en Prince William Sound, Alaska. Estimulando el crecimiento de bacterias degradantes del petróleo, que ya estaban presentes en el suelo de Alaska, se limpiaron muchos

kilómetros de costa tres veces más rápido de lo que se hubiera tardado solamente aplicando agentes químicos de limpieza. Además, la fuerza de estos últimos habría alterado mucho más el medio.

En los últimos años los científicos han estado trabajando también en plantas modificadas genéticamente para mejorar sus capacidades de fitorremediación. Un área de investigación ha estado desarrollando plantas que pueden eliminar sustancias químicas de explosivos militares y armas de fuego que han contaminado el suelo y las aguas subterráneas. En los últimos años los científicos han usado la ingeniería genética para crear plantas transgénicas que pueden llegar a ser muy eficaces en la fitorremediación.



ACTIVIDADES 3.1

1. En noviembre de 2002, el petrolero *Prestige* vertió la mitad de su carga y se hundió en el noroeste de España, se derramaron al menos 30,000 toneladas de crudo. Realiza una búsqueda en la web para encontrar como se limpió tal contaminación.

2. Mediante una investigación en fuentes confiables de información digital y/o impresa menciona si en la actualidad existen otras alternativas de remediación para un problema similar al anterior.

3. Cita dos ejemplos de aplicaciones de la biotecnología y escribe como afecta tu vida.

This image shows a single sheet of white paper with horizontal ruling lines. The lines are evenly spaced and run across the width of the page. There are no margins or other markings on the paper.

3.2 Algunas técnicas empleadas en biotecnología

Las investigaciones sobre el genoma y sus aplicaciones han abierto unas perspectivas inmensas de mejora en los sectores como salud, agrícola y ganadero.

3.2 a y c) Clonación y tecnología del DNA (obtención, PCR, electroforesis y secuenciación)

La clonación de genes, cultivo de tejidos, tecnología del DNA recombinante e ingeniería genética describen el mismo proceso. En la realidad estas técnicas son metodologías ligeramente diferentes que están interrelacionadas. La tecnología del DNA recombinante se utiliza normalmente para hacer posible la clonación de genes, mientras que la ingeniería genética a menudo se basa en la tecnología del DNA recombinante y en la clonación de genes para modificar el genoma de un organismo. Sin embargo, los términos tecnología del DNA recombinante e ingeniería genética se utilizan frecuentemente como sinónimos. Una definición biológica moderna de clon es una molécula, célula u organismo que ha sido producido a partir de otra entidad única.

3.2 b) cultivo de tejidos

El cultivo de tejidos es un conjunto de métodos para el estudio de células aisladas de tejidos o bien de órganos in vitro, para intentar reducir el efecto de las variaciones que ocurren de manera natural en el ambiente del organismo.

Existen diferentes tipos de cultivos: cultivo de órganos, cultivo de células y el “termino cultivo de tejidos” es el nombre genérico.

Dado el incremento de la población mundial la producción de alimentos es reto importante. El vencerlo dependerá de la capacidad para mejorar el rendimiento y productividad de los cultivos agrícolas y desarrollar variedades mejoradas de plantas que proporcionen alimentos de mejor calidad, aportar infraestructura y materiales biológicos para cubrir la demanda de ejemplares vegetales para la reforestación y conservación de suelo en zonas áridas, entre otras.

Las técnicas utilizadas para la clonación pueden ser de dos tipos: 1) la practicada por transferencia de núcleos, donde se generan individuos que son copias iguales al progenitor, como la oveja Dolly y 2) la técnica realizada por gemelación, partiendo de un óvulo fecundado (a la manera tradicional).

La clonación ofrece importantes oportunidades para la preservación genómica de animales en riesgo de extinción, pero su eficiencia es reducida.



ACTIVIDADES 3.2

1. Realiza una búsqueda en la web para completar el siguiente cuadro:

Nombre de la técnica	Describe la técnica	Menciona sus usos y/o aplicaciones	Explica su relación con las otras dos técnicas
Clonación			
Cultivo de tejidos			
DNA Recombinante			

2 De acuerdo con la lectura del siguiente texto y a una búsqueda en la web, analiza lo siguiente:

“Una aplicación potencial de la ingeniería genética en el mejoramiento de la calidad nutricional de los alimentos, es la de aumentar el contenido de vitaminas. La deficiencia en vitamina A es un problema muy importante en varios países, especialmente en Asia, donde 124 millones de niños padecen la deficiencia de esta vitamina, lo cual conduce a la ceguera. La aplicación oral de esta vitamina es problemática, debido principalmente a la carencia de infraestructura. Una alternativa es la producción de esta vitamina en la semilla de arroz, el cual es consumido preferentemente en estas poblaciones. Mediante la introducción de tres genes foráneos en plantas de arroz, ha sido posible la producción de β -caroteno (pro-vitamina A) en el endospermo de las semillas de este cereal. Debido a que el β -caroteno puede ser transformado en el cuerpo humano a vitamina A, este arroz transgénico tiene un enorme potencial de disminuir la avitaminosis que padecen muchos niños en Asia. La técnica empleada permite el cultivo extensivo del arroz dorado (como se le conoce comúnmente) rico en pro-vitamina A (Figura 3.2.1.).



Figura 3.2.1. Arroz dorado Imagen tomada de Bolivar, Z. F. (2004). Recuperado de:
<http://www.uam.mx/librosbiotec/fundamentos.pdf>

a. ¿Qué técnica biotecnológica se utilizó para resolver el problema?

b. Describe cómo se realizó la manipulación del arroz para darle una nueva característica nutricional

c. ¿Con la aplicación de la técnica se resolvió el problema satisfactoriamente?
Explica brevemente tu respuesta

3.3 Biotecnología en el sector agrícola: a) organismos genéticamente modificados (maíz, soya, jitomate, arroz dorado)

La población mundial actual de la Tierra es de 7 000 millones de personas aproximadamente, y aumentará, según las previsiones, a unos 9 000 millones en el año 2050. En esa fecha tendrán que producirse al año alrededor de 1 000 millones de toneladas de cereales y 200 millones de toneladas adicionales de productos pecuarios.

Las técnicas tradicionales de cultivo han empleado diferentes estrategias para contrarrestar dichos problemas y han logrado mejorar significativamente el rendimiento de los cultivos, sin embargo los procesos de mejoramiento tradicional requieren muchos años y muchas generaciones del cultivo con el fin de obtener una característica deseada. Como alternativa, la biotecnología vegetal representa una herramienta para resolver problemas agrícolas en menor tiempo y con el mínimo riesgo, debido a que es una tecnología limpia, donde sólo es modificada aquella característica que se quiere contrarrestar, logrando resultados rápidamente en una sola generación. Se espera que la biotecnología produzca soluciones más amigables con el medio ambiente que los métodos tradicionales de la agricultura industrial.

Para el caso de México, algunos ejemplos de plantas mejoradas por biotecnología podrían considerarse de interés regional, si se refieren a la resistencia a estrés biótico, representado por la resistencia a plagas y enfermedades, que pueden estar focalizadas en regiones particulares. En contraste, plantas mejoradas genéticamente con resistencia a estrés abiótico, tal como sequía, frío, suelos pobres, entre otros, podrían emplearse en regiones más extensas del país y aun así sujetarse a los supuestos de la Ley de Bioseguridad de Organismos Genéticamente Modificados (LBOGM), donde se indica que todos los eventos producto de la biotecnología moderna deberán ser analizados paso por paso y caso por caso.

Los organismos genéticamente modificados (OGM), y en particular los cultivos genéticamente modificados, son especies vegetales que han sido sometidas a la incorporación o modificación de genes mediante el uso de herramientas de ingeniería genética. La modificación genética de plantas es por lo tanto definida como la manipulación del desarrollo, estructura o composición de una planta por medio de la inserción de secuencias de DNA específicas. Estas secuencias pueden ser derivadas de la misma planta produciendo organismos intragénicos; pueden también ser generados por la inserción de un gen proveniente de otra planta, produciendo organismos cisgénicos, o bien organismos transgénicos si la fuente del gen proviene de una especie diferente. La manipulación genética persigue diferentes objetivos, entre ellos se destacan la alteración de los niveles o patrones de expresión de genes endógenos específicos, aumentándolos o disminuyéndolos; el cambio de las propiedades biológicas de las proteínas que ellos codifican o la introducción de nuevas propiedades o actividades biológicas, las cuales conferirán una capacidad adicional al bagaje genético del organismo en cuestión (Halford y Shewry, 2000).

La modificación genética mediante la biotecnología difiere del mejoramiento vegetal convencional en la precisión y especificidad. El mejoramiento convencional está basado en la cruce de genotipos generalmente contrastantes, que contienen cientos de miles de genes, y en la selección de la progenie que presente las

mejores características provenientes de los padres; también pueden ser producidos materiales híbridos seguidos por procesos de cruza y retrocruza con los materiales parentales, para de esta forma seleccionar los rasgos deseados después de varias generaciones, en las que se disminuyen la presencia de características no deseadas. Sin embargo, en este proceso de mejoramiento es inevitable la transferencia de genes no deseados que están ligados a los que codifican las características de interés, resultando imposible identificar estos genes y sus productos en la nueva planta.



ACTIVIDADES 3.3

1. Completa la siguiente tabla apoyándote en el ejemplo sobre OMG en donde anotes lo siguiente:

Problema a resolver con el OMG	Gen de interés agregado y procedencia	Cómo se incorporó
El algodón es la principal planta cultivada para producción de fibra en el mundo, de gran importancia como materia prima para la fabricación de tejidos y prendas de vestir. Últimamente en la producción de algodón se registran pérdidas por insectos y malezas altamente significativas y el control químico tiene un alto costo por lo que desde hace 15 años la ingeniería genética se está aplicando para obtener plantas de algodón genéticamente modificadas resistentes a insectos y tolerantes a herbicidas, se justifica para reducir el costo de producción y evitar el deterioro del ambiente.	El gen insertado en la planta de algodón es el gen denominado cry1Ac proveniente de una bacteria llamada <i>Agrobacterium tumefaciens</i>	Para lograr plantas OMG se han empleado métodos como transferencia de DNA por medio de la bacteria <i>Agrobacterium tumefaciens</i> , la cual posee un plásmido con la capacidad de transferir DNA al genoma de la planta; otros métodos muy eficaces son la transferencia del plásmido portador de genes cry por bombardeo (pistola de genes) o mediante electroporación de protoplastos, suministrando la aplicación de un voltaje causando orificios en los protoplastos donde se insertará la solución de DNA.

Problema a resolver con el OMG	Gen de interés agregado y procedencia	Cómo se incorporó
Soya		
Jitomate		
Maíz		

3.4 Biotecnología en el sector salud

La biotecnología se aplica en el área de salud desde la generación de antibióticos microbianos en las primeras décadas del siglo XX. Dos sectores de la biotecnología constituyen la principal actividad por valor: las vacunas y los fármacos

De la mano de otras áreas de la biotecnología se han podido describir nuevos fármacos que tienen la capacidad terapéutica en enfermedades, ya conocida o nueva (recepción de membrana, enzimas o los propios genes). De la misma forma se están descubriendo nuevas vacunas más eficientes para todo tipo de enfermedades, como las llamadas vacunas recombinantes, que utilizan solo las partes que confieran inmunidad al cuerpo sin tener que utilizar el patógeno en su totalidad.

Ciertos mercados emergentes de la biomedicina y la biotecnología, se encuentran en la frontera de la innovación. La regeneración de órganos y la generación de vacunas basadas en células, son tecnologías en desarrollo que sintetizan conocimiento de bioquímica e inmunología fundamental, con los de la biología celular y la biotecnología.

3.4 a) Medicamentos

Medicamentos biotecnológicos (MB) son aquéllos medicamentos biológicos producidos por técnicas de DNA recombinante o tecnología de hibridoma (anticuerpos monoclonales). Son también denominados “biofármacos” o “productos farmacéuticos biotecnológicos”.

Dentro de los MB que hoy se comercializan cabe mencionar:

- Hormonas, factores de crecimiento, enzimas
 - Anticuerpos monoclonales
 - Citoquinas
 - Vacunas y antígenos
 - Terapia celular
- Entre otros

3.4 b) Vacunas de nueva generación

Las vacunas constituyen el mayor logro de la medicina moderna. Se ha logrado la protección frente a muchas enfermedades con las vacunas clásicas. Sin embargo, hay muchas enfermedades para las cuales no se logra una protección eficaz, bien porque los métodos clásicos de inmunización no son eficaces, o porque comportan riesgos excesivos. La inmunización clásica se logra inoculando antígenos aislados de patógenos, o bien patógenos muertos o atenuados. Este último método es el más eficaz porque desencadena una respuesta doble del sistema inmune: una respuesta humoral de producción de anticuerpos y una respuesta celular por la activación de células citotóxicas. Esta doble respuesta garantiza una memoria a largo plazo del sistema inmune y por lo tanto una protección permanente frente a ese patógeno. La tecnología del DNA recombinante está siendo aplicada a la construcción de nuevas vacunas que garanticen la protección a largo plazo gracias al desarrollo de la doble repuesta inmunitaria humoral y celular, evitando los riesgos de las vacunas vivas ya que aquí no se inoculan microorganismos sino fragmentos de DNA que codifican antígenos de esos microorganismos. También se está utilizando esta estrategia para obtener vacunas contra ciertos tipos de tumores.

3.4 c) Probióticos

La conservación de alimentos es uno de los aspectos claves de seguridad alimentaria y en este contexto son dos las contribuciones que la biotecnología hace a este campo: las bacteriocinas y la prolongación de la vida útil. En un futuro próximo los aditivos químicos podrían reemplazarse por sustancias naturales producto de microorganismos considerados seguros para la salud; las bacteriocinas son compuestos que pueden ser hidrolizados por las enzimas gástricas y que no generan metabolitos tóxicos al degradarse, de manera que su inactivación e inocuidad en el organismo queda garantizada. La sociedad demanda procesos de transformación que impliquen reducción de impacto ambiental. La estabilidad microbiológica derivada del uso de los nuevos desarrollos tendrá un impacto positivo en la vida de anaquel de productos lácteos y la disminución o eliminación del uso de conservadores químicos nocivos para la salud y/o el medio ambiente.



ACTIVIDADES 3.4

1. Investiga qué es el interferón y cómo se produce

2. Investiga cómo actúa el interferón en forma general ante enfermedades virales y autoinmunes

3. Investiga cuál es la aplicación de los probióticos en el sector salud para mejorar la calidad de vida

4. De acuerdo al texto contesta lo siguiente:

a. ¿Cuáles son las diferencias entre las vacunas tradicionales y las vacunas de nueva generación?

5. Menciona una aplicación de medicamento, vacuna o probiótico que haya tenido un gran impacto en el sector salud en el mejoramiento de calidad de vida en México.

3.5 Biotecnología en la industria

El consumo mundial anual de los plásticos sintéticos provenientes del petróleo es de más de 200 millones de toneladas, con un incremento anual de aproximadamente el 5%. La alta resistencia a la corrosión, al agua y a la descomposición bacteriana los convierte en unos residuos difíciles de eliminar convirtiéndose en un problema ambiental.

3.5 a) Plásticos biodegradables

Los polímeros biodegradables pueden clasificarse, según su origen, dentro de tres categorías principales:

1. Naturales: como la celulosa, el almidón y las proteínas
2. Sintéticos: los más prometedores son los poliésteres alifáticos
3. Sintetizados: por microorganismos

En los últimos años se ha incentivado la investigación en el desarrollo de nuevos materiales “eco-amigables” en prácticamente todas las áreas industriales debido a la conciencia social de proteger el medio ambiente; en este aspecto, los polímeros biodegradables encajan a la perfección con ese objetivo ya que se dedica a optimizar los procesos industriales, y que busca remplazar a las tecnologías contaminantes por otras más limpias. Básicamente emplea organismos vivos y enzimas para obtener productos más fáciles de degradar que requieran menos energía y que generen menos desechos durante su producción.

En medicina los polímeros naturales, como por ejemplo el colágeno, se han empleado desde hace muchos años; sin embargo, los polímeros biodegradables sintéticos no empezaron a utilizarse recientemente. Se han obtenido grandes avances con el empleo de polímeros sintéticos, especialmente en cirugía y en la

realización de prótesis, implantes, ingeniería de tejidos o dispositivos de administración de medicamentos.

3.5 b) fibras naturales: lana, seda; fibras celulósicas: algodón y lino

En el ámbito textil se intenta generar conciencia del ciclo de vida de una prenda de vestir, pues la gran mayoría de dichas prendas no se re-usa ni recicla y termina generando montones de basura. Al incrementarse el volumen de manufactura tuvieron que ser creadas fibras totalmente sintéticas, como el poliéster, el nylon y elastano. Toda esta serie de cambios, trajo como consecuencia el incremento de sustancias químicas como ácidos, sulfatos, fenoles, que son utilizados para tratar las fibras, ahora convertidas en telas permitiendo que se tiñan o estampen. El objetivo de los nuevos materiales alternativos viene cumpliendo dos objetivos básicos; en primer lugar no fabricar materiales cuya eliminación podría ser problemática y, en segundo lugar, la reutilización de subproducto que constituye una posibilidad más de eliminación y reciclado de desechos.

Para que un textil sea certificado como ecológico, en su proceso de elaboración debe minimizar el impacto ambiental, usar de forma racional los recursos naturales, consumir la mínima cantidad de energía, reciclar agua, usar cultivos hidropónicos (que no necesiten tierra), mantener las características naturales de la materia prima, no usar procesos químicos sino físicos o mecánicos, utilizar elementos biodegradables y que no dañe la salud de los obreros ni de los usuarios.



ACTIVIDADES 3.5

1. Lee el siguiente texto y contesta las preguntas:

Plásticos biodegradables: ¿la solución?

Aunque existían desde hace varias décadas, los plásticos biodegradables han despertado el interés durante los últimos veinte años como una opción para reducir la permanencia de los residuos plásticos a través de su bioasimilación, especialmente en el caso de los productos de vida útil corta. La biodegradación es el proceso mediante el cual las sustancias son transformadas por microorganismos o por las enzimas que estos generan. En el mismo, el carbono orgánico presente en las moléculas se transforma en compuestos simples como el bióxido de carbono y metano a través de un proceso conocido como mineralización. Este proceso debe ser susceptible de ser medido por métodos estandarizados, en condiciones y

tiempos específicos. Generalmente la biodegradación de un plástico ocurre en forma simultánea a otros procesos de degradación originados por la radiación UV, la temperatura, la fricción o la humedad, y no siempre es posible discernir el rol que juega cada uno de ellos, por lo anterior, para considerar a un plástico como biodegradable es necesario garantizar que alcanza una mineralización completa en un periodo de tiempo establecido.

Para que la biodegradación ocurra deben cumplirse ciertos requisitos, tales como: la presencia de microorganismos capaces de llevarla a cabo y las condiciones ambientales requeridas para su desarrollo. La mayoría de los plásticos biodegradables han sido diseñados para sufrir este proceso en un entorno específico, haciéndolos susceptibles a los microorganismos presentes en los procesos de deposición final. En el caso de los plásticos biodegradables, el posible beneficio radica en su potencial para disminuir los residuos plásticos que quedan depositados en los rellenos sanitarios, de forma que se aumente su vida útil y se disminuyan los impactos ambientales de los mismos. Bajo condiciones específicas, pueden contribuir a la recuperación de nutrientes. No obstante, esto ocurrirá solamente si existen esquemas de separación y recolección que les permitan llegar al destino para el cual fueron creados, ya sea el compostaje, la degradación anaerobia o algún otro tipo de entorno así como leyes o normas que fomenten su uso, permitan evaluarlos y certificarlos.

Preguntas:

a. ¿Qué significa biodegradable?

b. ¿Con qué fin se desarrollaron los plásticos biodegradables?

c. ¿Qué factores causan que los plásticos sean biodegradados?

d. ¿En qué se transforman los plásticos biodegradables una vez desechados?

e. ¿Piensas que realmente los plásticos biodegradables son la opción para solucionar los problemas ambientales causados por el uso desmedido de plásticos? Argumenta tu respuesta

3.6 Biotecnología proambiental

Dentro de la amplia gama de tecnologías con el potencial de llegar a la meta de la sostenibilidad, la biorremediación, entendida esta como la aplicación de microorganismos, hongos, plantas o las enzimas derivadas de ellos para la restauración del ambiente, podría ocupar un lugar importante. Esta tecnología actúa a través de las intervenciones de la diversidad biológica para los propósitos de mitigación (y siempre que sea posible, la eliminación) de los efectos nocivos causados por los contaminantes ambientales en un sitio dado.

3.6 a) Biorremediación

El término biorremediación proviene del concepto de remediación que hace referencia a la aplicación de estrategias físico-químicas para evitar el daño y la contaminación del suelo. En el caso particular de la biorremediación se centra en la remediación biológica, basada esencialmente en la capacidad de los organismos vivos para degradar en forma natural ciertos compuestos contaminantes; los sistemas biológicos frecuentemente utilizados son microorganismos o vegetales permitiendo reducir o remover los residuos potencialmente peligrosos presentes en el ambiente y por lo tanto, se puede utilizar para limpiar terrenos o aguas contaminadas, dado que su ámbito de aplicabilidad es muy amplio, pudiendo considerarse como objeto de remediación cada uno de los estados de la materia, es decir, sólido (suelos o sedimentos), o bien directamente en lodos, residuos, etc., líquido, en aguas superficiales, subterráneas y residuales; así como gases, derivados de las emisiones industriales.

3.6 b) Fitorremediación

El término fitorremediación hace referencia a una serie de tecnologías que se basan en el uso de plantas para limpiar o restaurar ambientes contaminados, como aguas, suelos, e incluso aire. De manera más completa, la fitorremediación puede definirse como una tecnología sustentable que se basa en el uso de plantas para reducir *in situ* la concentración o peligrosidad de contaminantes orgánicos e inorgánicos de suelos, sedimentos, agua, y aire, a partir de procesos bioquímicos realizados por las plantas asociados a su sistema de raíz que conducen a la reducción, mineralización, degradación, volatilización y estabilización de los diversos tipos de contaminantes. La fitorremediación representa una tecnología alternativa, sustentable y de bajo costo para la restauración de ambientes y efluentes contaminados y para degradar o transformar en sustancias menos tóxicas diversos tipos de contaminantes orgánicos como hidrocarburos aromáticos polinucleares, hidrocarburos totales del petróleo, plaguicidas (herbicidas, insecticidas y fungicidas), compuestos clorados, explosivos y surfactantes (detergentes). A través de reacciones enzimáticas que llevan a cabo plantas y microorganismos en la rizósfera, es decir, la zona del suelo estrechamente asociada con las raíces de las plantas, dichos contaminantes son parcial o completamente degradados o transformados. De esta manera son asimilados por las plantas y secuestrados en sus vacuolas o fijados a estructuras celulares insolubles, como la lignina.

3.6 c) Técnicas verdes

Las ciudades, frente a los asentamientos rurales diseminados, se han convertido progresivamente en el hábitat humano por excelencia. El crecimiento vertiginoso experimentado por las ciudades en la escala global constata este hecho, llevando a la aparición de una serie de problemáticas sociales y ambientales, las cuales son ya inherentes a la vida urbana. En su relación con el medio natural, las ciudades modifican profundamente el entorno, incluso no cercano, transformando los ciclos biológicos y naturales, lo que genera desequilibrios a mediano y largo plazo en muchos casos irreversibles. Asimismo, los entornos urbanos, como grandes consumidores y centros de decisión comparten la responsabilidad de gran parte de los problemas ambientales globales, tales como la deforestación, desertificación, lluvia ácida, cambio climático, pérdida de biodiversidad o de hábitats, alteración del paisaje, entre otros.

Aunque aún está lejos el objetivo de convertir a las ciudades urbanizadas en ciudades verdes, se pueden practicar algunas técnicas verdes como la instalación de “azoteas verdes” que consiste en vegetación instalada adecuadamente sobre una azotea, esto mediante un proceso detallado de diseño e instalación, no es válido considerar que una azotea verde es una azotea llena de macetas.

El sistema de azotea verde implica un tratamiento especial al techo; es una técnica muy segura que se adapta a las características de cada construcción, para proteger la superficie y generar beneficios tangibles para quienes habitan el lugar. Cuando la lluvia cae en un techo convencional, resbala por los acantilados artificiales de la ciudad y corre por cañones igualmente artificiales hacia desagües pluviales donde no se absorbe ni se filtra y escapa casi sin tropiezos. En contraste, una azotea verde absorbe y filtra el agua, frena su carrera e incluso almacena una parte para algún uso posterior, lo que contribuye a reducir el riesgo de desbordamiento de alcantarillas, prolonga la vida del sistema de drenaje urbano y devuelve agua limpia al manto acuífero circundante. La capacidad de plantas y árboles para absorber las emisiones de CO₂, enfriar la atmósfera, filtrar el aire y retener el agua, ayudan a minimizar las consecuencias negativas de las islas de calor urbano, fenómeno responsable del incremento de la temperatura dentro de los límites de una ciudad, producto del calentamiento de los gases de efecto invernadero. La creación y transformación de espacios en jardines verticales y azoteas verdes, atiende importantes beneficios, debido a la utilización de tecnologías alternativas energéticamente eficientes y productivas que, mediante la integración de un sistema basado en patrones naturales y el aprovechamiento de recursos locales, favorecen la calidad de nuestras vidas y de las generaciones futuras.

3.6 d) Biocombustibles (etanol, butanol, biodiésel, bioelectricidad)

Actualmente, entre los principales problemas que enfrenta la humanidad, destacan el deterioro ambiental y la crisis energética. Una de las principales causas de la contaminación del aire es la quema de combustibles fósiles, ya que la combustión de los mismos produce grandes cantidades de gases de efecto invernadero (dióxido de carbono, óxidos de nitrógeno, entre otros), óxidos de azufre, hidrocarburos no quemados y cenizas finas. Además, este recurso natural es una fuente energética no renovable y, a últimas fechas, se ha informado que las reservas mundiales tarde o temprano se agotarán.

Por estas razones, hay interés en el desarrollo de fuentes de combustible alternativas y más limpias. Estudios recientes indican que existen otras fuentes energéticas, las cuales tienen emisiones extremadamente bajas y que parecen tener el potencial para convertirse en fuentes de sustitución de energía para la propulsión de automóviles, entre ellas destacan: alcoholes, gas natural, hidrógeno y biodiésel.

Tabla 1: Principales materias primas para la fabricación de biodiésel

Aceites vegetales convencionales	Aceites vegetales alternativos	Otras fuentes
Aceite de girasol Aceite de colza Aceite de soya Aceite de coco Aceite de palma	Aceite de <i>Brassica carinata</i> Aceite de <i>Cynara</i> <i>curdunculus</i> Aceite de <i>Camelina sativa</i> Aceite de <i>Crambe abyssinica</i> Aceite de <i>Pogianus</i> Aceite de <i>Jatropha curcas</i>	Aceite de semillas modificadas genéticamente Grasas animales Aceites de fritura usados Aceites producidos por microorganismos y microcroalgas

El biodiésel es un combustible líquido producido a partir de materias renovables, como los aceites vegetales o grasas animales (ver Tabla 1) que actualmente sustituye parcial o totalmente al diésel de petróleo en los motores diesel. De acuerdo con algunas empresas en Estados Unidos, Francia, Alemania, Brasil y Argentina, que ya usan biodiesel, al incorporarlo a un motor convencional se reducen las emisiones de monóxido de carbono, óxidos de Azufre, hidrocarburos aromáticos y partículas sólidas. Puede funcionar en cualquier motor diesel, y se presume que duplica la vida útil de los vehículos, no obstante, algunas de sus propiedades (alta viscosidad, baja volatilidad, menor poder calorífico, estabilidad a oxidación, etc.) deben ser mejoradas para poder lograr reemplazar a 100% el uso de combustibles fósiles.



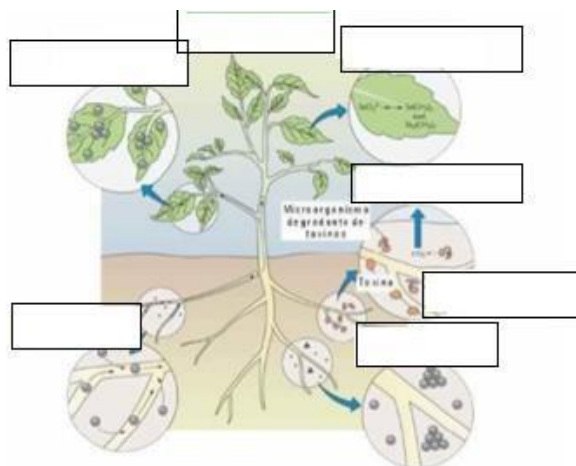
ACTIVIDADES 3.6

1. De los casos mencionados en el punto 3.1 del *Exxon Valdez* y el *Presstige* explica si se trata de un caso de biorremediación o fitorremediación.

2. Completa el siguiente cuadro de acuerdo al ejemplo de la primera fila:

Tipo de fitorremediación	Proceso involucrado	Contaminación tratada	Ejemplo de plantas usadas en el proceso
Fitoextracción	Las plantas se usan para concentrar metales en las partes cosechables (hojas y raíces).	Cadmio, cobalto, cromo, níquel, mercurio, plomo, plomo-selenio, zinc.	Girasol (<i>Helianthus annuus</i>) mostaza de la India (<i>Brassica juncea</i>) nabos (<i>Brassica napus</i> ; <i>B. rapa</i>) cebada (<i>Hordeum vulgare</i>) lúpulo (<i>Humulus lupulus</i>) ortigas (<i>Urtica dioica</i> ; <i>U. urens</i>) diente de León (<i>Taraxacum officinale</i>)
	Las raíces de las plantas se usan para absorber, precipitar y concentrar metales pesados a partir de efluentes líquidos contaminados y degradar compuestos orgánicos.	Cadmio, cobalto, cromo, níquel, mercurio, plomo, plomo-selenio, zinc, isótopos radioactivos, compuestos fenólicos.	
Fitoestabilización	Las plantas tolerantes a metales se usan para reducir la movilidad de los mismos y evitar el pasaje a capas subterráneas o al aire.		
	Se usan los exudados radiculares para promover el desarrollo de microorganismos degradativos (bacterias y hongos).	Hidrocarburos derivados del petróleo y poliaromáticos, benceno, tolueno, atrazina, etc.	
Fitovolatilización		Mercurio, selenio y solventes clorados (tetraclorometano y triclorometano).	Arboles freatófitos (álamo, sauce, álamo americano) pasturas (centeno, sorgo, festuca) leguminosas (trébol, alfalfa, frijol)
Fitodegradación	Las plantas acuáticas y terrestres captan, almacenan y degradan compuestos orgánicos para dar subproductos menos tóxicos o no tóxicos.		

3. Relaciona en la siguiente imagen los procesos de fitorremediación con el órgano de la planta donde se lleva a cabo y anota en recuadro el proceso correspondiente.



Procesos mediante los cuales la planta puede incorporar las sustancias contaminantes.
Recuperada de: <http://comunicacion-aguas-residuales.blogspot.com/2010/04/fitoremediacion.html>

4. Anota en el siguiente cuadro las ventajas y desventajas de la implementación de la biotecnología proambiental

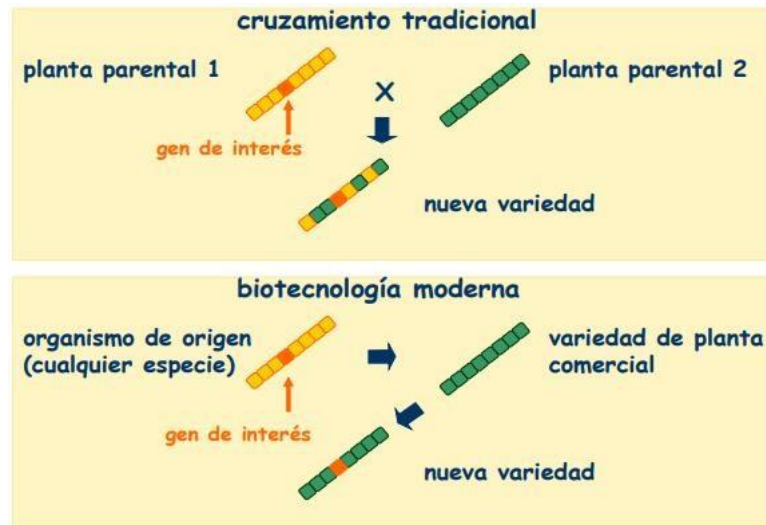
Biotecnología proambiental	Ventajas	Desventajas
Fitorremediación		
Técnicas verdes		
Biocombustibles		

AUTOEVALUACIÓN

Un grupo de investigadores de la Universidad de Toledo (Ohio, E.U.) creó petunias que sobreviven a temperaturas muy bajas. A través de la introducción de un gen proveniente de la planta modelo *Arabidopsis thaliana* lograron que las petunias sobrevivieran a 22 °F (-5 °C) “podríamos transformar genéticamente a cualquier otro cultivo” señaló R.V. Sairam, miembro del grupo de investigación. La modificación también confiere tolerancia a la sequía y a la salinidad. Las plantas tolerantes a heladas les permitirían a los productores reducir la temperatura de los invernaderos considerablemente. “suena interesante” declaró Gene Klotz propietario de Klotz Flower Farm. “los costos de calefacción hoy constituyen menos del 35% de los costos totales de la producción”. Las petunias serán ensayadas por el Departamento de Agricultura, que además financió el proyecto, probarán a qué temperatura pueden cultivarse y cómo crecen y cuánto tiempo las petunias sobreviven a esta temperatura.

1. En el texto anterior la modificación practicada a las petunias fue la introducción de un gen para:
 - A) sobrevivir a temperaturas muy altas, a la sequía y a la salinidad.
 - B) sobrevivir a temperaturas muy bajas, a la sequía y a la salinidad.
 - C) resistir la temperatura dentro de los invernaderos.
 - D) probar a qué temperatura deben cultivarse dentro del invernadero.
2. En el texto anterior el nombre científico del organismo del cual se obtiene el gen de interés es:
 - A) *Arabidopsis lyrata*
 - B) *Zea mays*
 - C) *Arabidopsis thaliana*
 - D) *Petunia parviflora*
3. De acuerdo al texto anterior una de las ventajas que ofrece el nuevo producto al consumidor y al productor sería:
 - A) reducir el costo de su producción
 - B) disminuir el tiempo de cultivo
 - C) obtener una mayor producción de plantas para la venta
 - D) obtener una mayor cantidad de flores por planta

El siguiente esquema representa las técnicas de la biotecnología tradicional y de la biotecnología moderna empleadas en la obtención de nuevos cultivos. La nueva variedad, que contiene un gen proveniente de otro organismo se denomina transgénica.



Recuperado de: <https://es.scribd.com/document/339289197/El-Cuaderno-1-Biotecnologia>

4. ¿Qué representan las cadenas de pequeños cuadros dibujadas en el esquema?
 - A) Las características deseadas en un organismo
 - B) Un segmento de DNA de un organismo
 - C) El genoma completo de un organismo
 - D) Las técnicas de modificación genética usadas

5. ¿Por qué se representan estas cadenas de diferente color en el esquema?
 - A) porque cada cadena de cuadros representa el genoma completo de un organismo
 - B) porque cada cadena de cuadros representa un gen de un individuo diferente
 - C) porque cada cadena de cuadros representa un segmento de DNA de un individuo diferente
 - D) porque cada cadena de cuadros representa una modificación genética

6. ¿Qué representa el cuadro coloreado de color rojo?
 - A) un gen que codifica para una proteína que determina la característica de interés
 - B) un genoma que codifica para una proteína que determina una característica de interés
 - C) un gen que codifica para un DNA que determina la característica de interés
 - D) un genoma que codifica para una proteína que determina la característica de interés

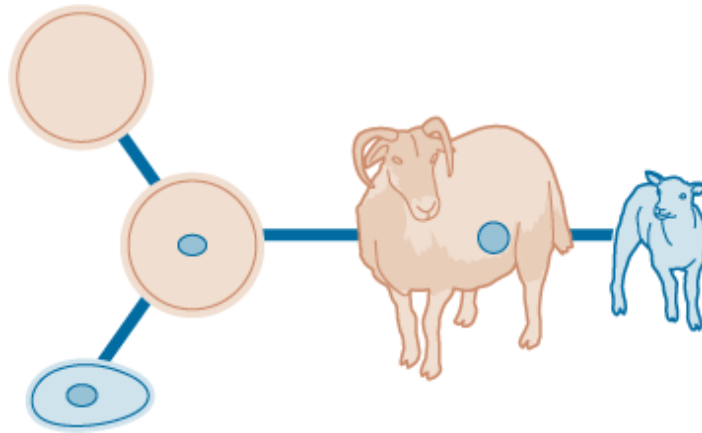
Los probióticos son microorganismos vivos adicionados a los alimentos que en concentraciones adecuadas ejercen un efecto beneficioso para la salud humana. Algunos productos en los que se utilizan son los yogures, las leches fermentadas y derivados de la leche como quesos y margarinas. Los probióticos más utilizados y estudiados son las bacterias ácido-lácticas o “lactobacilos” y las “bifidobacterias”. Estas son variedades habituales en el tracto gastrointestinal donde constituyen la microbiota que ejerce una función importante en las defensas del organismo. Además aumentan la producción y biodisponibilidad de ciertas vitaminas como B2, B6, B12 y biotina, mejoran la disponibilidad de minerales como el Mg, Ca, Cu y Zn y la acidez que provoca su colonización aumenta la peristalsis reduciendo el tiempo del tránsito intestinal.

Tomando en cuenta el texto anterior y la definición de biotecnología responde lo siguiente:

7. ¿Por qué se considera el yogur un producto biotecnológico?
- A) porque utiliza la fermentación como un proceso
 - B) porque se le agregan bacterias modificadas genéticamente
 - C) porque aumenta la producción y disponibilidad de vitaminas y minerales
 - D) porque las bacterias existen ya en el tracto digestivo y son muy estudiadas
8. Los lactobacilos se adicionan al yogur porque:
- A) llevan a cabo la fermentación
 - B) existen ya de por sí en el tracto digestivo
 - C) proporcionan beneficios a la salud humana
 - D) proporcionan acidez al medio de elaboración

La clonación consiste en la obtención de copias idénticas de una molécula o de un ser vivo. Se pueden clonar genes (paso imprescindible en cualquier aplicación de ingeniería genética), células (para cultivos celulares), tejidos, órganos e, incluso, seres vivos. La obtención de organismos clónicos se inauguró con la creación de la oveja Dolly, en 1996, por un equipo de investigadores del Instituto Roslin de Edimburgo. En su caso se utilizó una técnica de transferencia nuclear de células de glándula mamaria cultivadas in vitro a un ovocito no fecundado cuyo núcleo había sido extraído. Actualmente se obtienen animales clónicos mediante dos técnicas. Por disgregación de células embrionarias (de manera semejante a la que da lugar a los gemelos idénticos) y por transferencia del núcleo desde una célula embrionaria a un ovocito enucleado, de tal forma que al fusionarse ambas células, el clon se comporta como si fuera un cigoto que, al desarrollarse, dará lugar a un nuevo individuo. De esta forma se obtienen actualmente terneros clónicos.

9. La secuencia correcta de los pasos descritos a continuación para la clonación la oveja "Dolly" fue:



Recuperado de: https://elpais.com/elpais/2017/02/21/ciencia/1487674345_626879.html

- I. Se obtiene un óvulo sin fecundar y se extrae el núcleo
 - II. La nueva célula con la información del animal que se desea clonar se cultiva y reproduce formando un embrión que se implanta en el útero de otro animal.
 - III. Se extrae una célula del animal que se va a clonar y se introduce el DNA de esta en la nueva célula anucleada previamente.
 - IV. El embrión se desarrolla produciendo otra oveja idéntica a la oveja donadora de la célula clonada.
- A) I,II,III,IV
 - B) I,III, II, IV
 - C) II, I, III, IV
 - D) I, II, IV, III

En diferentes cultivos se obtienen nuevas características por ingeniería genética para mejorar su producción: algodón resistente a lepidópteros, retraso en la maduración del melón y jitomate, soya, acelgas, trigo y alfalfa resistente a herbicidas. En muchos de los casos se emplea para su modificación el plásmido Ti de la bacteria *Agrobacterium tumefaciens*.

10. De acuerdo a lo aprendido la secuencia correcta de los pasos descritos a continuación para crear una planta transgénica es:

III. Selección de una bacteria que produzca una sustancia tóxica para los organismos que son plaga de una planta.

IV. Extracción del gen que produce la sustancia tóxica.

V. Extracción de una célula de la planta que se va a modificar e introducción del gen bacteriano en dicha célula.

II. La célula vegetal modificada se cultiva.

I. Se obtienen plántulas que se trasplantan al suelo, resistentes a las plagas.

A) III, IV, V, II, I

B) IV,III,V, II, I

C) II,III, IV, V, I

D) I, II, III, IV, V

11. Mediante la manipulación genética en animales se está investigando la creación de nuevas:

A) especies

B) razas

C) especímenes

D) variedades

Los organismos hidrocarburoclásticos son bacterias y hongos capaces de degradar petróleo utilizándolo como método de subsistencia, la ingeniería genética trabaja en la mejora de sus procesos metabólicos de degradación. Siendo muy útiles para la eliminación de petróleo en caso de desastres ecológicos o en la limpieza de tanques en refinerías de petróleo. Algunas especies importantes en el proceso de biorremediación causado por hidrocarburos son: *Pseudomonas*, *Nocardia*, *Acinetobacter*, *Aspergillus* o *Mucor*. Se utilizan también microorganismos tradicionales o mejorados genéticamente, como las bacterias del género *Pseudomonas*, para la eliminación de pesticidas xenobióticos (que no existen de forma natural), de metales pesados procedentes de la minería y la industria y de residuos industriales. Con respecto a esto;

12. La biorremediación involucra el uso de _____ para limpiar desastres causados por derramamiento de petróleo.

A) organismos

B) compuestos sintéticos

C) plantas

D) enzimas libres

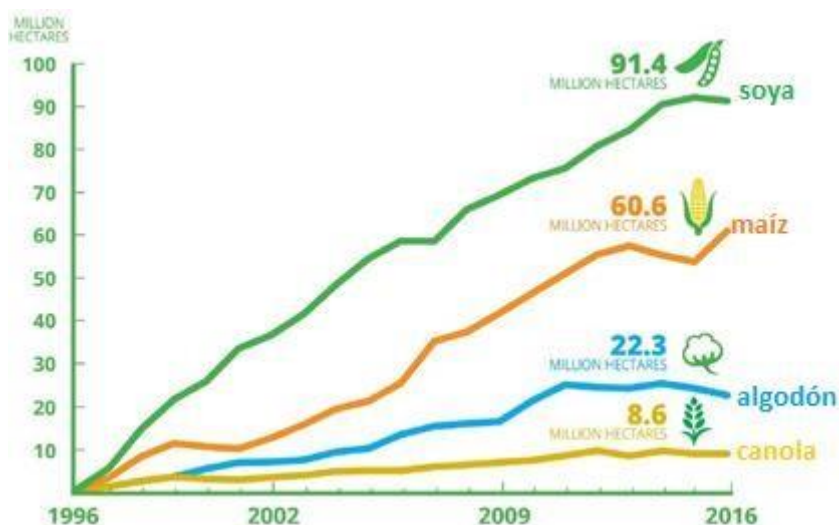
13. En la limpieza de aguas residuales se emplean microorganismos porque:

- A) recuperan metales pesados procedentes de desechos
- B) emplean las sustancias contenidas en ellas como alimento
- C) se envenenan con los compuestos de desecho como pesticidas
- D) usan enzimas presentes en las aguas para limpiar químicos

14. La fitorremediación implica _____

- A) plantas que descontaminan mares.
- B) plantas para descontaminar suelos empetrolados.
- C) algas que absorben metales.
- D) microorganismos que viven en las raíces de las plantas.

El informe del ISAAA muestra que el área de cultivos GM en todo el mundo aumentó un 3 % o 4,7 millones de hectáreas en 2017. El aumento se debe principalmente al incremento de las ganancias provocado por los elevados precios de las materias primas, la mayor demanda de los mercados, tanto locales como internacionales, y la disponibilidad de semillas con nuevas tecnologías. A medida que más países en desarrollo aumentan el área cultivada con transgénicos y permiten que los agricultores adopten la biotecnología en la producción de alimentos, los pequeños agricultores perciben los efectos beneficiosos que esto tiene en sus vidas y en las de sus familias. De hecho, los países en desarrollo ahora totalizan el 53 % del área de cultivos modificados mediante biotecnología en todo el mundo. Observa lasiguiente gráfica y responde lo siguiente:



Principales cultivos transgénicos en el 2016. Fuente: ISAAA.

Recuperado de: https://www.argenbio.org/adu/uploads/ISAAA_2017/ISAAA_gacetilla_prensa.pdf

15. ¿Cuál es el cultivo que participa en el mayor incremento de millones de áreas cultivadas a nivel mundial?
- A) soya
 - B) maíz
 - C) algodón
 - D) canola
16. ¿Qué cultivo se ha mantenido más estable en cuanto al número de hectáreas cultivadas en el tiempo?
- A) soya
 - B) maíz
 - C) canola
 - D) algodón

REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS

Libros

Thieman, W. y Palladino, M. (2010). *Introducción a la biotecnología*. Madrid: Pearson.

Recursos electrónicos

Documentos en línea

Bolivar, Z. F. (2004). Fundamentos y casos exitosos de la biotecnología moderna. México. El Colegio Nacional. Recuperado de: <http://www.uam.mx/librosbiotec/fundamentos.pdf> 20/11/18

El cuaderno de por qué biotecnología. Edición N° 36 – 2006 Biorremediación: organismos que limpian el ambiente. Recuperado de: http://depa.fquim.unam.mx/amyd/archivero/IQM_fitorremediacion_biotech_25618.pdf

García, J. L. Ingeniería genética y biotecnología. Monografías de la Real Academia Nacional de Farmacia. España.2004. Recuperado de: http://www.tendenciasenmedicina.com/imagenes/imagenes33/art_03.pdf

Garzón, J.M., Rodríguez, M. J., Hernández, G. C. (2017). Aporte de la biorremediación para solucionar problemas de contaminación y su relación con el desarrollo sustentable. Universidad y Salud, artículo de recisión. Bogotá, Colombia. Recuperado de: <http://www.scielo.org.co/pdf/reus/v19n2/0124-7107-reus-19-02-00309.pdf>

Glosario de biotecnología para la agricultura y la alimentación. Recuperado de: <http://www.fao.org/docrep/004/y2775s/y2775s07.htm#bm07.2>

Gutiérrez, G. D. F., Ruiz M. A. R. y Xoconostle C. B. (2015). Estado Actual de los cultivos genéticamente modificados en México y su contexto internacional. Departamento de Biotecnología y Bioingeniería, Centro de Investigación y de Estudios Avanzados del Instituto Politécnico Nacional. México. Recuperado de: <https://www.conacyt.gob.mx/cibiogem/images/cibiogem/comunicacion/publicaciones/Estado-actual-de-los-cultivos.pdf> 24/11/18

Labeaga Viteri, Aitziber. (2018). *Polímeros biodegradables. Importancia y potenciales aplicaciones* Master Thesis, Universidad Nacional de Educación a Distancia (España). Facultad de Ciencias. Departamento de Química Inorgánica e Ingeniería Química. Recuperado de: http://e-spacio.uned.es/fez/eserv/bibliuned:master-Ciencias-CyTQ-Alabeaga/Labeaga_Viteri_Aitziber_TFM.pdf 25/11/18

<http://www.analesranf.com/index.php/mono/article/viewFile/535/553&a=bi&pagenumber=1&w=100>

Medina, R. I., Chávez V. N., Jáuregui R. J. (2012) Biodiesel, un combustible renovable. Investigación y Ciencia, de la Universidad Autónoma de Aguascalientes. Número 55, Mayo-Agosto 2012. Recuperado de: <http://www.redalyc.org/pdf/674/67424409008.pdf>

Núñez, L. R., Meas, V. Y., Ortega, B. R., Olguín, E. j. (2004). Fitorremediación: fundamentos y aplicaciones. Revista Ciencia, Julio-Diciembre. México. Recuperado de: https://www.revistaciencia.amc.edu.mx/imagenes/revista/55_3/Fitorremediacion.pdf

Pacheco, G. Flores. N. Rodríguez-Sanoja. R. (2014). Bioplásticos. BioTecnología, Año 2014, Vol. 18 No. 2. Recuperado de: https://smbb.mx/wp-content/uploads/2017/10/Revista_2014_V18_N2.pdf
<http://www.redalyc.org/articulo.oa?id=477947372003>

Portela-Dussán, D., Chaparro-Giraldo A y López-Pazos S. (2013). La biotecnología de *Bacillus thuringiensis* en la agricultura. Colombia. Recuperado de: <http://www.scielo.org.co/pdf/nova/v11n20/v11n20a09.pdf> 5/11/18

Silva, C. C. (2005). Algodón genéticamente modificado. AGRO-BIO. Colombia. Recuperado de: <https://www.argenbio.org/uploads/pdf> 25/11/18

Techos verdes y jardines verticales. Recuperado de: https://www.researchgate.net/publication/306857970_Techos_verdes_y_jardines_verticales.

Otras fuentes de consulta

Fotografías, imágenes

Clonación de oveja Dolly [imagen]. Recuperado de: https://elpais.com/elpais/2017/02/21/ciencia/1487674345_626879.html

Fitorremediación [imagen]. Recuperado de: <http://comunicacioin-aguas-residuales.blogspot.com/2010/04/fitoremediacion.html>

Gráfica de cultivos [imagen]. Recuperado de: https://www.argenbio.org/adc/uploads/ISAAA_2017/ISAAA_gacetilla_prensa.pdf

Maíz dorado [fotografía]. Recuperado de: <http://www.uam.mx/librosbiotec/fundamentos.pdf>

Manipulación génica [imagen] Recuperado de:

<https://es.scribd.com/document/339289197/El-Cuaderno-1-Biotecnologia>

Fotografía de portada, Rutas metabólica [imagen]. Recuperado de: Nelson, D. y Cox, M. (2017). *Lehinger Principles of biochemistry*. (7ª ed.). Wisconsin: W. H: Freeman.

GLOSARIO

Bacteriocinas: Proteína producida por bacterias de una determinada **cepa** y que es activa frente a otras de cepas estrechamente relacionadas.

Células alfa: células de la parte endocrina del páncreas que produce glucagón.

Células beta: células de la parte endocrina del páncreas que produce insulina.

Cepa: Grupo de individuos derivados por ascendencia de un único individuo dentro de una **especie**.

DNA monocistrónico: son los mRNA que codifican un solo polipéptido, son típicos de las células eucariontas.

DNA policistrónico: son los mRNA genes que codifican a más de una proteína; están presentes en las células procariontas.

Dopaje: Consumo de sustancias excitantes o estimulantes que sirven para lograr de modo no natural un mejor rendimiento en una competición deportiva.

Efectores: son parte de una reacción química que ejecuta las respuestas indicadas por la señal química o mensajero.

Endocrina: se refiere a las glándulas del cuerpo que producen moléculas que libera al sistema circulatorio. Estas moléculas por lo regular son hormonas peptídicas y esteroideas que viajan por el torrente sanguíneo hasta localizar los receptores de la superficie celular de la célula diana o blanco para causar cambios específicos.

Energía interna (E): Expresa la energía total del sistema.

Energía libre (G): Equivale a la energía disponible que se puede convertir en trabajo útil.

Enlace covalente: Unión que se forma cuando dos átomos comparten uno o más pares de electrones.

Entalpia (H): Representa el contenido de calor dentro del sistema.

Entropía (S): Se refiere al grado de desorden del sistema.

Fitorremediación: Utilización de cultivos vegetales para la extracción de contaminantes, bien de suelos (*p. ej.*, campos contaminados) o de recursos hídricos (*p. ej.*, lagos contaminados). Un ejemplo sería la explotación del jacinto de

agua de Brasil (*Eichhornia crassipes*) que acumula metales tóxicos, tales como plomo, arsénico, cadmio, mercurio, níquel y cobre, en sus tejidos.

Fotóautótrofos: Organismos que obtienen energía de la luz solar y su fuente de carbono es el dióxido de carbono.

Fotoheterótrofos: Organismos que utilizan luz solar como fuente de energía y compuestos orgánicos como fuente de carbono.

Freatófitos: Plantas que transpiran más agua de la que es proporcionada por las lluvias durante un año, con lo que toma el complemento necesario de las capas freáticas del subsuelo, reduciendo el nivel del agua subterránea y hasta secando los acuíferos.

Glucagón: hormona secretada por el páncreas. Su función es aumentar los niveles de glucosa en la sangre al estimular la degradación de glucógeno en el hígado.

Hormonas: sustancia química producida por un grupo de células en un organismo multicelular y transportada por los líquidos corporales hacia tejidos blanco o diana sobre los que ejerce un efecto específico.

Impronta genómica: se ha definido como el marcaje epigenético del genoma de un organismo diploide con respecto a su origen parental. Es un mecanismo epigenético importante en los mamíferos y parecería estar relacionado en la regulación de la transferencia de nutrientes de la madre al feto, afectando la expresión de algunos, pero no de todos los genes. Éstos se caracterizan por la expresión de sólo uno de los alelos. Esta hipótesis es apoyada por el hecho de que los genes improntados tienden a afectar el crecimiento *in útero* y el comportamiento después del nacimiento. Aproximadamente 50 genes improntados han sido identificados en el ratón, la mayoría de los cuales tienen homólogos en el humano y se ha calculado que existan cerca de 100.

Insulina: hormona secretada por el páncreas. Su función es disminuir los niveles de glucosa en la sangre al estimular a numerosas células a utilizar la glucosa, y al hígado para que convierta la glucosa en glucógeno.

MicroRNAs: son moléculas pequeñas de RNA, de alrededor de 200 nucleótidos involucrados en el corte y empalme de alternativos del RNA.

Organismos cisgénicos: intragenérico Dentro de un género, como por ejemplo, un **cruzamiento** o una variación intragenérica.

Organismos intragénicos: Dentro de un género.

Organismos transgénicos: Individuo en cuyo genoma se ha integrado un transgén. En los transgénicos eucariotas, el transgén debe transmitirse por meiosis para ser heredado por la descendencia.

Potencial de acción: es una señal eléctrica rápida y transitoria que se autopropaga en la membrana plasmática; es un cambio rápido de un potencial eléctrico negativo por uno positivo en una célula nerviosa. Un potencial de acción viaja por un axón sin cambiar de amplitud.

Potencial de membrana: es la diferencia de voltaje a través de la membrana debido a un exceso de iones positivos por un lado y de iones negativos por el otro.

Quimioautótrofos: Organismos que obtienen la energía de la oxidación de compuestos inorgánicos y el dióxido de carbono como la fuente principal de carbono.

Quioheterótrofos: Organismos que como fuente de carbono y de energía utilizan compuestos orgánicos.

Receptor: es una proteína de la superficie celular que se localiza en la membrana plasmática; en su estructura tienen un sitio de unión para una molécula de señalización extracelular específica e inicia una respuesta en la célula. También hay receptores intracelulares, son para las hormonas esteroideas que tienen que atravesar la membrana plasmática y difundirse hasta llegar al receptor.

Rizósfera: Zona del suelo en contacto inmediato con las raíces de las plantas.

Segundo mensajero: es una molécula pequeña formada en el citosol o liberada en él en respuesta a una señal extracelular que ayuda a retransmitir la señal hacia el interior de la célula. Los ejemplos incluyen: AMPc, IP₃ y Ca⁺².

Tetravalente: Que tiene una valencia o un estado de oxidación igual a cuatro.

Transducción: es una transferencia mediada por una molécula hacia otra molécula.

Transgén: Secuencia génica aislada que se utiliza para transformar un **organismo**. A menudo, pero no siempre, el transgén proviene de una especie distinta a la del receptor.

RESPUESTAS DE LAS AUTOEVALUACIONES

UNIDAD 1. LA ENERGÍA EN LOS PROCESOS DE LA VIDA	
Número de pregunta	Respuesta
1	A
2	C
3	B
4	C
5	A
6	D
7	D
8	C
9	B
10	C
11	B
12	D
13	B
14	A
15	B
16	B
17	C
18	D
19	C
20	A
21	A
22	B
23	D
24	D
25	C
UNIDAD 2. EXPRESIÓN GÉNICA Y LA INFLUENCIA DEL AMBIENTE	
Número de pregunta	Respuesta
1	D
2	C
3	C
4	D
5	B
6	C
7	C
8	A
9	A
10	A

UNIDAD 3. BIOTECNOLOGÍA PARA UN MUNDO SUSTENTABLE

Número de pregunta	Respuesta
1	B
2	C
3	A
4	B
5	C
6	A
7	A
8	C
9	B
10	B
11	D
12	A
13	B
14	B
15	A
16	C

Anexo

Hoja para recortar



ESTRUCTURA DEL DNA Y RNA

Instrucciones: Recorta y colorea las siguientes figuras, posteriormente armar los modelos de una molécula de DNA, una de RNA y un nucleótido.

R: Ribosa, D: Desoxirribosa, BN: Base Nitrogenada, A: Adenina, G: Guanina, T: Timina, U: Uracilo, C: Citosina, P: Grupo fosfato, 5: Carbono número 5 de las pentosas



UNAM

Dr. Enrique Graue Wiechers
Rector

ENP

Biól. María Dolores Valle Martínez
Directora General



Universidad Nacional
Autónoma de México

Directores de Planteles

Mtro. Enrique Espinosa Terán
Plantel 1 "Gabino Barreda"

LDG. Amando Ramírez Fuentes
Encargado de Despacho
Plantel 2 "Erasmus Castellanos Quinto"

M. en C. Laura Elena Cruz Lara
Plantel 3 "Justo Sierra"

M. en C. Eduardo Adolfo Delgadillo Cárdenas
Plantel 4 "Vidal Castañeda y Nájera"

Lic. Jaime Cortés Vite
Plantel 5 "José Vasconcelos"

M. en D. Isauro Figueroa Rodríguez
Plantel 6 "Antonio Caso"

M. en C. Víctor Manuel Coffe Ramírez
Plantel 7 "Ezequiel A. Chávez"

Dra. Lilia Bertha Alfaro Martínez
Plantel 8 "Miguel E. Schulz"

M. en I. Raúl Rodríguez Díaz
Plantel 9 "Pedro de Alba"

Jefe del Departamento de Biología

M. en C. Juan Hernández Delgado