



**UNIVERSIDAD NACIONAL AUTÓNOMA DE MÉXICO
ESCUELA NACIONAL
COLEGIO DE CIENCIAS Y HUMANIDADES
PLANTEL ORIENTE
ÁREA DE CIENCIAS EXPERIMENTALES**



GUÍA DE ESTUDIO PARA EL EXAMEN EXTRAORDINARIO DE BIOLOGÍA I

Programa de Estudios 2016

ELABORADA POR:

Araceli Bautista Acevedo

Lucia Herrera Velázquez

María del Rosario López Mendoza

Leticia Martínez Aguilar

Itzel Georgina Meneses Ochoa

Irma Patricia Olivares Jiménez

Iztzel Pérez Olivares

Leticia Ríos Quiroz

Rosalba Margarita Rodríguez Chanes (compiladora)

Noviembre de 2023

ÍNDICE	Pág.
Presentación	3
Instrucciones para el manejo de la guía	4
Contenido temático general	5
Unidad I. ¿Por qué la biología es una ciencia y cuál es su objeto de estudio?	6
Presentación de la Unidad	7
Tema 1. Panorama actual del estudio de la biología	
Bases de la biología como ciencia	8
Tema 2. Objeto de estudio de la biología	
Características generales de los sistemas biológicos	15
Niveles de organización	26
Unidad II: ¿Cuál es la unidad estructural y funcional de los sistemas biológicos?	33
Presentación de la Unidad	34
Tema 1. Teoría celular	
Construcción de la Teoría celular, sus principales aportaciones y postulados	37
Tema 2. Estructura y función celular	
Moléculas presentes en las células	52
Estructura de las células procariota y eucariota	65
La célula y su entorno	70
Forma y movimiento	83
Transformación de energía	90
Flujo de la información genética	103
Tema 3. Continuidad de la célula	
Ciclo celular: mitosis	113

Unidad III: ¿Cómo se crea y se modifica la información genética?	121
Presentación de la Unidad	122
Tema 1. Reproducción	
Meiosis y gametogénesis	124
Nivel de individuo	134
Tema 2. Herencia	
Herencia Mendeliana	140
Variantes de la herencia mendeliana	150
Teoría cromosómica de la herencia	159
Mutación y cambio genético	167
Manipulación del DNA	176
Respuestas de las actividades de autoevaluación	187

PRESENTACIÓN

La Guía de Estudio para el Examen Extraordinario de Biología I, fue elaborada por un grupo de profesoras del Área de Ciencias Experimentales. El documento tiene como propósito apoyar y orientar a los estudiantes en la preparación del examen extraordinario de la asignatura. La elaboración de la guía consideró los propósitos y aprendizajes indicados para cada unidad conforme a lo establecido en el Programa de Estudios vigente, para la asignatura de Biología I.

La estructura de la guía incluye las instrucciones para su manejo, el contenido temático general, la presentación de cada unidad y el desarrollo de cada temática para cada tema, así como, un apartado final con las respuestas de las actividades de autoevaluación. Los contenidos de cada temática proporcionan la información requerida para realizar las actividades de aprendizaje y resolver las actividades de autoevaluación. Cada temática incluye aprendizajes, conceptos clave, desarrollo de contenidos, actividades de aprendizaje, actividades de evaluación y referencias.

Las 47 actividades de aprendizaje y los 90 reactivos de opción múltiple que conforman las actividades de evaluación de la guía se diseñaron para que los estudiantes sean capaces de discriminar lo esencial de cada temática, comprender lo que leen, reafirmar lo aprendido, comparar, confrontar y relacionar los puntos importantes y generalizar su aprendizaje al aplicarlo en diferentes formas y situaciones al formular y responder preguntas. Los estudiantes podrán repasar en cualquier momento los temas atendiendo a sus aspectos fundamentales para preparar su examen extraordinario, ya que la guía proporciona los contenidos básicos que servirán para dirigir su estudio y autoevaluarse.

Rosalba M. Rodríguez Chanes.

INSTRUCCIONES PARA EL MANEJO DE LA GUÍA

La guía te permitirá reafirmar y autoevaluar tu aprendizaje. Para mejorar el uso de la guía se sugiere que desarrolles las siguientes etapas:

1. Realiza la lectura de todo el documento para que tengas una idea general de su contenido y analiza los propósitos, aprendizajes, temáticas y conceptos clave de cada temática para que sepas lo que se pretende lograr con la asignatura en cada unidad.
2. Revisa el “Desarrollo de Contenidos” de cada temática y realiza las “Actividades de Aprendizaje”.

Sugerencias para el estudio del “Desarrollo de Contenidos”:

- Lee el tema completo para tener una visión global, ya que su parcialización dificulta que lo comprendas.
 - Determina las ideas clave. Una idea clave hace referencia al punto principal de un párrafo. Es importante cuando define y describe un fenómeno; explica como se produce (señala causa y efecto); compara y contrasta ideas, objetos o sucesos y jerarquiza (qué sucedió antes y qué después).
 - Elabora preguntas para cada idea clave (qué, quién, cuándo, dónde, por qué, para qué, cómo y otras que consideres convenientes). Responder las preguntas te permitirá recordar, identificar o reconocer las ideas clave; expresar el contenido con tus propias palabras; interpretar su significado para obtener conclusiones y consecuencias, así como comparar y relacionar eventos.
 - Lee nuevamente el texto del tema para repasar tus pregunta o revisarlas.
3. Resuelve las “Actividades de Autoevaluación”¹ y compara tus respuestas con las que se presentan en el apartado “Respuestas de las Actividades de Autoevaluación”. Si el número de aciertos por unidad no alcanza como mínimo el 70%, retoma las actividades de aprendizaje necesarias para superar las deficiencias detectadas y vuelve a repasar.

En caso de que alguna temática no sea clara o te resulte difícil su comprensión, recuerda que existe el Programa Institucional de Asesorías (PIA) para apoyarte.

¹ Las actividades de autoevaluación son un modelo del tipo de reactivos que incluirá el examen extraordinario.

CONTENIDO TEMÁTICO GENERAL

Unidad I. ¿Por qué la biología es una ciencia y cuál es su objeto de estudio?	
Tema 1. Panorama actual del estudio de la biología.	<ul style="list-style-type: none"> • Bases de la biología como ciencia.
Tema 2. Objeto de estudio de la biología.	<ul style="list-style-type: none"> • Características generales de los sistemas biológicos. • Niveles de organización.
Unidad II. ¿Cuál es la unidad estructural y funcional de los sistemas biológicos?	
Tema 1. Teoría celular.	<ul style="list-style-type: none"> • Construcción de la Teoría celular, sus principales aportaciones y postulados.
Tema 2. Estructura y función celular.	<ul style="list-style-type: none"> • Moléculas presentes en las células: carbohidratos o glúcidos, lípidos, proteínas y ácidos nucleicos. • Estructura de la célula procariota y eucariota. • Las células y su entorno. • Forma y movimiento. • Transformación de energía. • Flujo de la información genética.
Tema 3. Continuidad de la célula.	<ul style="list-style-type: none"> • Ciclo celular: mitosis.
Unidad III. ¿Cómo se transmiten los caracteres hereditarios y se modifica la información genética.	
Tema 1. Reproducción.	<ul style="list-style-type: none"> • Meiosis y gametogénesis. • Nivel de individuo.
Tema 2. Herencia.	<ul style="list-style-type: none"> • Herencia mendeliana. • Variantes de la herencia mendeliana. • Teoría cromosómica de la herencia. • Mutación y cambio genético. • Manipulación del DNA.

Unidad: 1

¿POR QUÉ LA BIOLOGÍA ES UNA CIENCIA Y CUÁL ES SU OBJETO DE ESTUDIO?

Propósito:

Al finalizar el alumno reconocerá que la biología es una ciencia en constante desarrollo, a través del estudio de los sistemas biológicos para que le permitan comprender su dinámica y cambio.

PRESENTACIÓN DE LA UNIDAD

Como cada ciencia y disciplina, la Biología presenta un objeto de estudio, los sistemas biológicos o seres vivos, que se caracterizan de manera exhaustiva, por su estructura y funciones; para conocerlos se emplean diferentes métodos de investigación; presenta teorías base, que se construyen y someten a constante escrutinio y son las que le dan sustento teórico y reconocimiento por parte de las comunidades científicas. Se clasifica y caracteriza como una ciencia experimental, ya que mucho del conocimiento que la constituye proviene de investigación realizada con experimentos, que son una de las muchas formas de trabajar de los científicos, que diseñan de manera organizada formas de obtener información y conclusiones, a veces generalizaciones sobre aspectos específicos de un organismo, parte de este, un conjunto de ellos o sobre todos los sistemas biológicos.

Los sistemas biológicos presentan características propias que les permiten diferenciarse de la materia inerte, mismas que están estrechamente relacionadas entre sí y para que unas se cumplan se requiere de la presencia de otras, estas características son: estructura y organización celular, ciclo de vida, crecimiento, reproducción y herencia; para que este ciclo de vida se realice los sistemas vivos deben presentar un metabolismo, reacciones que les lleven a mantener un equilibrio homeostático, para llevar a cabo la nutrición, por lo que los seres vivos tendrán que relacionarse con su ambiente y con otros seres, para ello necesitarán de ciertas características que les permitan sobrevivir y no todos lo logran ya que también presentan variabilidad, es por eso que ante la acción de la selección natural los mejor adaptados a ese entorno vivirán, podrán reproducirse con lo que conseguirá tener descendencia y sus genes trascenderán por lo que también podrán evolucionar.

Una de las características distintivas de los sistemas vivos es el grado de complejidad que presentan en sus estructuras, funciones y organización ecológica; así que, un atributo que los unifica son los niveles de organización. Los hay desde la escala microscópica iniciado con las partículas elementales, las moléculas, entre otros y finaliza en el mundo macroscópico, la biosfera; el nivel superior de organización ecológica. Esta complejidad creciente a nivel jerárquico se caracteriza, porque, cada nivel posee propiedades únicas a partir de sus componentes y de las interacciones que estos mantienen entre sí y el medio que los rodea. De esta forma, los biólogos pueden estudiar, caracterizar y comprender al mundo vivo.

TEMA 1. PANORAMA ACTUAL DEL ESTUDIO DE LA BIOLOGÍA

Bases de la biología como ciencia.

Elaborado por: María del Rosario López Mendoza

APRENDIZAJES

- El alumno identifica a la Teoría celular y la Teoría de la evolución por selección natural como modelos unificadores que proporcionaron las bases científicas de la biología moderna.
- El alumno reconoce que el panorama actual del estudio de la biología permite entender la dinámica y cambio de los sistemas biológicos.

CONCEPTOS CLAVE. Ciencia, objeto de estudio, métodos, teoría, hipótesis, métodos de investigación, variables y testigo.

DESARROLLO DE CONTENIDOS

En la actualidad se considera a la biología como una ciencia, pero ¿qué condiciones se deben reunir para designar a un campo de estudio como ciencia? ¿desde cuándo se considera como ciencia biológica?

La ciencia es una actividad social que tiene como objetivo principal el conocimiento (conocimiento científico y no sólo de opinión o creencias), las explicaciones racionales del mundo y en gran medida del universo, incluyendo sus habitantes. En esta forma del conocimiento se evitan explicaciones basadas en divinidades. Con ello se puede conocer su origen e historia o devenir, lo que incluye sus interacciones. Si bien, hay una serie de elementos que caracterizan a la ciencia:

- Se considera que la ciencia debe ser, como ya se mencionó, racional además de objetiva, es decir no dogmática. Con ello, se refiere a que acepta cuestionamientos, busca y muestra evidencias y razonamientos lógicos **¿Conoces algún dogma?**
- Está en constante cambio, pues se somete a crítica constante, revisión rigurosa y cuestionamientos.
- Basa su estudio en uno o más métodos de estudio, así como procedimientos diversos, siempre con base en la observación, directa o indirecta y con ello, la búsqueda de evidencias.

- Plantea y delimita su objeto o fenómeno de estudio.
 - Se comunica con un lenguaje especializado, a través de artículos de investigación, conferencias y libros especializados, todos estos reconocidos y avalados por grupos de científicos.
 - Propone modelos que explican los fenómenos, procesos, estructuras y funciones o hechos que pretende conocer.
 - Elabora conceptos, hipótesis, teorías, principios y algunas ciencias proponen leyes
- ¿Conoces alguna teoría?**

Así, dado que es tan vasto el tiempo, el espacio y las interacciones que se estudian en el universo, se han desarrollado diversas disciplinas científicas. En general se aceptan dos grandes grupos de ciencias, las ciencias naturales y las sociales. También, anotan varios autores, que todas éstas son las ciencias fácticas o factuales y ubican a su contraparte como las ciencias formales en otro grupo, e incluyen a la Matemática y la Lógica. **¿Qué significa factual?** En las ciencias naturales se incluye a la física, química, biología y geología y dentro de las ciencias sociales a la economía, historia y sociología, entre otras, con métodos como el histórico-social.

Así, la caracterización de la biología como ciencia se centra en los siguientes puntos:

- La biología tiene como objeto de estudio a los sistemas biológicos, que en muchos textos se denominan seres vivos o sistemas vivientes.
- Se relaciona estrechamente con otras ciencias como la química y la física y con éstas el origen de nuevas disciplinas, tal como la bioquímica, biofísica, etc.
- Posee un lenguaje especializado, pues gran parte de los conceptos biológicos tienen raíces griegas y latinas, por ello resulta de difícil comprensión. Por ejemplo, los nombres de los reinos biológicos pueden ser nombrados Metazoa, Metaphyta, Fungi, Protoctista y Monera.
- Propone modelos, por ejemplo de moléculas biológicas, procesos celulares, sistemas, etc.

- Los métodos más reconocidos en la biología son el método científico y el hipotético-deductivo. Este último fue usado por Carlos Darwin, quien observó variaciones en diferentes sistemas biológicos y dedujo que, aunque no se estudie a todos, se generaliza que todo sistema biológico cambia a través del tiempo y acumulando un considerable número de variaciones se puede dar pauta al surgimiento de nuevas especies (teoría de la evolución biológica). O bien, cuando se observó que cada organismo que se estudiaba está conformado por una o más células, con estas observaciones se deduce que todo sistema biológico está conformado por al menos una célula (Teoría celular).
- También, los avances tecnológicos han contribuido considerablemente a la construcción de la ciencia biológica. Por ejemplo, la construcción de los microscopios y técnicas de tinción, para estudiar a la célula y en general a los microorganismos; los telescopios y sus aportaciones al conocimiento y cambios en la composición química del universo y su relación con el origen de la vida; los secuenciadores de nucleótidos, para conocer la forma en que se codifica y transforma la información genética, entre otros.
- Se fundamenta en un conjunto de teorías que dan explicación del origen de los sistemas biológicos (Teoría del origen de la vida de Oparin-Haldane); de su constitución (Teoría celular); de su cambio a través del tiempo (Teoría de la evolución biológica) y de la estructura física en que se heredan sus rasgos genéticos (Teoría cromosómica de la herencia).

Generalmente una teoría guía las observaciones del científico, éste diseña experimentos para demostrar su validez o incluso su falsedad y, como parte de su demostración, el científico propone una hipótesis o una serie de éstas. Las hipótesis son proposiciones (afirmaciones) o predicciones con fundamento que se llevan a la verificación. Habitualmente relacionan variables, por ejemplo la luz y la temperatura tienen relación con el crecimiento de las plantas, el problema a estudiar es el crecimiento (variable dependiente) y la luz y temperatura son las variables independientes. Si sólo variamos la cantidad de luz y controlamos la temperatura en que crecen esta última se convierte en una constante del experimento. **¿Qué otras variables podrías agregar al experimento?**

Videos Sugeridos:

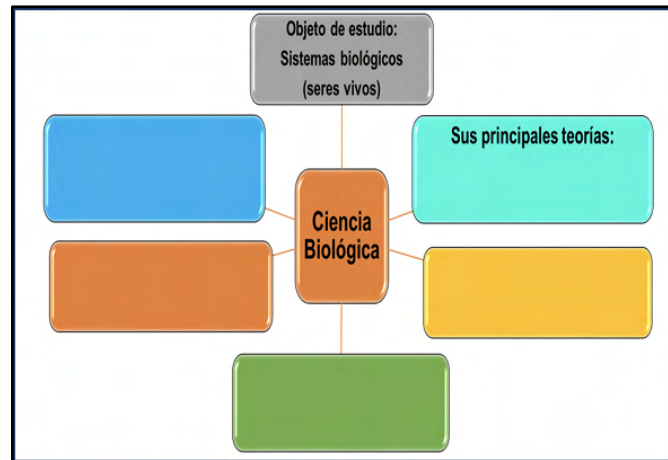
<https://youtu.be/A5e95Tbt9xU>

<https://youtu.be/pJANinH9rZg>

ACTIVIDADES DE APRENDIZAJE

ACTIVIDAD 1

Instrucciones. A partir de la lectura, complementa escribiendo en los rectángulos las características de la Biología como ciencia. Puedes agregar rectángulos. El rectángulo superior se muestra a manera de ejemplo.



ACTIVIDAD 2

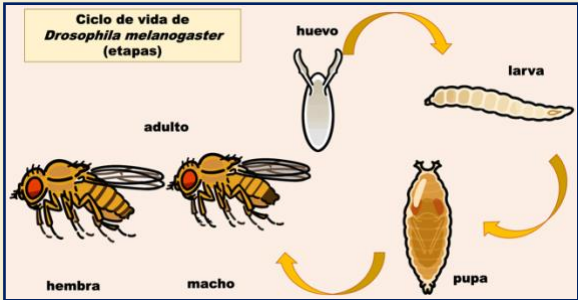
Instrucciones. A partir de la lectura y la siguiente información, contesta las siguientes preguntas:

Construcción de la teoría celular. Por mucho tiempo se desconoció que los sistemas biológicos estaban conformados por células. Fue con el desarrollo del microscopio que diversos naturalistas realizaron observaciones en porciones de plantas, diversas muestras de agua, tierra del suelo, polvo ambiental, pan enmohecido, sangre, semen, piel, porciones de cadáveres, etcétera, encontrando que existe una gran diversidad de organismos y que todos los que se observaron se constituyen por células, al menos una, los más pequeños. Luego entonces, proponen como teoría que, aun sin conocer a todos los sistemas biológicos, que la totalidad está conformado por células.

1. ¿Qué deducen los científicos de todas las observaciones efectuadas?
2. ¿En qué se basa la deducción?
3. Entre las opciones metodológicas: método científico experimental y método hipotético-deductivo ¿cuál es el método base de esta teoría?

ACTIVIDAD 3

Instrucciones: A continuación, se presenta e diseño de un experimento, que tiene como fin ubicar algunos elementos que lo caracterizan. Lee y observa con detenimiento las imágenes y contesta en el orden en que se van presentando.

Contexto teórico	Contexto experimental												
<p>Caso 1. La mosca de la fruta, <i>Drosophila melanogaster</i>, es un insecto aerobio que presenta dimorfismo sexual, es decir se pueden diferenciar físicamente el macho y la hembra.</p> <p>Su ciclo de vida dura aproximadamente 10 días cuando la temperatura en la que crecen es de 25° C y presenta las etapas de huevo, larva, pupa y adulto. (Figura 1). En cualquiera de sus etapas, su principal alimento son las levaduras y los carbohidratos.</p>  <p>Figura 1. Ciclo de vida y etapas. Imágenes tomadas de: http://bitly.ws/PPYc</p> <ol style="list-style-type: none"> 1. ¿Comprendes la idea del ciclo de vida? 2. ¿Qué es un testigo? 	<p>Caso 2. La mosca de la fruta resulta fácil de mantener en espacios reducidos, como frascos con alimento, es decir medios de cultivo. Cada pareja deja un gran número de descendientes, que puede ser hasta 500. Dado que presentan un metabolismo similar al humano, se usan para inducir y estudiar mutaciones al exponerlas a ciertas sustancias o radiaciones (información de gran utilidad en el cuidado de la salud humana).</p> <p>Experimento propuesto</p> <p>Título: “Influencia de la temperatura en la duración del ciclo de vida de la mosca de la fruta”</p> <p>Procedimiento: En cinco frascos diferentes, etiquetados, colocar al menos tres parejas de la mosca de la fruta en cada uno. Se mantendrán en las siguientes temperatura:</p> <table border="1" data-bbox="821 1136 1349 1224"> <thead> <tr> <th>Frasco</th> <th>A</th> <th>B</th> <th>C</th> <th>D</th> <th>E</th> </tr> </thead> <tbody> <tr> <td>Temperatura (° C)</td> <td>30°</td> <td>25°</td> <td>20°</td> <td>15°</td> <td>10°</td> </tr> </tbody> </table> <p>Observar y anotar el día en que se observan larvas, pupas y nuevos adultos.</p> <p>Variables:</p> <p>Hipótesis:</p> <p>Testigo: frasco a 25° C</p> <p>Material:</p> <p>Experimento propuesto</p> <p>Procedimiento:</p> <p>Variables:</p> <p>Constantes:</p> <p>Hipótesis:</p> <p>Testigo:</p>	Frasco	A	B	C	D	E	Temperatura (° C)	30°	25°	20°	15°	10°
Frasco	A	B	C	D	E								
Temperatura (° C)	30°	25°	20°	15°	10°								

ACTIVIDADES DE AUTOEVALUACIÓN

Instrucciones. Lee cuidadosamente la pregunta y sus opciones, selecciona y marca solo la opción correcta.

1. El objetivo fundamental de la ciencia es:

- A) Producir conocimiento formal.
- B) Desarrollar tecnología.
- C) Generar vacunas y medicamentos.
- D) Aportar al desequilibrio ambiental.

2. La importancia de la ciencia es:

- A) Generar desarrollo económico.
- B) Explicar racionalmente los eventos naturales y sociales.
- C) Desarrollar un lenguaje especializado.
- D) Promover un equilibrio armónico con la naturaleza.

3. Dos de los métodos de las ciencias son:

- A) Hipotético-deductivo y aleatorio.
- B) Método científico experimental y de tanteo.
- C) Estudio de caso y pregunta obligada.
- D) Hipotético-deductivo y método experimental.

4. Entre las condiciones necesarias para reconocer a una disciplina como ciencia, es que:

- A) Posea un reconocimiento masivo.
- B) Use o desarrolle diferentes instrumentos tecnológicos.
- C) Presente teoría o teorías base de su conocimiento.
- D) Mucha gente las proponga como ciencia.

5. Ejemplos de ciencia pura y ciencia aplicada son:

- A) Matemáticas y Lógica.
- B) Lógica y Biología.
- C) Física e Historia.
- D) Matemáticas y Probabilidad.

REFERENCIAS

Rodríguez-Arnaíz, Rosario y Ramos Morales, Patricia (1992) *Drosophila* como sistema para detectar agentes genotóxicos. Prensa de Ciencias, Serie de Genética, Los Pequeños Manuales No. 1, Facultad de Ciencias, UNAM.

Llorente, Jorge; Ruiz, Rosaura; Zamudio, Graciela y Noguera, Ricardo (Compiladores) (2008) Fundamentos históricos de la Biología, UNAM, México.

TEMA 2. OBJETO DE ESTUDIO DE LA BIOLOGÍA

Características generales de los sistemas biológicos.

Elaborado por: Leticia Ríos Quiroz

APRENDIZAJES. El alumno distingue las características generales de los sistemas biológicos.

CONCEPTOS CLAVE. Sistema biológico, homeostasis, herencia, variabilidad, evolución, adaptación, nutrición, metabolismo, reproducción, crecimiento, irritabilidad.

DESARROLLO DE CONTENIDOS

¿Por qué somos sistemas vivos?

La Biología es una ciencia cuyo objetivo es estudiar a todos los sistemas vivos; pero para establecer que existen sistemas vivos primero se tendría que saber *¿qué es la vida?* y la respuesta más común es que éstos poseen una cualidad que los distingue de la materia no viva; pero *¿cuál es esa cualidad?*, la consideraremos como un estado que les confiere ciertas características que son propias de los seres vivos, y para que estas se hagan presentes y se mantengan se requiere del trabajo de todo el sistema, es decir de los componentes estructurales de los sistemas vivos.

Como sabemos, los seres vivos están conformados por células, mismas que a su vez contienen estructuras químicas que presentan primordialmente los elementos CHONSP, es decir, están formados por moléculas orgánicas: glúcidos, lípidos, ácidos nucleicos y proteínas, las moléculas de la vida; por lo que su funcionamiento está basado en una bioquímica común y todas las funciones en el nivel molecular se rigen por las leyes de la física y la química (Ruiz, 2006).

Los sistemas vivos, por lo tanto, se caracterizan porque presentan un conjunto de reacciones físicas, químicas y biológicas que les permiten obtener energía y con ello realizar todas las funciones vitales; es decir, presentan un metabolismo y en esencia esto los mantiene con vida.

Los seres vivos son sistemas cuya estructura está jerárquicamente ordenada con propiedades específicas que no son comunes en la materia inerte y las funciones que realizan obedecen a patrones genéticos que se localizan en el DNA que es la molécula universal, la información en este código es específica puede trascender a través de las generaciones y está susceptible a sufrir alteraciones, por lo que cada organismo es único (Ruiz, 2006). Esto significa que presentan su propia dotación genética, genotipo y éste a su vez se manifiesta en un fenotipo que se ve alterado por el ambiente donde se desenvuelve el individuo.

El biólogo Wilhelm (1915) publicó la lista de propiedades que caracterizan a los organismos: metabolismo (aporte, asimilación, desasimilación y excreción), crecimiento, movimiento (constituido por la excitabilidad y la capacidad de movimiento instantáneo), multiplicación y herencia (Lauría, 2015). Estas características se presentan en todos los sistemas vivos desde el nivel celular hasta los organismos de todos los ecosistemas que conforman la biosfera. **(Figura 1)**

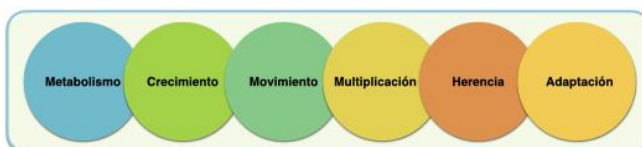


Figura 1. Características de los sistemas vivos (primeros listados). Modificada de Lauría, 2015.

Estas características se tradujeron de manera popular como: nacer, crecer, reproducirse y morir; sin embargo, en estos enunciados no se explica que las propiedades deben ser inherentes a los organismos. Por ello, algunos científicos reagrupan las características de los sistemas biológicos. Un sistema vivo tiene la capacidad de autoconservación (mantener la vida a través de la alimentación y la transformación de energía), autorreproducción (capacidad de generar nuevos individuos) y autorregulación (mantener el control y la regulación de sí mismo). Por lo que algunas de sus características son: estructura y organización, metabolismo, homeostasis, reproducción, irritabilidad, adaptación, producción de residuos, crecimiento y desarrollo. **(Figura 2).**

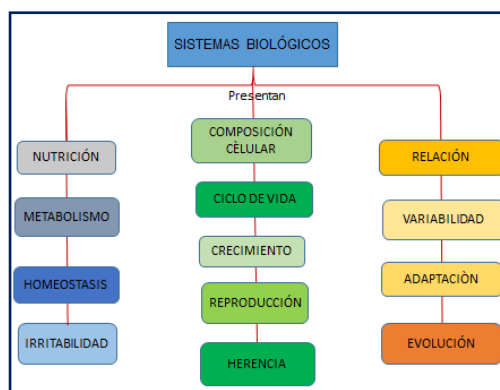


Figura 2. Muestra las características de los sistemas biológicos. (Leticia Ríos Q. 2020).

Pero los sistemas vivos no se presentan de manera aislada, existen interacciones entre ellos y con el ambiente en el que se desarrollan; para sobrevivir deben transmitir a sus descendientes capacidades de automatismo (movimiento propio), autocrecimiento, autoproduktividad (metabolismo o movilización de materia y energía), autorreacción (responder a estímulos), autoorganización (en espacio y tiempo) y autointegración (al medio interno y externo).

De acuerdo a lo anterior, Jiménez (2006) considera que son sistemas complejos, ordenados y programados para la realización de distintas funciones, con mecanismos de control y regulación fisiológica que les permiten mantener un equilibrio interno; por lo que presentan la capacidad de adaptarse al ambiente. Esa programación les ha facultado para realizar funciones dirigidas desde el desarrollo embrionario hasta el comportamiento. También, los sistemas biológicos presentan la capacidad de evolucionar, ellos mismos son producto de la evolución; resultado de la acción de la selección natural y de acuerdo a la variabilidad existente en los distintos niveles de la biodiversidad.

A continuación se definen las características de los sistemas biológicos, atendiendo a la organización del cuadro que se presenta en la Figura 2.2.

Ciclo de vida. Todos los seres vivos nacen, crecen, se reproducen y mueren; su vida está dirigida por una serie de eventos físicos, químicos y biológicos que les permiten presentar distintos estadios en el transcurso de la misma. (Figura 3).

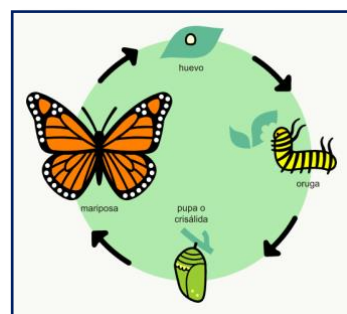


Figura 3. Representación del ciclo de vida. Tomada de: <https://bit.ly/2Y0cKuY>

Composición y organización.

Su organización es muy compleja, con estructuras especializadas en ciertas funciones y realizan tareas específicas, pero todos están formados por células. (Figura 4).



Figura 4. Niveles de organización celular de los sistemas biológicos. Tomada de: <http://bitly.ws/RJS8>

Crecimiento. Es el incremento en la cantidad de material viviente que conforma un organismo, y que ocurre debido a la asimilación de materiales para formar nuevas estructuras propias, todo como parte de su desarrollo y ciclo de vida. (**Figura 5**).



Figura 5. Representación del crecimiento vegetal
Tomada de: <http://bitly.ws/Rote>

Reproducción. Proceso que permite a una especie perpetuarse en el tiempo a partir de su descendencia, a la que transmite copias de su información genética. (**Figura 6**).



Figura 6. Fecundación como parte del proceso de reproducción. Tomada de: <http://bitly.ws/Rotq>

Herencia. Transmisión de caracteres genéticos, anatómicos, fisiológicos y bioquímicos, de un ser vivo a su descendencia a través del material genético localizado en la molécula de DNA, la cual se duplica con la finalidad de que los hijos reciban una copia y con ello adquieran las características de sus progenitores. (**Figura 7**).

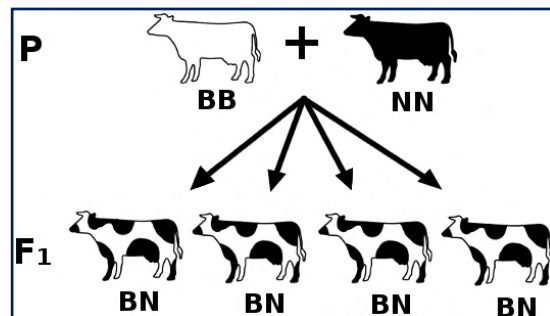


Figura 7. Herencia de caracteres en el pelaje de las vacas. Tomada de: <http://bitly.ws/RJSz>

Nutrición. Todo organismo requiere obtener materia y energía para mantener su organización, sostener su funcionamiento, reponer y repara los posibles daños en su estructura, crecer y reproducirse (**Figura 8**). Extrae del medio los nutrientes para poder utilizarlos como fuente de energía y de materia estructural, para sintetizar los propios o para liberar energía de ellos mediante procesos como la respiración.

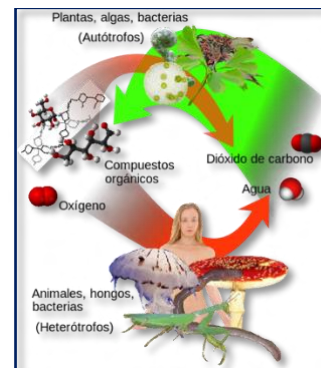


Figura 8. Nutrición autótrofa y heterótrofa. Tomada de: <http://bitly.ws/RJTc>

Metabolismo. Es la suma de todas las reacciones químicas que tienen lugar en un organismo y que les permite mantener sus funciones vitales, procesar de forma adecuada moléculas útiles y deshechos, y hacer un uso eficiente de la energía disponible degradando y sintetizando moléculas mediante procesos químicos. (Figura 9).

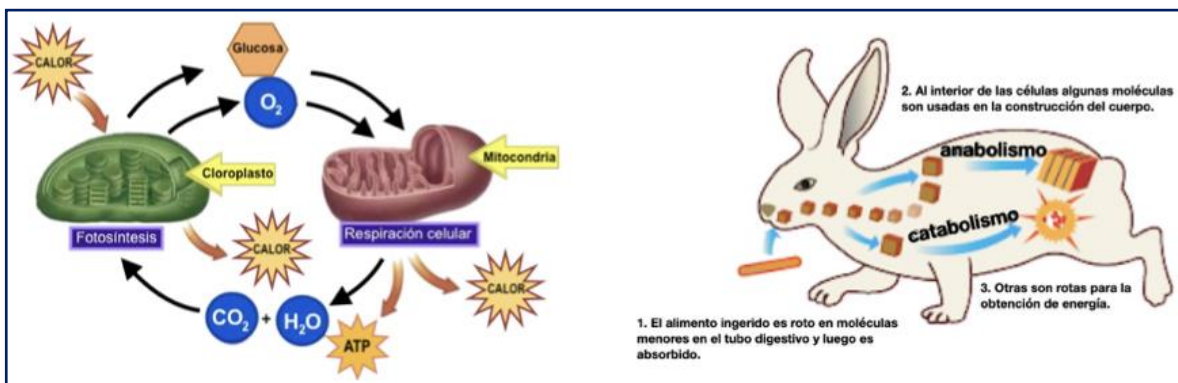


Figura 9. Ilustra el metabolismo que ocurre en los sistemas vivos.
Tomadas y modificadas de: <http://bitly.ws/RJTj/> / <https://bit.ly/3c587rW>

Homeostasis. Son los mecanismos que permiten a un organismo mantener relativamente constante su estructura y condiciones fisiológicas, de modo que pueda efectuar eficientemente sus procesos y mantenerse vivo. (Figura 10).

Irritabilidad. Los seres vivos deben ser capaces de responder de forma adecuada a todo tipo de estímulos que se les presente, ya sea externo (ambiental), o interno, lo que evidencia una necesidad del propio organismo. (Figura 11).

Relación. Los sistemas vivos tienen la capacidad de relacionarse con otros seres vivos y con su ambiente de acuerdo



Figura 10. Exhibe el equilibrio que debe existir entre el medio interno y externo en un ser vivo.
Modificada de: <https://bit.ly/3c6USXK>



Figura 11. Expone la irritabilidad en la pupila del ojo humano. Tomada de: <https://bit.ly/3cj2A15>

a las distintas necesidades que se le presenten como alimentación, territorio, reproducción, entre otras. Con respecto a la alimentación formara parte de las cadenas tróficas situándose en un nivel específico. Con su ambiente tendrá que adaptarse a sus condiciones, pero también lo puede transformar. (Figura 12).

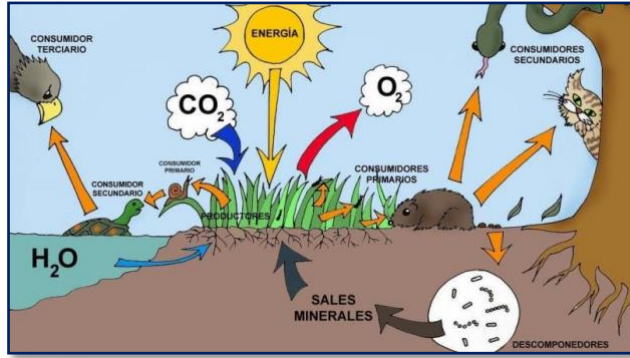


Figura 12. Ilustra las relaciones de los sistemas vivos con su ambiente. Tomada de: <https://bit.ly/2NxO6zZ>

Adaptación. Característica anatómica, fisiológica o conductual de un organismo que le permite adecuarse, sobrevivir y reproducirse en su ambiente. (Figura 13).



Figura 13. Exhibe la adaptación morfológica (izquierda), conductual (en medio) y fisiológica (derecha). Tomadas de: <https://bit.ly/3c6Asy0> / <https://bit.ly/3iEhVKJ> / <http://bitly.ws/Rpbh>

Variabilidad genética. La variabilidad genética es la diversidad en las frecuencias de los genes, estas variaciones en el material genético puede ser entre individuos de la misma especie o a nivel de poblaciones. (Figura 14).



Figura 14. Variabilidad genética en las vacas. Tomada de: <http://bitly.ws/RJTx>

Evolución. Proceso de cambio gradual de los organismos que permite con el paso del tiempo generar nuevas especies. Porque de generación en generación, van acumulando modificaciones en su constitución genética que los transforma hasta formar especies tan distintas como las que vemos en la actualidad. (Figura 5).

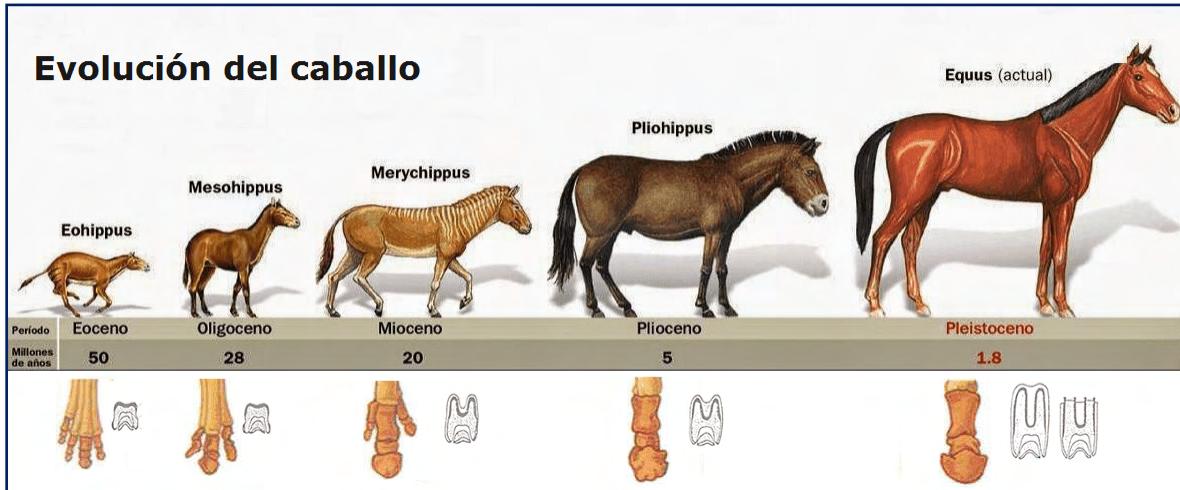


Figura 15. Representa la evolución del caballo. Tomada de: <http://bitly.ws/Rpd2>

ACTIVIDADES DE APRENDIZAJE

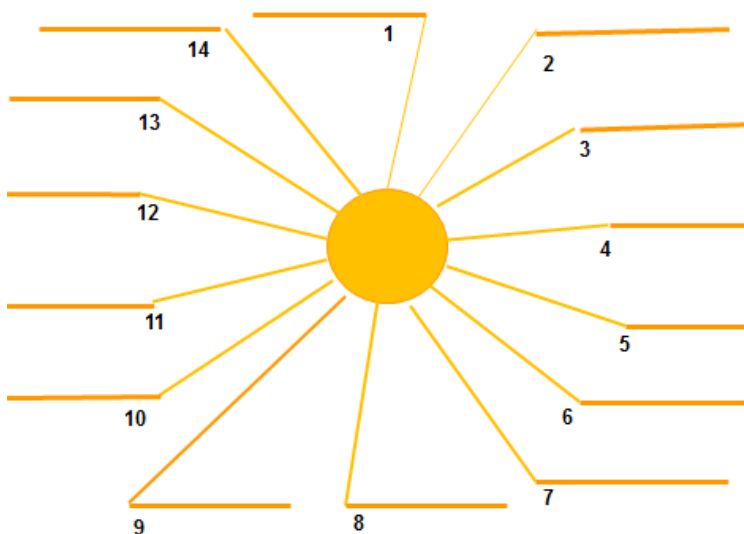
ACTIVIDAD 4

Instrucciones: Identifica las características de los sistemas vivos que se muestran en cada imagen y anota el nombre.

 <p>Tomada de: http://bitly.ws/Pyd4</p> <p>1. _____</p>	 <p>Tomada de: http://bitly.ws/PyCM</p> <p>2. _____</p> <p>3. _____</p>	 <p>Tomada de: http://bitly.ws/PxVa</p> <p>4. _____</p> <p>5. _____</p>
 <p>Tomada de: http://bitly.ws/PxWr</p> <p>6. _____</p>	 <p>Modificada de: http://bitly.ws/RJUm</p> <p>7. _____</p>	 <p>Tomada de: http://bitly.ws/PyCr</p> <p>http://bitly.ws/RJVg</p> <p>8. _____</p> <p>9. _____</p>
 <p>Tomada de: http://bitly.ws/Py3k</p> <p>10. _____</p>	 <p>Tomada de: http://bitly.ws/Py5t</p> <p>11. _____</p>	 <p>Tomada de: http://bitly.ws/Py6k</p> <p>12. _____</p>
 <p>Tomada de: http://bitly.ws/Py7N</p> <p>13. _____</p>	 <p>Tomada de: http://bitly.ws/Py84</p> <p>14. _____</p>	

ACTIVIDAD 5

Instrucciones: Completa el siguiente diagrama anotando en la línea la característica correcta a cada enunciado.



Característica	Enunciados
1	Todos los sistemas vivos somos diferentes
2	Permite dejar descendencia evitando así la extinción.
3	Los caracteres pasan de una generación a otra.
4	Son cambios morfológicos, fisiológicos y/o conductuales que se efectúan en los sistemas vivos para lograr la sobrevivencia.
5	Los procesos que conforman el metabolismo tienden a mantener un equilibrio en los sistemas vivos.
6	Cambios en los sistemas vivos que se van acumulando en las distintas generaciones a través del tiempo.
7	Nacen, crecen, se desarrollan, pueden llegar a reproducirse y mueren.
8	En su composición presentan células.
9	Pueden responder ante ciertos estímulos del ambiente.
10	Son capaces de utilizar estrategias de supervivencia que incluyen la forma de alimentarse, competir con otros, de evitar ser comido, etc.
11	Aumento en el número de células o en el tamaño de células individuales.
12	Conjunto de reacciones que permiten obtener energía por descomposición de nutrientes, disponible para realizar funciones vitales de los sistemas vivos.
13	Es la capacidad de obtener materia y energía de los compuestos químicos,
14	Presentan en su estructura niveles desde átomos, compuestos, biomoléculas y células (algunos presentan tejidos, órganos y sistemas).

ACTIVIDADES DE AUTOEVALUACIÓN

Instrucciones. Lee cuidadosamente la pregunta y sus opciones, selecciona y marca la opción correcta.

- 1. Capacidad de los sistemas vivos que les permite responder a estímulos del ambiente.**
 - A) Herencia.
 - B) Irritabilidad.
 - C) Metabolismo.
 - D) Organización.
- 2. Los sistemas vivos pueden interactuar con el entorno.**
 - A) Relación.
 - B) Nutrición.
 - C) Evolución.
 - D) Homeostasis.
- 3. Permite que los sistemas vivos se perpetúen y evita la extinción de las especies.**
 - A) Metabolismo.
 - B) Ciclo celular.
 - C) Composición celular.
 - D) Reproducción.
- 4. Esta característica les permite a los organismos aumentar su masa y peso corporal.**
 - A) Adaptación.
 - B) Crecimiento.
 - C) Respiración.
 - D) Alimentación.
- 5. Esta característica les permite a los organismos llevar a cabo reacciones.**
 - A) Digestión.
 - B) Transpiración.
 - C) Metabolismo.
 - D) Excreción.

REFERENCIAS

Campbell, N. A., Reece, J. B, et al. (2007). Biología. España: Editorial Médica Panamericana.

Curtis, H., Barnes, S., Shenk, A. y Flores, G. (2007). Invitación a la Biología. Buenos Aires: Editorial Médica Panamericana.

Jiménez, G. L., *et al.* (2006). Conocimientos fundamentales de Biología, Vol. 1. México: Pearson Educación.

Lauría, B. L. E. (2015). Biología I. Serie Bachillerato. México: Patria.

TEMA 2. OBJETO DE ESTUDIO DE LA BIOLOGÍA

Niveles de organización.

Elaborado por: Lucía Herrera Velázquez

APRENDIZAJE. El alumno identifica los niveles de organización de los sistemas biológicos.

CONCEPTOS CLAVE. Niveles de organización, propiedades emergentes, célula, tejido, órganos, sistema de órganos, organismo, población, comunidad, ecosistema, bioma, biosfera.

DESARROLLO DE CONTENIDOS

Una de las cosas más impresionantes que presenta nuestro país, es la gran riqueza de ecosistemas que se distribuyen a lo largo y ancho de nuestro territorio. En cada rincón de México, podemos caracterizar a la vida en una escala microscópica y a una escala global. Así que, podemos estudiarla en diferentes **niveles de organización**. Por ejemplo, algunos biólogos se encargarían de estudiar las selvas ya que son comunidades vegetales muy exuberantes del país, y están formadas por árboles que llegan a alcanzar más de 30 metros de altura, de muy diversas especies y que conservan su follaje todo el año. Tal vez, estudiarían, otras especies con las que interactúan como las lianas, y epífitas como las orquídeas que se caracterizan por vivir sobre algunos árboles. Algunos otros profesionistas harían estudios sobre los tejidos que constituyen a las plantas e incluso sobre el proceso biológico de la fotosíntesis y las moléculas que están involucradas. Como puedes darte cuenta, es difícil estudiar de forma conjunta a los sistemas vivos. Por lo que, para estudiarlos y conocer las características que presentan, es mejor conocer cada nivel de organización biológica, ya que, cada uno de ellos, posee características únicas que no se encuentran en otro nivel y por lo tanto son consideradas como **propiedades emergentes**. Por consiguiente, una forma de jerarquizarlos es:

A nivel químico comenzaremos con el átomo, unidad básica que constituye a la materia. El 95% de los átomos que forman parte de los seres vivos son el carbono, el hidrógeno, el oxígeno, el nitrógeno y el azufre y estos se combinan para formar a las moléculas que conforman a los sistemas vivos. A su vez, las moléculas se asocian entre sí, formando moléculas más complejas o

macromoléculas, lo que constituye el **nivel molecular**. Los diferentes tipos de moléculas se combinan entre ellas para formar estructuras subcelulares, por ejemplo, la membrana celular, las mitocondrias, los cloroplastos entre otros componentes, quienes, en conjunto, constituyen la unidad estructural y funcional de todos los sistemas vivos; **la célula**. Algunas células, como las amebas (parasito intestinal) y las bacterias, pueden vivir de forma independiente y son conocidos como sistemas unicelulares. Otras células procariontes y/o eucariontes se asocian en **colonias** para incrementar sus posibilidades de sobrevivencia; un ejemplo sería **Volvox** un género de algas microscópicas.

Otro nivel de asociación lo constituyen los sistemas pluricelulares, en el, las células se relacionan de tal forma que funcionan como un todo, se especializan y adquieren características bien diferenciadas, y se forman los tejidos (**nivel tisular**). En las plantas (**Figura 1**), por ejemplo, podemos encontrar en la hoja: el tejido epidérmico que le brinda protección, el parénquima o tejido fotosintético y los tejidos vasculares (xilema y floema) que transporta agua y minerales disueltos desde las raíces hacia los tallos y las hojas. Como puedes ver, diferentes tipos de tejidos

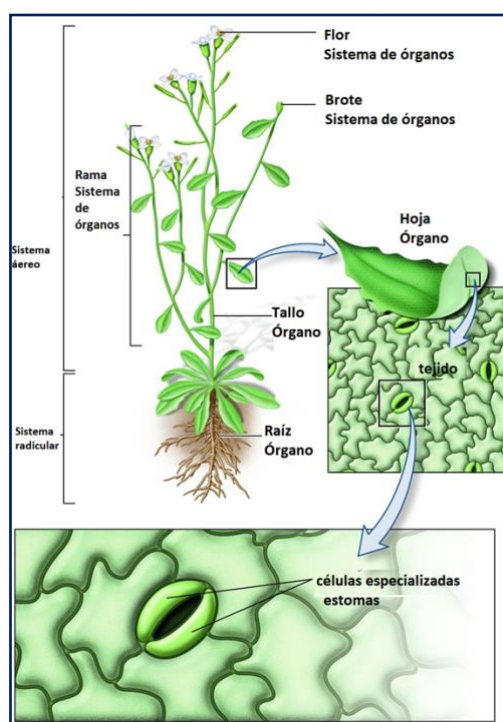


Figura 1. Niveles de organización de la planta.
Modificada de: <http://bitly.ws/PykB>

unidos estructuralmente y coordinados en sus actividades como en la hoja, forman un **órgano**. Los órganos trabajan en conjunto para formar los **sistemas de órganos**; un ejemplo es el sistema radicular. A su vez, los sistemas de órganos se unen para formar un **organismo**, la planta.

A continuación, te invito a pensar en “la sabana” (**Figura 2**) donde coexisten una gran variedad de especies de animales y plantas como las jirafas, cebras, ñus, antílopes, elefantes, la acacia, el baobab; entre otros. Cada uno de los organismos de la misma especie que coexisten en espacio y tiempo se agrupan conformando una **población**, que se caracteriza por que entre sus miembros se

puede llevar a cabo el proceso de la reproducción y su descendencia es fértil, de tal manera que se garantiza la continuidad a lo largo del tiempo. Las diferentes poblaciones que están en la sabana conforman la **comunidad**; donde se establecen un gran número de interacciones entre las diferentes especies, y no todas son benéficas; por ejemplo, la predación que se da entre las cebras y los leones. El siguiente nivel es el **ecosistema** formado por la comunidad de un área determinada y el medio abiótico (agua, suelo, factores climáticos), donde se establecen diferentes niveles tróficos a través de los cuales circulan los materiales y fluye la energía. El nivel superior es la **biosfera**, que está constituida por todos los ecosistemas del planeta, con sus componentes vivos e inertes. Es en esencia el lugar de la tierra donde ocurre la vida (atmósfera, litósfera e hidrósfera).

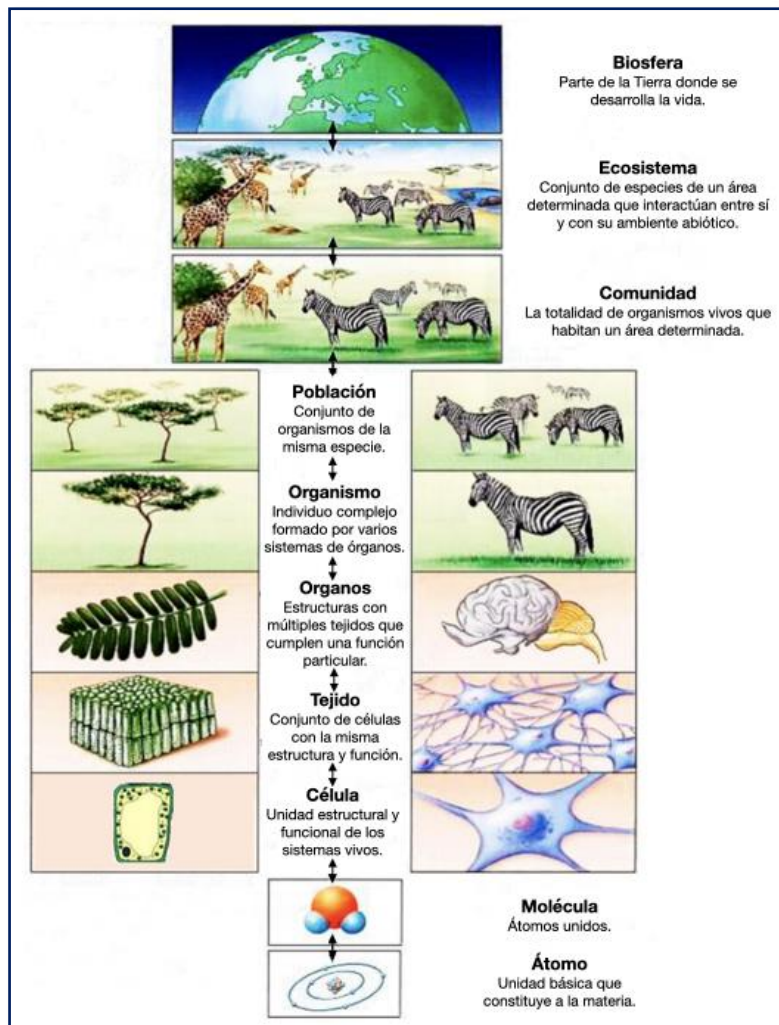
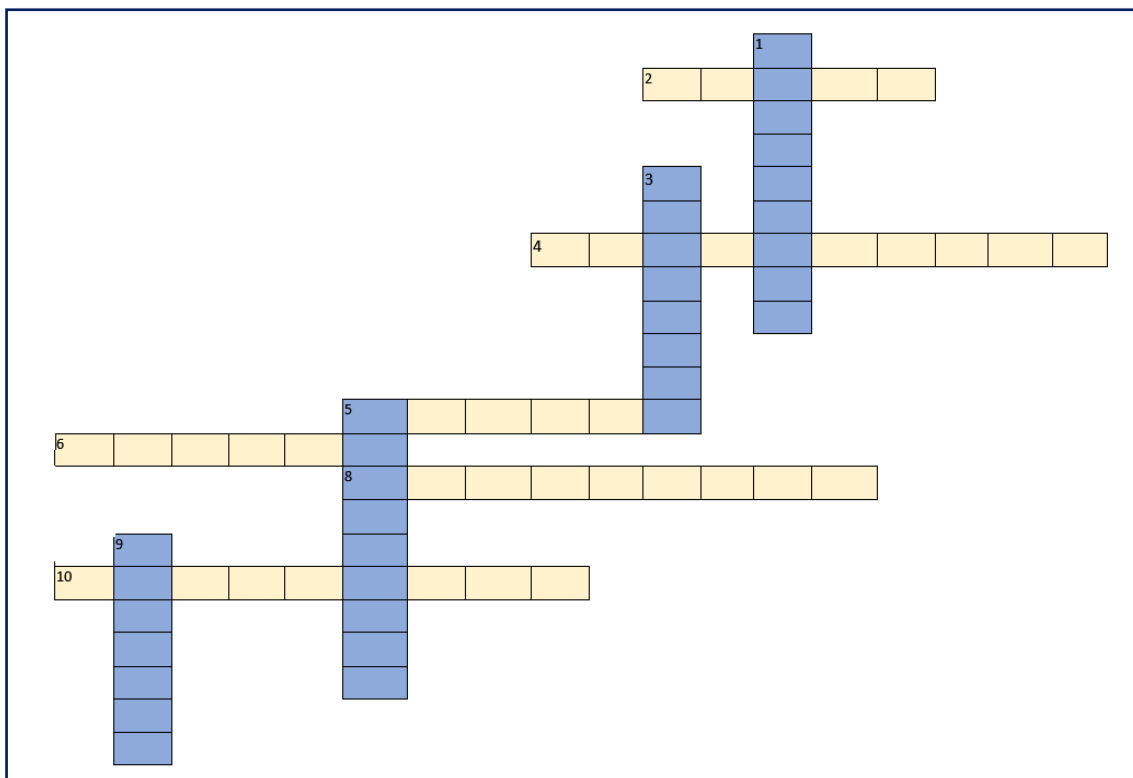


Figura 2. Niveles de organización biológica. Se muestra desde el nivel atómico hasta la biosfera. Modificada de: <http://bitly.ws/PB7b>

ACTIVIDADES DE APRENDIZAJE

ACTIVIDAD 6

Instrucciones: Resuelve el siguiente crucigrama relacionando los niveles de organización con su definición.



Horizontales

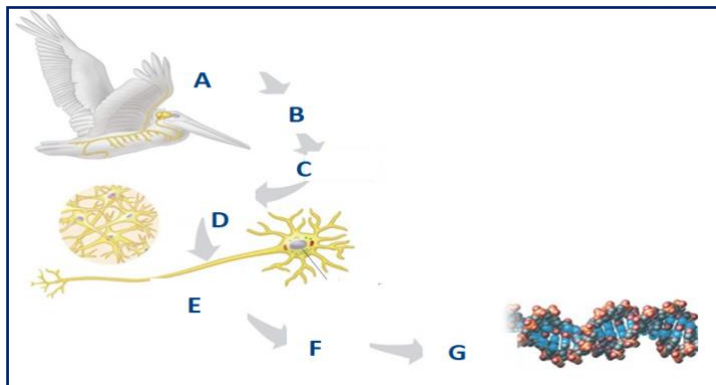
2. Es la unidad más pequeña de la materia.
4. Conjunto de comunidades de seres vivos y el medio en que habitan.
5. Unidad estructural y funcional de todo sistema vivo.
6. Conjunto de células que realizan una función en común.
8. Se encuentran en este nivel los diferentes tipos de moléculas.
10. Individuo formado por un conjunto completo de sistemas o aparatos.

Verticales

1. Conjunto de organismos de la misma especie que ocupan un área determinada.
3. Capa de la Tierra y su atmósfera en donde existe la vida.
5. Conjunto de poblaciones que ocupan un área determinada.
9. Conjunto de tejidos que realizan una función común.

ACTIVIDAD 7

Instrucciones: Observa la siguiente imagen y completa la información que se solicita en la tabla.



Componente	Nivel
	A
	B
	C
	D
	E
	F
	G

Al lado de cada componente coloca el nivel de organización que le corresponde.

Tallo		Gato		Selva	
Médula espinal		Lípidos		Muscular	
Neurona		Leucocitos		Nervioso	
Corazón		Digestivo		Raíz	
Mitocondria		DNA		Epitelio	
Hoja		Músculo		Oxígeno	
Amiba		Pulmones		Bacterias	

ACTIVIDADES DE AUTOEVALUACIÓN

Instrucciones. Lee cuidadosamente la pregunta y sus opciones, selecciona y marca solo la opción correcta.

1. Relaciona los niveles de organización con la definición que le corresponde.

Nivel	Definición
I. Célula	a) Capas de la tierra donde se desarrolla la vida.
II. Tejido	b) Unidad estructural de los sistemas vivos.
III. Población	c) Conjunto de organismos de la misma especie.
IV. Comunidad	d) Conjunto de células con la misma estructura y función. e) Conjunto de especies que habitan un área determinada.

- A) I:b - II:d - III:c - IV:e
 B) I:b - II:e - III:d - IV:c
 C) I:d - II:b - III:e - IV:a
 D) I:d - II:e - III:c - IV:a

2. En este nivel de organización las células se relacionan de tal forma que funcionan como un todo, se especializan y adquieren características bien diferenciadas.

- A) Organismo.
 B) Sistema
 C) Órgano
 D) Tejido

3. Identifica y relaciona las imágenes con el nivel de organización que le corresponde.



- a) célula
 b) organismo
 c) órgano
 d) tejido
 e) sistema

- A) I: d - II: b - III: a - IV: c
 B) I: b - II: e - III: d - IV: c
 C) I: d - II: b - III: e - IV: a
 D) I: e - II: b - III: a - IV: d

4. Ordena los niveles de organización de los sistemas biológicos, del más simple al más complejo.

I. Tejidos;

II. Células;

III. Órganos;

IV. Sistemas de órganos;

V. Organismos.

A) I, II, III, IV, V

B) II, I, III, IV, V

C) V, II, I, IV, III

D) I, II, V, IV, III

5. Completa el siguiente párrafo con el nivel de organización que le corresponde:

El _____ digestivo está constituido por diferentes _____ que trabajan en unión, considerándose un conducto donde los alimentos son fragmentados, procesados y asimilados.

A) tejido – células

B) Sistema – órganos

C) Sistema – tejidos

D) Tejido – sistema

REFERENCIAS

Freeman S. (2009) Biología. México. Pearson Educación.

Solomon P., Berg R., Martin. W. (2013). Biología. México, D.F.: Cengage Learning.

Starr C., Taggart R., Evers C., Starr L. (2013). Biología: La unidad y la diversidad de la vida. Cengage Learning Editores.

<https://www.texasgateway.org/resource/organisms-and-environments-levels-organization>

https://commons.wikimedia.org/wiki/File:Three_cell_growth_types.svg

<https://en.wikiversity.org/wiki/Photosynthesis>

Unidad: 2

¿CUÁL ES LA UNIDAD ESTRUCTURAL Y FUNCIONAL DE LOS SISTEMAS BIOLÓGICOS?

Propósito:

Al finalizar el alumno identificará las estructuras y componentes celulares a través del análisis de la teoría celular para que reconozca a la célula como la unidad estructural y funcional de los sistemas biológicos.

PRESENTACIÓN DE LA UNIDAD

La teoría celular es una teoría científica sobre la estructura de los seres vivos. Es un principio básico en el estudio de la biología que afirma que todos los organismos están constituidos por unidades similares de organización llamadas células. Robert Hooke descubrió las células en 1665, a partir de ahí, los científicos tardaron más de 150 años en desarrollar la teoría celular. La teoría fue formalmente articulada en 1839 por Theodor Schwann, Matthias Jakob Schleiden y Rudolf Karl Virchow y ha permanecido como el fundamento de la biología moderna.

Al caminar por el plantel del CCH Oriente te darás cuenta de la gran diversidad de plantas en las jardineras desde cactus, árboles, hierbas, etc., en el caso de los animales observarás algunas lagartijas, aves como las cotorras argentinas y los zanates, pero también alumnos y profesores; ¿Qué los hace comunes? para que estas especies coexistan, cada una de ellas presentan un nivel de organización que los hace afines y que comienza con partículas subatómicas, átomos, y elementos que unidos entre si forman moléculas más complejas como las biomoléculas que conforman la vida. Para este aprendizaje solo nos puntualizaremos sobre ellas.

Con base a la estructura, las células se dividen en dos grupos: la procariota y eucariota, cada una presenta características propias, una de las más notables es la ausencia de un núcleo en células procariotas, mientras que en las eucariotas si lo presenta y además en ella existen organelos membranosos. Por otra parte, cabe destacar que existen características comunes para ambas, como son, la presencia de membrana plasmática, ribosomas, aunque estos últimos difieren en el tamaño, flagelos, pero con una composición química diferente; entre otras características.

En el conocimiento de la membrana celular, han intervenido investigadores de diferentes disciplinas, desde la química hasta la matemática, utilizando información indirecta basada en el comportamiento de esta estructura, en el siglo XX, con la invención del microscopio electrónico se abrió todo un campo de información y propuesta de modelos, el aceptado por la comunidad científica es el Modelo de Mosaico compuesta de lípidos, proteínas y carbohidratos. Actualmente se considera a la membrana celular, como una estructura importante con los procesos de regulación, comunicación y reconocimiento, fundamentales en la vida de la célula.

La célula puede mantener su forma, estructura e incluso su movimiento tanto intra como extracelular, gracias a la presencia de una red de proteínas presentes en el citosol, estas proteínas tienen entre sus características su dinamismo, que permite un alto grado de movimiento.

El Sol es la fuente de energía de la que dependen todos los sistemas vivos. Las plantas, algas y ciertas bacterias fotosintéticas además de producir oxígeno mediante la fotosíntesis, toman una parte de la energía luminosa que llega del Sol a la Tierra y la transforman en la energía de los enlaces químicos que mantienen unidos a los átomos de diferentes sustancias como los azúcares, fundamentalmente glucosa a partir de la cual pueden elaborarse otros azúcares, lípidos y proteínas. Al ser ingeridas estas sustancias por los animales, convertirán la energía de los enlaces de las moléculas, en otras que puedan aprovechar sus células y tejidos a través del proceso de respiración.

La información genética contenida en el DNA puede de ser transcrita, al efectuarse dicho proceso simultáneamente queda sintetizada la molécula de RNAm, que ahora ya contiene la copia de la información genética y la puede sacar del núcleo cruzando la membrana por los poros nucleares trasladándola hasta el citoplasma en donde llegará específicamente al ribosoma ya sea que se encuentre libre o adherido al retículo endoplásmico. El DNA sirve de molde para fabricar también moléculas de RNAr y de RNAt. Una vez que la información genética se encuentra en el ribosoma se llevará a cabo la traducción, es decir, la síntesis de proteínas, ya que el código se encuentra en forma de tripletes (codones) que corresponden a aminoácidos específicos. Terminada la traducción, los polipéptidos fabricados deben seguir un proceso de modificación y acabado. Por lo que, estas proteínas seguirán su recorrido a través de las membranas, retículo endoplásmico rugoso, retículo endoplásmico liso y aparato de Golgi, en donde sufrirán cambios hasta llegar a ser proteínas funcionales y transportarse en vesículas a los lugares requeridos; por lo que, estas modificaciones ayudan en el direccionamiento que lleva a las moléculas recién fabricadas a una localización específica intracelular o extracelular. Es así como el genotipo del DNA se expresa como proteínas, las cuales proporcionan la base molecular para los caracteres fenotípicos.

El ciclo celular es muy importante para la célula ya que le permite la formación de dos células hijas nuevas, iguales a la madre en contenido genético y con la mitad de contenido celular. A lo largo del ciclo, las células recién formadas duplicarán sus organelos. Proteínas especializadas revisarán cada etapa, para evitar la producción de células con errores. De

esta manera el organismo al que pertenecen permanecerá en constante equilibrio, previniendo desórdenes que puedan perjudicar su salud. En consecuencia, todas las células están controladas por proteínas que no permiten que se presenten situaciones desastrosas para un ser vivo. En organismos eucariotas unicelulares, la mitosis y citocinesis es la forma de reproducción. En organismos multicelulares permite el desarrollo y crecimiento del individuo, así como la regeneración de tejidos que han sufrido algún deterioro.

TEMA 1. TEORÍA CELULAR

Construcción de la Teoría celular, sus principales aportaciones y postulados.

Elaborado por: Rosalba Margarita Rodríguez Chanes

APRENDIZAJE. Reconoce que la formulación de la Teoría celular es producto de un proceso de investigación científica y del desarrollo de la microscopía.

CONCEPTOS CLAVE. Postulados de la Teoría celular, aportaciones y contribuciones a la Teoría celular de Zacharias Jansen, Robert Hooke, Anton van Leeuwenhoek, Matthias Schleiden, Theodor Schwann y Rudolf Virchow.

DESARROLLO DE CONTENIDOS

La teoría celular clásica se compone de tres afirmaciones básicas. Cuando Theodor Schwann (1810-1882), Matthias Jakob Schleiden (1804-1881) y Rudolf Ludwig Karl Virchow (1821-1902) propusieron la teoría celular clásica en 1839, basaron su trabajo en la observación de células. Schwann y Schleiden sugirieron que las células eran la unidad básica de la vida. Su teoría se aceptó como los dos primeros principios de la teoría celular clásica. En 1858, Virchow concluyó que todas las células provienen de células preexistentes, completando así el tercer principio de la teoría celular clásica.

- **Todos los organismos están formados por una o más células.** Esto significa que todas las plantas y todos los animales están formados por células. Los organismos unicelulares como protistas y bacterias están formados por una sola célula. Los organismos multicelulares tienen más de una célula. Ya sean celulares o multicelulares, cada célula lleva a cabo una variedad de funciones. En los organismos unicelulares, la célula lleva a cabo todas las funciones que mantienen vivo al organismo. La célula absorbe los alimentos, los descompone en energía, utiliza la energía para crecer y para reproducirse. En los organismos multicelulares, cada célula realiza estas mismas funciones, pero también trabaja con otras células en el organismo. En los organismos multicelulares, las células se especializan y sólo llevan a cabo un número limitado de funciones. Algunas células conducen señales nerviosas, algunas células producen compuestos químicos necesarios para otras células, y algunas células forman órganos.

- **Las células forman la unidad básica de vida y estructura.** Todos los organismos están formados por células. La célula es la unidad más pequeña de la vida y la estructura básica. Un organismo simplemente no puede estar vivo si no tiene una o más células. Las células son notablemente similares entre todos los organismos vivos. Todas las células funcionan básicamente de la misma manera, y tienen conjuntos similares de estructuras dentro de ellas. Todo esto hace que las células sean el bloque de construcción de la vida.
- **Todas las células proceden de células preexistentes.** Una función de las células es reproducirse. Las células producen más células para remplazarse y permiten que los organismos multicelulares crezcan. Las células no simplemente aparecen y empiezan a multiplicarse. Los progenitores dan células a su descendencia que se desarrollan y crecen.

Durante los últimos 170 años, los científicos han aprendido más sobre las células. Los principios básicos de la teoría celular clásica siguen siendo válidos en la actualidad y han sido ampliados. La teoría celular moderna añade principios sobre la transmisión del material genético, la composición química de las células y el flujo de energía dentro de las células. Estos conceptos eran desconocidos en el momento en que la teoría celular clásica se estableció en 1839 (**Figura 1**).

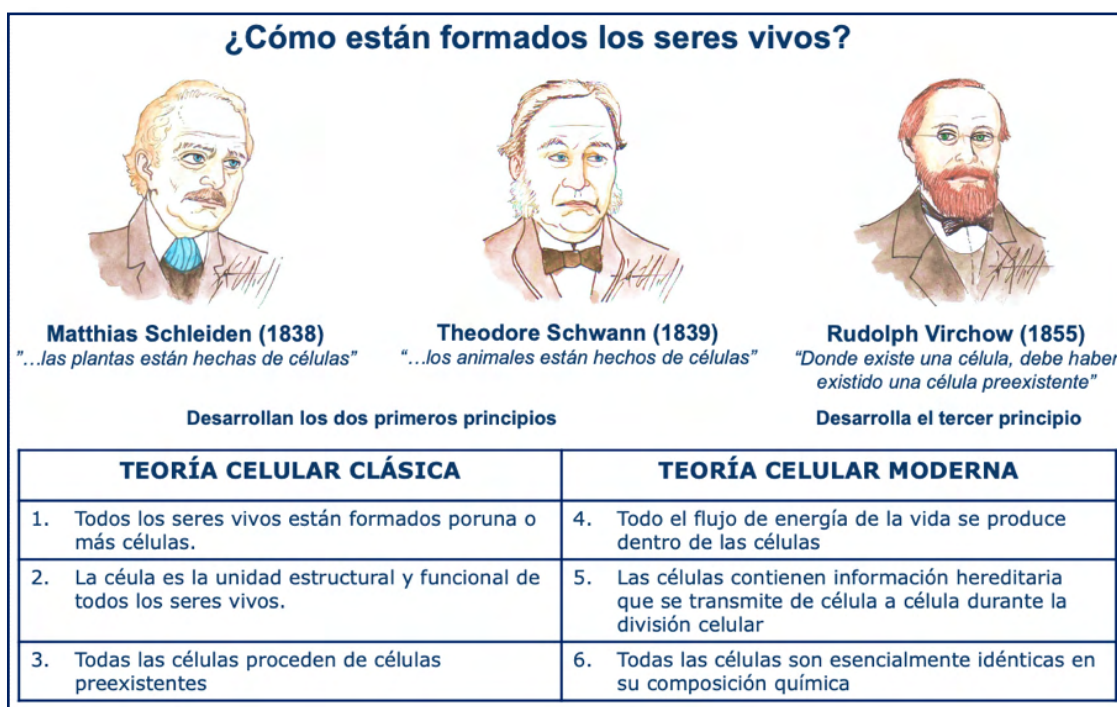


Figura 1. Postulados de la Teoría celular. [Dibujo] R. Rodríguez (2020).

HISTORIA DE LA TEORÍA CELULAR

Antes del descubrimiento de las células, había muchas teorías para explicar la complejidad de los seres vivos. Algunos científicos –naturalistas como se les llamaba en el siglo XVII– creían que el cuerpo de las personas y de los animales estaban formados por diferentes tipos de fibras y que las variadas propiedades de estas fibras explicaban por qué los tejidos diferían entre sí en forma y función. Otros científicos sugirieron que los cuerpos estaban formados por una cierta clase de unidades fundamentales, al igual que la materia está formada por átomos. Sin embargo, la teoría más popular de cómo se desarrolló la vida fue llamada generación espontánea. Según esta idea, los seres vivos simplemente se originaban a partir de materia inanimada. Las observaciones que parecían apoyar la generación espontánea se encontraban por todas partes en la naturaleza: el moho crecía sobre la comida, los gusanos aparecían en la carne podrida y los hongos brotaban de las raíces en los árboles muertos. El desarrollo de una teoría acerca de la constitución de los seres vivos requirió una nueva invención y una nueva manera de examinar los tejidos.

Invención del microscopio

En cuanto a los estudios de plantas y animales, los primeros científicos estaban limitados a lo que el ojo humano podía ver y lo que la imaginación podía inferir. Sin embargo, esto cambió en la década de **1590** con la invención del microscopio. **Zacharias** y Hans **Janssen**, eran fabricantes holandeses de lentes y lupas. En un experimento alinearon varias lentes convexas dentro de un tubo e hicieron un descubrimiento clave. El dispositivo produjo un aumento en dos etapas. Un objeto cerca del extremo del tubo parecía ser ampliado significativamente, generando un aumento mucho más potente de lo que un solo lente podía lograr. El microscopio compuesto de Jensen era algo rústico y podía aumentar objetos sólo de tres a nueve veces su tamaño real (**Figura 2**). No obstante, la noticia sobre esta importante herramienta para observar cosas muy pequeñas se difundió rápidamente por toda Europa.



Figura 2. Primer microscopio compuesto fabricado por Zacharias Janssen.

A lo largo de las siguientes décadas el microscopio se sometió a una serie de ligeras mejoras. **Robert Hooke**, científico inglés autodidacta con una mente brillante y una personalidad difícil, manipuló la altura y el ángulo de los microscopios para conseguir aumentos de cincuenta veces el tamaño real. También ajustó las fuentes de luz para una mejor iluminación. Usando su microscopio mejorado, Hooke hizo un descubrimiento histórico. Al observar una fina porción de corcho notó que la sustancia ampliada parecía un patrón de panal de poros vacíos o cajas encerradas por una pared circundante. Se refirió a estas cajas como células, ya que le recordaban las habitaciones pequeñas en un monasterio. (La palabra *célula* es la abreviatura *cellula* en latín, que significa compartimiento pequeño). Hooke observó arreglos similares en madera y otras plantas. En **1665** Hooke publicó *Micrografía*, texto donde describió todas sus observaciones y dibujos detallados. *Micrografía* se convirtió en un éxito con lectores maravillados que deseaban aprender sobre el mundo en miniatura antes desconocido (**Figura 3**).



Figura 3. Aportaciones de Robert Hook a la Teoría celular.

El holandés que observó las células

El libro ilustrado de Hooke inspiró a un comerciante holandés llamado **Anton van Leeuwenhoek** a perseguir su propia investigación. Leeuwenhoek comenzó a pulir lentes y hacer microscopios como un pasatiempo. Los instrumentos de un solo lente que fabricó eran más simples en diseño que los microscopios compuestos de Janssen y de Hooke y que los utilizados actualmente. No obstante, Leeuwenhoek pulió cada lente con gran habilidad y fue ingenioso en el uso de la iluminación, logrando que sus microscopios pudieran alcanzar aumentos de hasta 200 veces con una definición que permitía ver imágenes claras y brillantes a través del lente. Leeuwenhoek también poseía una visión notable, una curiosidad ilimitada y una pasión por el detalle. En la década de **1670**, Leeuwenhoek se dedicó a estudiar todas las sustancias que se le ocurrió mirar a través del ocular. Esto incluyó la placa raspada de sus propios dientes. Lo que vio fue descrito por el mismo en una carta dirigida a la Royal Society, un renombrado grupo de científicos en Londres, de la siguiente manera: "*Entonces vi casi siempre con gran asombro que en dicha sustancia habían muchos animálculos muy pequeños moviéndose. El tipo más grande...tenía un movimiento muy fuerte y rápido, y se disparó a través del agua (o saliva) como lo hace un lucio a través del agua*". Leeuwenhoek llamó animálculos, o pequeños animales a las bacterias unicelulares. También observó células sanguíneas, células de esperma y protozoos intestinales. A diferencia de Hooke, Leeuwenhoek parecía percibir que las células no eran sólo compartimentos vacíos. Su descripción de los glóbulos dentro de las células de la sangre se refirió probablemente a los núcleos de la célula.

Aislado en su ciudad natal de Delft, Holanda, y careciendo de educación formal, Leeuwenhoek intentó contactar a otros científicos para asesoría. Un diplomático holandés escribió a Hooke en nombre de Leeuwenhoek, pero Hooke nunca respondió. Con los años, el antiguo comerciante de telas se hizo famoso por su trabajo. En 1680 Leeuwenhoek fue nombrado miembro de la Royal Society, y aunque viajó a Inglaterra sólo para asistir a una reunión, continuó usando el microscopio para examinarlo todo: desde cristales hasta fósiles, convirtiéndose en la primera persona en ver todo tipo de animales microscópicos. Leeuwenhoek hizo

descubrimientos relacionados con la teoría celular que serían insuperables durante 150 años.



Figura 4. Aportaciones de Antón van Leeuwenhoek a la Teoría celular.

Preparando el camino para la Teoría celular

Antes de que la teoría celular tomara forma, los científicos tuvieron que aprender más sobre las células. En Francia, el biólogo y químico Francois-Vincent Raspail, hizo importantes descubrimientos sobre la estructura y la función de las células vegetales. En 1825 Raspail acuñó la frase *omnis cellula e cellula*: “toda célula se origina de otra célula”. Raspail combinó el análisis químico con el trabajo del microscopio mediante la adición de una reacción de color yodo-almidón a la célula. Utilizó esta técnica para examinar los procesos dentro de las células como por ejemplo la forma en que la membrana de la pared celular sirve como puerta de acceso selectiva. Raspail fue así la primera persona en investigar sistemáticamente la química de una célula. También señaló cómo la enfermedad se origina en la célula básica y se propaga a través de la división celular, un punto fundamental en la patología celular. El principal defecto en el trabajo de Raspail fue su continua creencia en la vieja teoría de la generación espontánea. Sin embargo, muchas de sus observaciones sobre las células fueron adelantadas para su tiempo.

Otros científicos franceses realizaron importantes trabajos sobre células también. En 1809 un profesor de botánica francés llamado Charles-Francois Brisseau-Mirbel señaló que las plantas estaban formadas por células. El mismo año, el naturalista

francés Jean-Baptiste Lamarck publicó un libro con un capítulo entero dedicado a la estructura celular en las plantas. En 1824, años antes de que los científicos alemanes popularizaron la idea, Henri Dutrochet afirmó que la célula era la unidad fundamental en la organización de las diversas formas de vida. Dutrochet también nombró y describió el proceso de ósmosis. En 1832, el científico francés Barthélemy Dumortier describió la división celular en las plantas. Dumortier escribió que este proceso, llamado fisión binaria, "proporciona una explicación clara del origen y el desarrollo de las células, que, hasta ahora, no ha sido explicado". Estos descubrimientos no tuvieron mayor aceptación en el mundo hasta que fueron confirmados por los científicos alemanes en las décadas siguientes.

La unidad básica de la vida

En la década de 1830 Alemania se convirtió en el centro de la investigación celular. Esto se debió en gran medida a la disponibilidad de microscopios mejorados en Alemania. En 1832 Joseph Jackson Lister, un comerciante de vino inglés y aficionado a la microscopía, inventó un sistema de separación de lentes para microscopios. Este sistema corrigió un problema llamado aberración cromática, una distorsión que ocurre cuando las longitudes de onda de la luz coloreada no están en el mismo plano focal. El microscopio de Lister produjo imágenes más nítidas con mayor aumento. Lo que provocó que los científicos se dieran cuenta de que el microscopio ya no era una novedad sino una herramienta confiable para la investigación. Una década más tarde, Carl Zeiss creó una empresa de óptica en Jena, una ciudad universitaria de Thuringia, Alemania, dedicada a la fabricación de instrumentos científicos de alta calidad. Los microscopios de Zeiss, que empleaban las ideas de Lister, eran los mejores del mundo, pero no se distribuyeron ampliamente. Con sus instrumentos de vanguardia, las universidades alemanas comenzaron a atraer a las mentes más grandes en los campos de la botánica y la biología.

Varios de los mejores jóvenes científicos eran estudiantes de un profesor de la Universidad de Berlín llamado Johannes Peter Müller. Experto en el estudio de la fisiología, Müller promovió el uso del microscopio y el análisis químico en la

investigación. También recomendó a sus estudiantes combinar la búsqueda de hechos con el pensamiento filosófico, pensar más allá de las verdades aceptadas de la época. En **1837**, dos de los estudiantes de Müller: **Matthias Schleiden y Theodor Schwann**, estaban cenando en Berlín cuando su discusión se dirigió a un descubrimiento reciente sobre las células vegetales. Schleiden, un botánico experto, señaló que el botánico escocés Robert Brown había encontrado que varios tipos de células vegetales tenían núcleos. Esto hizo que Schwann, fisiólogo animal, pensara en estructuras similares, pero en los tejidos animales. Al día siguiente, Schwann y Schleiden examinaron bajo el microscopio un tejido en forma de varilla llamado notocorda, médula espinal embrionaria de los vertebrados, logrando determinar que las células de la notocorda contenían núcleos. Schleiden se inspiró para examinar una variedad de tejidos vegetales con el microscopio, esbozando las células y núcleos de una orquídea, una palmera y una flor de cerezo. Así afirmó en un artículo que las células y sus núcleos son los bloques fundamentales de las plantas. Por su parte Schwann encontró el mismo tipo de estructuras en diversos tejidos animales, desde la médula de las plumas de las aves hasta la aorta de un feto de cerdo y sugirió que todos los tejidos animales estaban hechos de células. Lo más importante fue que Schwann propuso que la célula es la unidad estructural de todos los organismos vivos. En 1839 escribió: "Se puede afirmar que hay un principio universal de desarrollo para las partes elementales de los organismos, por diferentes que sean, y que este principio es la formación de células". Schwann llamó a su proposición Teoría celular.

Generación de células

Aunque Schleiden y Schwann jugaron un papel importante en el desarrollo de dos principios importantes de la teoría celular, la cual establece que todos los tejidos vivos están compuestos de células y la célula es la unidad básica en la estructura y función de la vida, algunas de sus ideas pronto serían rechazadas. Ellos creían, al igual que muchos de sus colegas, incluyendo a su maestro Müller, que las células vivas aparecían y se propagaban debido a una especie de generación espontánea llamada formación de células libres. No obstante, Schleiden formuló una nueva hipótesis en la que sugirió que las nuevas células se originaban dentro de las viejas

cristalizándose alrededor de un núcleo recién formado. Schwann declaró que las células se formaban a partir de algún material habitual que rodeaba a las células existentes y dejó a dos de sus compañeros de estudios corregir este punto final de la teoría celular original.

En 1852, Robert Remak, asistente de investigación no remunerado del laboratorio de Müller y médico practicante, publicó sus ideas sobre el origen de las nuevas células. Remak insistió en que las ideas de Schleiden y Schwann sobre la formación de células libres estaban equivocadas, al igual que todas las teorías relacionadas con la generación espontánea. En su lugar, Remak declaró que las nuevas células animales se producían por fisión binaria, o división celular. El asistente de Müller desarrolló su idea a lo largo de una década de trabajo observando embriones y estudiando el problema de cómo aparecían las nuevas células. La opinión de Remak ganó la aceptación con los esfuerzos de otro estudiante formado por Müller, **Rudolf Virchow**. En conferencias y en un exitoso libro de **1858**: *Cellular pathologie*, Virchow detalló sus ideas sobre las células y la división celular, y aunque las conclusiones de Virchow eran casi idénticas a las de Remak, éste no reconoció el trabajo de su colega. Virchow también se hizo conocido para la frase Latina *omnis cellula e cellula*, que presentó como propia y que años atrás había originado el científico francés Raspail. En el campo de la biología celular, los auto-promotores y personalidades peculiares tendían a obtener la mayor parte del crédito. En cualquier caso, Remak y Virchow añadieron el último principio a la teoría celular clásica: todas las células provienen de células preexistentes.

A pesar del trabajo de Remak y Virchow, muchos científicos se negaron a renunciar a su creencia en la generación espontánea. En 1859 un joven químico francés llamado Louis Pasteur realizó un experimento para resolver el problema. El experimento de Pasteur no sólo afirmó un principio importante de la teoría celular, sino que también estableció el método científico para probar una hipótesis o propuesta: comenzó con una hipótesis, realizó un cuidadoso experimento paso a paso para probarlo y comparó los resultados con su observación original.

Teoría celular moderna. La teoría celular moderna se basa en la teoría celular clásica, que establece que todos los seres vivos están hechos de células, que las células son las unidades básicas de estructura y función en los seres vivos, y que todas las células provienen de células preexistentes. Debido a las limitaciones de sus microscopios, los científicos de mediados del siglo XIX podían hacer poco más que describir el núcleo esférico de una célula y el protoplasma, o sustancia semifluida dentro de una célula. Pero de la misma forma en que las mejoras en el microscopio condujeron a la formación de la teoría celular clásica en las décadas de 1830 y 1840, otras innovaciones a finales del siglo XIX y en el siglo XX permitieron a los investigadores identificar partes de las células nunca antes vistas. Muchos de los científicos que han contribuido a la teoría celular moderna han estudiado los organelos dentro de una célula y sus diversos roles en la estructura y función de la célula. Los científicos aprendieron acerca de los procesos químicos en las células que las hacen integrales cómo a los seres vivos que se reproducen, transmiten características y producen y almacenan energía. Aprendieron cómo células diferentes están configuradas para realizar funciones específicas y encontraron relaciones entre células de organismos muy variados. Cada nuevo descubrimiento afirmó el papel central de la célula en el mantenimiento de la vida. La teoría celular moderna revela a la célula como una maravillosa fábrica microscópica, almacén, planta de energía, clínica y biblioteca; todo en uno.

Impacto del microscopio electrónico. En el siglo XIX los científicos habían identificado otras partes de la célula de manera incompleta, limitándose a lo que los microscopios de aquella época podían captar usando luz visible. Sin embargo, los avances en el conocimiento sobre la estructura celular recibieron un enorme impulso en 1931 con la invención del microscopio electrónico. El ingeniero alemán Ernst Ruska se dio cuenta de las limitaciones de los microscopios ordinarios para ver especímenes diminutos, por lo que, junto con su mentor, Max Knoll, Ruska construyó un lente de electrones: un electroimán capaz de enfocar un haz de electrones como si fuera un haz de luz. El dispositivo pasaba una corriente de electrones a través de una rebanada delgada de un espécimen. Los electrones eran desviados sobre una película fotográfica o proyectados sobre una pantalla

fluorescente como una imagen altamente amplificada. La técnica dio al microscopio electrónico una resolución mucho mayor de lo que cualquier microscopio anterior podría lograr. El nuevo dispositivo permitió a los científicos estudiar cosas demasiado pequeñas para ser vistas con microscopios de luz. Las mejoras constantes del microscopio electrónico, especialmente el microscopio electrónico de barrido en 1965, han permitido a los científicos explorar el mundo interior de la célula con notable detalle y claridad. Las versiones posteriores han ampliado objetos más de un millón de veces su tamaño real, permitiendo a los científicos estudiar proteínas, virus e incluso átomos dentro de las partes celulares.

ACTIVIDADES DE APRENDIZAJE

ACTIVIDAD 8

Instrucciones: En la siguiente tabla coloca una (✓) para relacionar las afirmaciones con los postulados de la Teoría celular.

	<i>Todos los seres vivos están hechos de una o más células</i>	<i>Las células son las unidades básicas de estructura y funcionamiento de los seres vivos</i>	<i>Todas las células provienen de células preexistentes</i>
1. Las células reaccionan, se reproducen y extraen energía			
2. Todos los seres vivos contienen al menos una célula.			
3. Las mitocondrias proporcionan energía a la célula.			
4. Las células se dividen para formar nuevas células.			
5. Las células son los bloques de construcción básicos de la vida.			
6. Todos los animales están hechos de células.			
7. La membrana celular regula lo que entra y sale de la célula.			
8. Esta parte de la Teoría celular fue propuesta por Rudolph Virchow.			
9. Todas las plantas están hechas de células.			
10. Las actividades de las células son controladas por el núcleo.			

ACTIVIDAD 9

Instrucciones: Realiza la lectura del siguiente párrafo y contesta las preguntas.

En los inicios del siglo XVII, Jan Baptiste van Helmont (1577-1644), médico belga, describió en 1667 una receta para producir ratones en 21 días, a partir de una camisa sucia en contacto con grano de trigo (**Figura 5**). De acuerdo con sus observaciones, los ratones originados de esta forma “son de ambos sexos, no son pequeños ni deformes y pueden cruzarse con ratones normales...” (Lazcano-Araujo, 2002 p. 18).

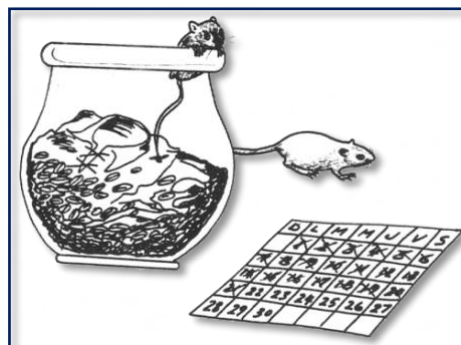


Figura 5. “Si uno pone una camiseta en un frasco que contiene granos de trigo, el fermento liberado de la camisa sucia, combinado con el olor del grano cambia la mezcla en ratones aproximadamente en 21 días”. Receta para producir ratones [Dibujo] R. Rodríguez (2020).

1. ¿Esta receta fue creada antes o después de la invención del microscopio?
2. ¿Qué postulado de la teoría celular sugiere otra razón para la “creación de ratones”?
3. Describe cómo fueron “creados” los ratones de acuerdo con la teoría celular.

ACTIVIDAD 10

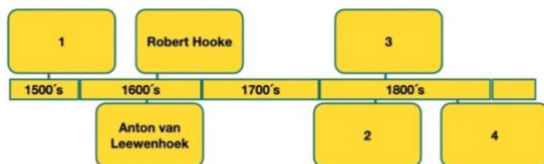
Instrucciones: Completa el organizador gráfico, describiendo las aportaciones a la Teoría celular de cada uno de los personajes indicados.

Año	Autor	Contribución	Evidencia	Respuesta de la comunidad científica
	Zacharias Jansen (holandés)			
	Robert Hooke (inglés)			
	Anton van Leeuwenhoek (holandés)			
	Matthias Schleiden (alemán)			
	Theodor Schwann (alemán)			
	Rudolph Virchow (alemán)			

AUTOEVALUACIÓN DEL APRENDIZAJE

Instrucciones. Lee cuidadosamente la pregunta y sus opciones, selecciona y marca solo la opción correcta.

- 1. Secuencia de eventos ocurridos durante el desarrollo de la Teoría celular.**
 - I. Fabricación y uso de microscopios simples.**
 - II. Determinar que todos los seres vivos están compuestos de células.**
 - III. Determinar que las plantas están compuestas de células.**
 - IV. Entender que las células nuevas son producidas por células preexistentes.**
 - A) I, II, III, IV
 - B) I, III, II, IV
 - C) III, II, I, IV
 - D) I, IV, III, II
- 2. Contribución de Robert Hooke a la Teoría celular.**
 - A) Descubrió las bacterias.
 - B) Descubrió el núcleo celular.
 - C) Fue el primero en utilizar la palabra célula.
 - D) Demostró que todos los seres vivos están hechos de células.
- 3. Evidencias que sustentan la Teoría celular propuesta por Schleiden y Schwann.**
 - A) Estudio microscópico de plantas.
 - B) Observación microscópica de “animálculos”.
 - C) Observación de unidades en preparaciones de corcho.
 - D) Examen microscópico de tejidos vegetales y animales.
- 4. Las células se dividen para crear nuevas células. ¿Qué parte de la Teoría celular se relaciona mejor con la afirmación anterior?**
 - A) Las células realizan funciones similares.
 - B) Las células sólo pueden ser vistas usando un microscopio.
 - C) Las células provienen de células preexistentes.
 - D) Las células son los bloques de construcción básicos de la vida.
- 5. Rudolph Virchow determinó que las células provienen de células preexistentes. Su contribución a la Teoría celular se produjo después de las contribuciones de Matthias Schleiden y Theodore Schwann. ¿Qué lugar de la línea de tiempo representaría mejor el descubrimiento de Rudolph Virchow?**



- A) 1
- B) 2
- C) 3
- D) 4

REFERENCIAS

Allen, J. (2016). *The importance of Cell Theory*. ReferencePoint Press. San Diego, CA.

Alzogaray, R. (2006) *Historia de las células*. Capital Intelectual. Buenos Aires. Argentina.

Coob, A. (2011). *Cell Theory: Science Foundations* Chelsea House. New York. USA.

Lazcano-Araujo, A. (2002). *El origen de la vida: evolución química y evolución biológica*. Editorial Trillas, México.

Rodríguez, R. (2018). *Anton van Leewenhoek* [Dibujo]. Rodríguez R.

_____ (2020). *Postulados de la Teoría celular* [Dibujo]. Rodríguez R.

_____ (2018). *Receta para proucir ratones* [Dibujo]. Rodríguez R.

_____ (2018). *Robert Hooke* [Dibujo]. Rodríguez R.

_____ (2018). *Zacharias Janssen* [Dibujo]. Rodríguez R.

Wikimedia Commons (2022). *Animálcuos obseervados por Leeuwenhoek* [Imagen]. Wikimedia Commons.

https://commons.wikimedia.org/w/index.php?title=File:Animalcules_observe_d_by_anton_van_leeuwenhoek_c1795_1228575.jpg&oldid=713351045

Wikimedia Commons (2022). *Dibujo de Robert Hooke de las células de corcho*

[Imagen]. Wikimedia Commons.

<https://commons.wikimedia.org/w/index.php?title=File:RobertHookeMicrographia1665.jpg&oldid=677410625>

Wikimedia Commons (2022). *Microscopio de Hooke* [Imagen]. Wikimedia

Commons.

https://commons.wikimedia.org/w/index.php?title=File:Hooke_Microscope-03000276-FIG-4.jpg&oldid=686631599

Wikimedia Commons (2022). *Microscopio de Janssen* [Imagen]. Wikimedia

Commons.

https://commons.wikimedia.org/w/index.php?title=File:Jaansen_Microscope.jpg&oldid=633845042

Wikimedia Commons (2022). *Microscopio de Leeuwenhoek* [Imagen]. Wikimedia

Commons.

https://commons.wikimedia.org/w/index.php?title=File:Leeuwenhoek_Microscope.png&oldid=686612414

TEMA 2. ESTRUCTURA Y FUNCIÓN CELULAR

Moléculas presentes en las células: carbohidratos o glúcidos, lípidos, proteínas, ácidos nucleicos.

Elaborado por: Araceli Bautista Acevedo

APRENDIZAJE. El alumno identifica a las biomoléculas como componentes químicos de la célula.

CONCEPTOS CLAVE. Biomolécula, carbohidrato, proteína, enlace peptídico, aminoácido, éster, fosfodiéster, lípido, nucleótido, monómero, polímero, glicerol, ácido graso.

DESARROLLO DE CONTENIDOS

Las biomoléculas suelen encontrarse libres en el citoplasma, en los organelos y sobre las membranas. Son intermediarios esenciales en las reacciones químicas que transforman la energía derivada de los alimentos tanto en su almacén como en su utilidad, participan en la estructura bioquímica que conforma a los seres vivos, en los mecanismos de transporte intracelular, regulan la fisiología celular y, así mismo, la herencia de los sistemas biológicos.

Las biomoléculas orgánicas que conforman a los sistemas biológicos son: carbohidratos, lípidos, proteínas y ácidos nucleicos. Cada una de ellas además del carbono contiene diferentes átomos entre los que se encuentran el hidrógeno, oxígeno, nitrógeno, fósforo, y azufre, además contienen diferentes grupos funcionales específicos; tienen diferentes grados de complejidad estructural, es decir algunas son monoméricas y otras forman polímeros en la célula, el 70% lo conforman las proteínas. 12% lípidos, 7% ácidos nucleicos, y él 5% glúcidos.

CARBOHIDRATOS. Los carbohidratos también conocidos como glúcidos, azúcares, sacáridos son moléculas constituidas por carbono, hidrógeno, y oxígeno, su fórmula general es $C_n (H_2O)_n$; los azúcares contienen grupos funcionales hidroxilo (OH), grupo cetona (C=O) y grupo aldehído (H-C=O). (**Figura 1**). Las unidades monoméricas forman polímeros unidos por enlaces **glucosídicos** y para

nombrarlos tienen terminación “osa” (triosa, hexosa, pentosa, sacarosa, fructuosa entre otras).

Clasificación: Los carbohidratos se clasifican en **monosacáridos**, **disacáridos**, **oligosacáridos** y **polisacáridos** según el número de carbonos o unidades de

azúcares (monosacáridos) que contenga. Una manera sencilla de identificar por su nombre que es tiene la terminación osa. **Figura 2.**

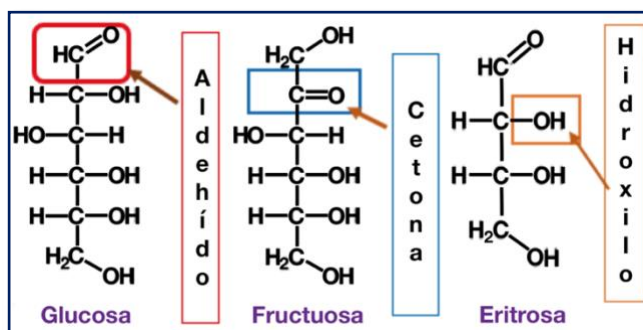


Figura 1. Grupos funcionales de carbohidratos: aldehído, cetona, hidroxilo. Fuente: Wikimedia Commons.

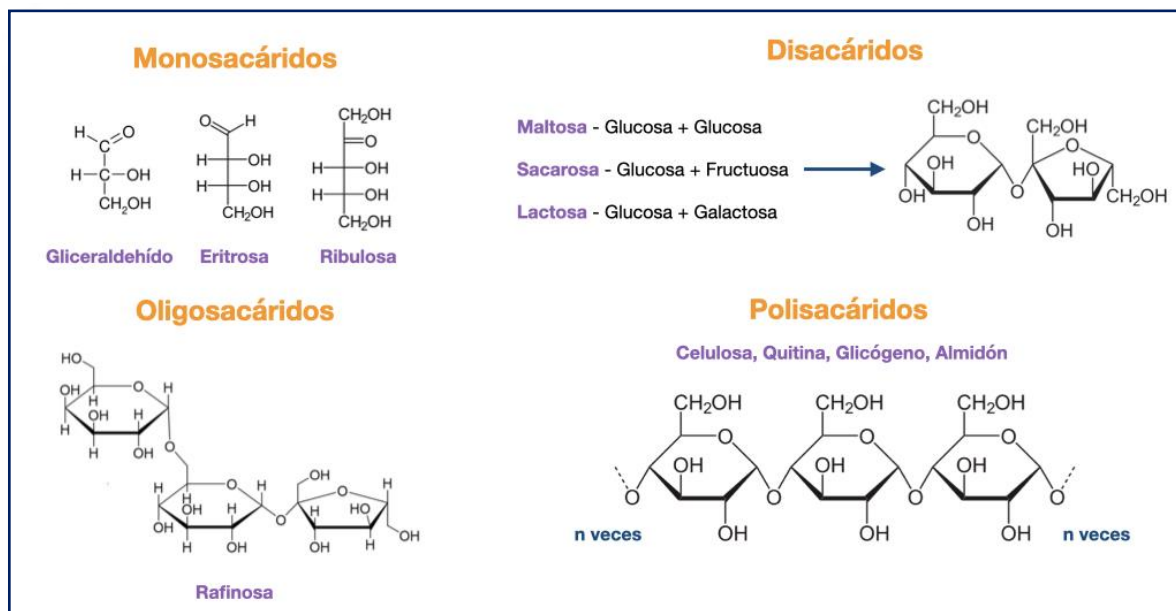


Figura 2. Clasificación de carbohidratos: monosacáridos, disacáridos, oligosacáridos y polisacáridos. Fuente: Wikimedia Commons.

- **Monosacáridos** son los compuestos más sencillos de la familia de los glúcidos que tiene de 3 a 6 carbonos, puede ser lineales o cíclicos. La glucosa, por ejemplo, tiene la fórmula $C_6H_{12}O_6$.
- **Disacáridos** (maltosa, sacarosa, lactosa) resulta de la unión de dos hexosas mediante enlaces glucosídicos, maltosa (glucosa + glucosa), sacarosa (glucosa + fructosa) lactosa (glucosa + galactosa).
- **Oligosacáridos** formados por la unión de 3 a 10 monosacáridos.

- **Polisacáridos** unión de más de 11 monosacáridos simples (homopolisacáridos), unión de moléculas de monosacáridos derivados (heteropolisacáridos).

Los glúcidos también se clasifican de acuerdo con la solubilidad en presencia de agua: solubles en agua encontramos a monosacáridos, disacáridos y oligosacáridos. Y los insoluble en agua son los polisacáridos como el almidón, celulosa, quitina.

Funciones: Los carbohidratos son la fuente principal de producción de **energía** (ATP) en los sistemas biológicos a través de los algunos procesos metabólicos (fotosíntesis y respiración celular), por su tamaño molecular pequeño pueden atravesar la membrana celular por difusión facilitada y así producirla; está energía permiten al organismo realizar sus actividades como reproducirse, crecer, estudiar trabajar de acuerdo con el rol que le corresponda. La función de **reserva** energética esta almacenada en el hígado y el músculo en forma de glucógeno. La función **estructural** forma parte de los ácidos nucleicos (ribosa y desoxirribosa), de la pared celular de las plantas (Celulosa), el exoesqueleto de insectos(quitinosa), en bacterias(peptidoglicanos).

LÍPIDOS

Los lípidos son grupos complejos y heterogéneos en cuanto a su composición química tienen enlaces éster y cumplen diferentes funciones como fuente de reserva energética en la célula, son parte de las membranas celulares forman parte de las hormonas, vitaminas, anticuerpos entre otros, tiene las siguientes propiedades insolubles en agua, solubles en solventes orgánicos como el benceno, éter y cloroformo entre otros; su consistencia es aceitosas. Los lípidos son sintetizados por el retículo endoplásmico liso.

Clasificación: Los lípidos son hidrocarburos de tipo lineal formados por ácidos grasos, glicerol se encuentran de manera saturada o insaturados.

- Los lípidos simples están constituidos de ácidos grasos (molécula lineal de hidrocarburos) y glicerol compuesto con el grupo funcional carboxílico; los ácidos grasos se encuentran de manera saturada o insaturados es decir cuando entre

sus carbonos se presenta una doble ligadura se les conoce como insaturados porque contiene menos elementos de hidrógeno son de consistencia líquida como aceites, y se le conoce como insaturados cuando presentan ligaduras simples es decir están saturados de

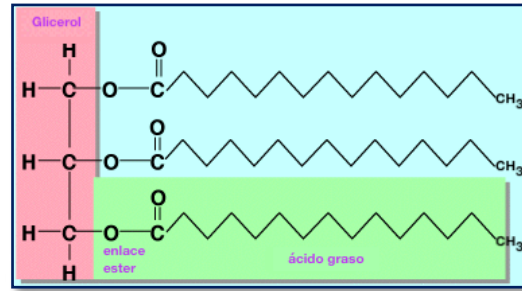


Figura 3. Lípidos simples. Tomada de:
<http://bitly.ws/JdJR>

hidrógenos en estos casos son sólidos a temperatura ambiente, como los esteroides, colesterol, hormonas suprarrenales y sexuales, también están presentes las ceras. (Figura 3).

- Los lípidos complejos es otra clasificación entre los que encontramos a los fosfolípidos que son el componente esencial de todas las membranas celulares son anfipáticos tienen un extremo hidrofóbico y el otro extremo es hidrofílico.

Los lípidos son grupos complejos y heterogéneos en cuanto a su composición química tienen enlaces éster y cumplen diferentes funciones como fuente de reserva energética en la célula, son parte de las membranas celulares forman parte de las hormonas, vitaminas, anticuerpos entre otros, tiene las siguientes propiedades insolubles en agua, solubles en solventes orgánicos como el benceno, éter y cloroformo entre otros; su consistencia es aceitosas.

Funciones: Presentan funciones estructurales, energéticas, hormonal, vitamínico, termoaislante, electroaislante ejemplos: la mielina que envuelve el axón de la neurona para evitar las descargas eléctricas; la cutícula es el revestimiento de las hojas que tienen la función de proteger del medio ambiente, cumple la misma función en nuestros dedos; también participan en procesos celulares como señalización en el transporte de moléculas exocitosis, endocitosis y crecimiento celular, son receptores de membrana.

PROTEÍNAS

Las proteínas son macromoléculas de elevado peso molecular formadas por los siguientes elementos carbono, hidrógeno, oxígeno y nitrógeno, alguna pueden

presentar azufre, fósforo, hierro, magnesio y cobre. La unidad monomérica de las proteínas son los aminoácidos formados por un carbono alfa al cual se une un grupo funcional amino (-NH₂), un grupo carboxilo (-COOH), un hidrógeno y un grupo radical; la diferencia entre los aminoácidos se debe a la estructura del grupo radical. Para formar proteínas los aminoácidos se unen entre sí mediante enlaces peptídicos. Se conocen alrededor de 20 aminoácidos (**Figura 4**).

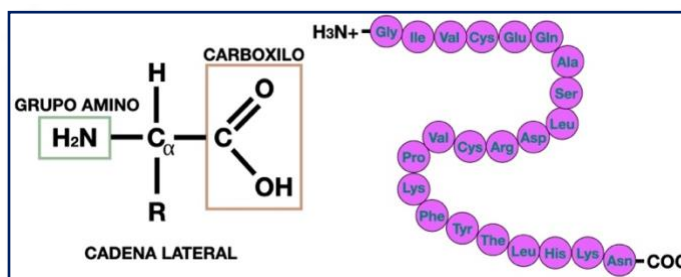


Figura 4. Estructura de un aminoácido y cadena de aminoácidos. Fuente: Gori-Gori (2010 y ROSHD.IR, (s.f).

Las proteínas son sintetizadas por los ribosomas, y son fundamentales para el desarrollo de rasgos en los sistemas biológicos como el color de cabello, la piel, la estatura, el transporte de oxígeno, así mismo pueden regular la generación de enfermedades como la manifestación de cáncer a través de genes que codifican estas enfermedades. En la **Tabla 1** se presenta la clasificación de las proteínas.

Propiedades: Las proteínas son solubles en agua, tienen una función específica (transporte, enzimática, estructura, inmunológica, hormonal), además para su permanencia necesitan condiciones óptimas de pH, temperatura.

Clasificación: las proteínas se clasifican en holoproteínas (solo contienen aminoácidos) y heteroproteínas (además de los aminoácidos presentan un grupo prostético).

Holoproteínas se clasifican de acuerdo con su forma **en fibrosas** (estructura secundaria) **o globulares** (estructura terciaria); ejemplos de proteínas fibrosas. colágeno, queratina, elastina y las globulares: zeína, gluteínas, albúminas, hormonas (insulina, prolactina, hormona de crecimiento).

Heteroproteínas son proteínas asociadas con otros compuestos entre ellas encontramos a las glucoproteínas (ribonucleasas, mucoproteínas), lipoproteínas estas constituyen la estructura de la membrana plasmática.

Tabla 1. Clasificación de proteínas.

	Clasificación de proteínas		Estructura
Composición	Simples: por hidólisis dan sólo un aminoácido.		Primaria: secuencia de aminoácidos en una proteína. Secundaria: orientación, y en un patrón regular, de los segmentos de una proteína. Terciaria: enrollamiento total de la proteína en una forma general tridimensional. Cuaternaria: se refiere a la reunión de varios péptidos o proteínas.
	Conjugadas: por hidrólisis, dan otros compuestos además de los aminoácidos.	<ul style="list-style-type: none"> • Glucoproteínas • Lipoproteínas • Nucleoproteínas • Fosfoproteínas • Metaloproteínas 	
Forma tridimensional	Fibrosas: forman fibras largas, se utilizan en la naturaleza para formar materiales estructurales.	<ul style="list-style-type: none"> • Músculos • Cuernos • Tendones • Pezuñas • Uñas 	
	Globulares: están enrolladas en formas compactas y casi esféricas. Solubles en agua y se mueven dentro de las células.	<ul style="list-style-type: none"> • Enzimas • Hormonas de transporte 	
Función	<ul style="list-style-type: none"> • Estructurales: queratina, elastina, colágeno. • Transporte: hemoglobina. • Hormonales: insulina. • Enzimas: quimi tripsina, catalizadores biológicos. • Protectoras: inmunoglobulinas. 		

Funciones

- **Estructural:** las membranas contienen una alta cantidad de proteínas. El colágeno, la elastina y la queratina son proteínas que aparecen formando parte de los huesos (colágeno), están bajo la piel (colágeno y elastina), o forman la epidermis de la piel, las uñas, los cuernos, los pelos o las plumas (queratina).
- **Transporte:** la hemoglobina transporta moléculas como dióxido de carbono y oxígeno en la sangre, las lipoproteínas llevan el colesterol al hígado.
- **Inmunológica:** los Anticuerpos que sintetizan los linfocitos son siempre proteínas y la función es atacar a cualquier cuerpo extraño que entre al organismo y a este se le denomina antígeno.

- **Hormonal:** muchas hormonas son proteínas, como la de la somatotropina que regula el crecimiento, la insulina que regula la cantidad de azúcar en sangre, y la adrenalina mantiene al cuerpo en alerta.
- **Contráctil:** la actina y la miosina responsables de la contracción muscular son proteínas.
- **Otras funciones:** el fibrinógeno es la proteína responsable del coágulo sanguíneo, así como muchos factores involucrados en la coagulación sanguínea son también proteínas.
- **Función enzimática** o catalizadora: esta función es fundamental. Las enzimas son proteínas que aceleran las reacciones químicas de las células (el metabolismo). Hay miles de ellas diferentes, que catalizan otras tantas reacciones. Son muy específicas y en su ausencia no tienen lugar las transformaciones químicas. (Los humanos no digerimos la celulosa porque nos falta la enzima correspondiente, capaz de descomponerla en sus unidades de glucosa, sin embargo, el almidón, semejante en composición puede ser digerido y aprovechado como nutriente porque sí tenemos la enzima necesaria. Existen miles de enfermedades metabólicas congénitas debidas a la carencia de enzimas o a un defecto en las mismas → mucopolisacáridos; fenilcetonuria).

ÁCIDOS NUCLEICOS

La importancia de poder reconocer a los ácidos nucleicos radica en que son los precursores de la herencia, el DNA (ácido desoxirribonucleico) contiene la información que da lugar a las características visibles de los sistemas biológicos y también a las no visibles que podrían heredarse en otras generaciones, además al ARN es la molécula que copia esta información (transcripción) y posteriormente la traduce en proteínas (dogma de la biología molecular).

Estas biomoléculas son macromoléculas formada por polímeros de nucleótidos en forma de cadena, el ADN está constituido por dos cadenas y el ARN por una sola. Los **nucleótidos** presentan una base nitrogenada (púricas y pirimidinas), una pentosa (ribosa y desoxirribosa) y grupo fosfato (**Figura 5**); en estos se presentan

varios tipos de enlaces, **fosfodiéster** entre nucleótidos, **glucosídico** entre base nitrogenada y pentosa; los que unen las bases nitrogenadas con bases nitrogenadas son **los puentes de hidrogeno**.

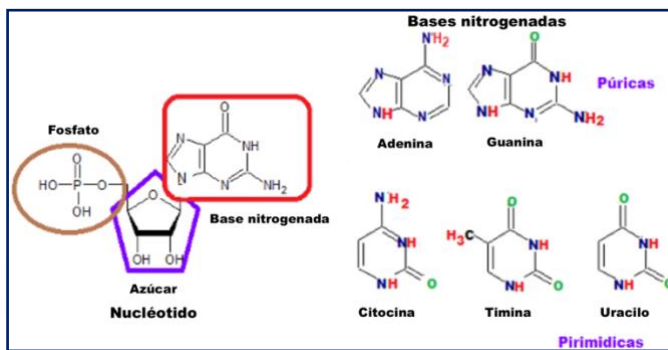


Figura 5. Composición de un nucleótido y bases nitrogenadas. Fuente: Química y algo más (2013).

La molécula de ADN consiste en dos largas cadenas de nucleótidos antiparalelas complementarias unidas por pares bases nitrogenadas (adenina, guanina, citosina, timina). Guanina se une siempre a Citosina y Timina se une a Adenina; la proporción de Guanina (G) es igual a la de Citosina (C). $G=C$ y La relación entre Guanina y Citosina es igual a la unidad ($G/C=1$). Cada base está unida por puentes de hidrógeno a una base de la hebra opuesta, para formar un par; contiene toda la información genética.

Clasificación: De acuerdo con la composición química, los ácidos nucleicos se clasifican en ácido desoxirribonucleico (ADN) que se encuentran residiendo en el núcleo celular, en mitocondrias, cloroplastos, y el ácido ribonucleico (ARN) de tres tipos (ARN_m , ARN_t , ARN_r) que está presente en el citoplasma, en el nucléolo, en las mitocondrias, el cloroplasto, en el retículo endoplásmico rugoso (**Tabla 2**). Sus **funciones** específicas son contener la información genética de cada organismo y participar en la síntesis de proteína. (**Figura 6**).

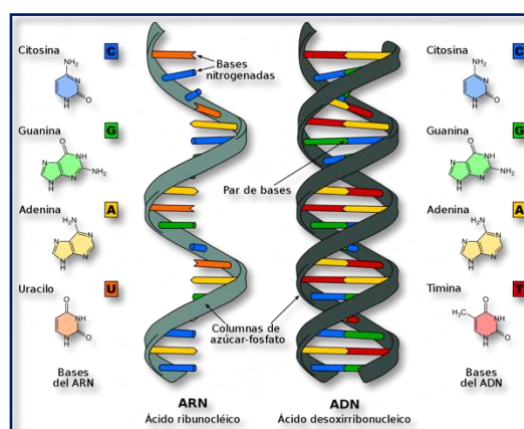


Figura 6. Tipos de ácidos nucleicos (ADN y ARN). Tomada de: [Wikimedia Commons](https://commons.wikimedia.org/)

Tabla 2. Características del DNA y el RNA.

Características	ADN	ARN
Estructura	Dos cadenas de nucleótidos	Una cadena de nucleótidos
Bases púricas	Adenina (A) y Guanina (G)	Adenina y Guanina
Bases pirimidinas	Timina y Citocina	Uracilo y Citocina
Carbohidrato	Desoxirribosa	Ribosa
Tipos	Uno	Tres: RNAm, RNAt, RNAr
Localización	Núcleo, mitocondrias, cloroplastos	Nucléolo, ribosomas, citoplasma
Función	Responsable de la transmisión de los caracteres hereditarios. Control de actividades celulares	Participa en la síntesis de proteínas

Nota: RNAm - mensajero, RNAt - transferencia, RNAr – ribosomal

ACTIVIDADES DE APRENDIZAJE

ACTIVIDAD 11

Instrucciones: Observa el video [Biomoléculas](#) y elabora un mapa conceptual.

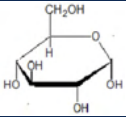
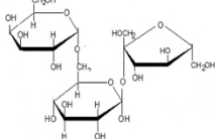
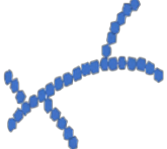
ACTIVIDAD 12

Instrucciones: Completa la siguiente tabla. Utiliza los siguientes conceptos (*colágeno, colesterol, glucosa, energética, ADN, precursor, estructural, síntesis, soluble en agua, insoluble en agua, fibrosa, nucleótidos*).

Biomolécula	Ejemplos	Función	Características
Carbohidratos			
Lípidos			
Proteínas			
Ácidos nucleicos			

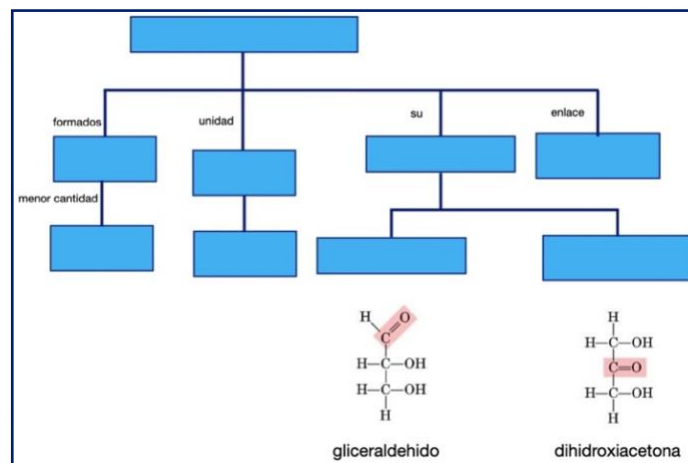
ACTIVIDAD 13

Instrucciones: Completa la siguiente tabla referente a los carbohidratos.

Molécula	Nombre de la molécula por número de carbonos o monómeros	Grupo funcional	Ejemplos
$ \begin{array}{c} \text{HC}=\text{O} \\ \\ \text{H}-\text{C}-\text{OH} \\ \\ \text{H}-\text{C}-\text{OH} \\ \\ \text{H}_2\text{C}-\text{OH} \end{array} $			
$ \begin{array}{c} \text{H}_2\text{C}-\text{OH} \\ \\ \text{C}=\text{O} \\ \\ \text{H}-\text{C}-\text{OH} \\ \\ \text{H}-\text{C}-\text{OH} \\ \\ \text{H}_2\text{C}-\text{OH} \end{array} $			
			
			
			

ACTIVIDAD 14

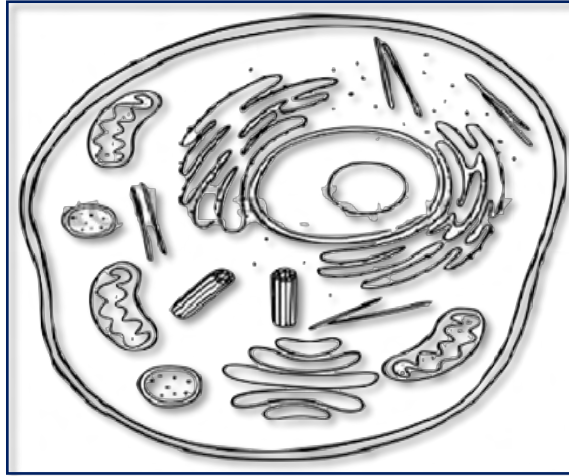
Instrucciones: Coloca los nombres correspondientes en cada recuadro. Utiliza los siguientes conceptos: *carbohidratos*, *glucosídico*, *N*, *P*, *S*, *monosacáridos*, *aldehído*, (*CHO*), *cetonas*.



ACTIVIDAD 15

Instrucciones: En la siguiente imagen de una célula, señala en qué parte se localizan cada una de las biomoléculas, usa el color correspondiente.

Carbohidratos - Lípidos - Proteínas - Ácidos nucleicos



ACTIVIDADES DE AUTOEVALUACIÓN

Instrucciones. Lee cuidadosamente la pregunta y sus opciones, selecciona y marca solo la opción correcta

1. **¿Son carbohidratos que forman parte de la estructura molecular de los ácidos nucleicos?**
 - A) Celulosa.
 - B) Glucosa.
 - C) Gliceraldehido.
 - D) Desoxirribosa.
2. **¿Cuáles son los lípidos que tienen una importante función estructural y forman parte de la membrana plasmática?**
 - A) Colesterol.
 - B) Fosfolípidos.
 - C) Esteroides.
 - D) Terpenos.

- 3. ¿Cuáles son los enlaces que unen a los aminoácidos para formar a las proteínas?**
- A) Glucosídico.
 - B) Fosfodiéster.
 - C) Peptídico.
 - D) Éster.
- 4. Además del núcleo y el nucléolo en que otro organelo encontramos ácidos nucleicos.**
- A) Aparato de Golgi.
 - B) Lisosomas.
 - C) Mitocondrias.
 - D) Centríolo.
- 5. ¿Cómo son los ácidos grasos insaturados?**
- A) Sólidos.
 - B) Gaseosos.
 - C) Coloidales.
 - D) Líquidos.

REFERENCIAS

- Alberts, B., Bray. D. & Lewis, J. (1999). *Biología Molecular de la Célula – 3ª* Edición. Omega.
- Audesirk. T, Audesirk. G, Bruce. E., Byers, (2013). *Biología Ciencia y Naturaleza.*, Editorial Pearson Educación.
- Audesirk. T. et. al. (2008) *Biología ciencia y naturaleza. (2ª ed.)* México Pearson Educación.
- Audesirk. T, Audesirk. G, Bruce. E., Byers, (2012) *Biología. La vida en la Tierra*, México, editorial Pearson.
- Nason. A., (1999), *Biología*, México, editorial Limusa.
- Oñate. O. L. (2013). *Biología I con enfoque de competencias*, México, editorial CENGAGE Learning.
- Oram. R, 2007, *Biología Sistemas biológicos*, México, McGraw Hill/interamericana.

Ville. C.A., 1996, *Biología*, octava edición, México, editorial Graw Hill

Bioquímica y Geología 1o Bachillerato. (s. f.).

https://www.uaeh.edu.mx/campus/preparatoria1/curso_induccion/docs/T9_BIOQUIMICA.pdf. Recuperado 8 de noviembre de 2020, pp. 4-11

García Fernández Ana. (s. f.). *Biología*.

http://liceo6.weebly.com/uploads/7/1/5/4/7154339/ficha_n2_biomoleculas_glicidos_lipidos_proteinas_acidos_nucleicos_copy.pdf. Recuperado 8 de noviembre. pp. 3-8

Luque Guillen. (s. f.). *proteínas*. https://www.uv.es/tunon/pdf_doc/proteinas_09.pdf.

Recuperado 7 de noviembre de 2020, de
https://www.uv.es/tunon/pdf_doc/proteinas_09.pdf

Escuela Nacional Colegio de Ciencias y Humanidades. (2017). *Portal Académico CCH*. Recuperado el 5 de octubre de 2020, de Portal Académico CCH:

<https://www.youtube.com/watch?v=8HrGH3S6ddA&t=213s> .

Gori-Gori. (2010). *Aminoácidos*. Obtenido de [Fórmula]: Recuperado de

<https://cutt.ly/lgh4KeU> .

Hernández, A. M. (20 de noviembre de 2013). Recuperado el 30 de septiembre de 2020, de YouTube:

<https://www.youtube.com/watch?v=8HrGH3S6ddA&t=213s>.

Química y algo más. (13 de Julio de 2013). *Bases nitrogenadas*. Obtenido de [Bases Puricas y Pirimidicas]: <https://cutt.ly/xgjDN3R> .

ROSHD.IR. (s.f.). *cadena de aminoácidos*. Obtenido de [péptido]: Recuperado

<https://cutt.ly/Vgh4Frz>.

TEMA 2. ESTRUCTURA Y FUNCIÓN CELULAR

Estructura de las células procariota y eucariota.

Elaborado por: Itzel Georgina Meneses Ochoa e Itzel Pérez Olivares

APRENDIZAJE. El alumno describe las semejanzas y diferencias estructurales entre las células procariotas y eucariotas.

CONCEPTOS CLAVES. Célula, célula procariota, célula eucariota, núcleo, nucleóide, organelos.

DESARROLLO DEL CONTENIDO

La célula es la unidad morfológica y funcional que compone a todos los sistemas biológicos, la célula se divide en **dos grandes grupos** según su estructura: las **células procariotas** (del griego *pro* = antes, *carion*=núcleo) y las **células eucariotas** (del griego *eu* = verdadero, *carion* = núcleo).

Ambos términos, **procariota** y **eucariota** se deben a **E. Chatton** y se empezaron a usar a principios de 1950. Cada una tiene características propias y otras en común, a continuación, se explicarán algunas de estas características. En las células procariotas el material genético= “DNA” (ácido desoxirribonucleico) no se encuentra encerrado dentro de una membrana nuclear, sino que se encuentra en el citoplasma

condensado en el centro de la célula, formando un **nucleóide** y la disposición del DNA es de forma circular; mientras que en la célula eucariota el DNA se encuentra encerrado dentro de un **núcleo con membrana (Figura 1)**, y la disposición del DNA es lineal. Las células procariotas suelen ser más pequeñas (1 a 10 μm) en

comparación a las eucariotas (10 y 100 μm). Además, en eucariontes hay presencia de compartimientos llamados “**organelos membranosos**” es decir

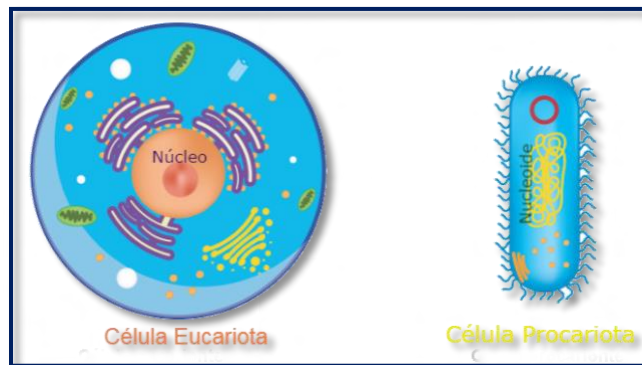


Figura 1. Núcleo en la célula procariota y nucleóide en célula procariota. Tomada y editada de:

<http://bitly.ws/PD5P>

que se encuentran rodeados por una membrana y en estos realizan diferentes funciones metabólicas (**Tabla 1 y 2**), así como la presencia de un **citoesqueleto**, el cual es una red de fibras proteicas que proporciona forma y organización celular (**Tabla 1**).

Los organismos que presentan **células procariontes son las bacterias y las archaeas**, estos organismos se pueden encontrar de manera unicelular (una sola célula) o bien en forma colonial (conformación de varias células independientes) esto depende de la especie; mientras que **los protozoarios, algas, hongos, plantas y animales están conformados por células eucariotas**, estos pueden presentarse de manera unicelular o pluricelular. Otra diferencia esta relaciona con su origen, ya que el registro fósil indica que la célula procariota se originó hace 3500 millones de años, por lo que está presente en los primeros organismos (células muy sencillas), y es a partir de estas que surgieron las células eucariotas, teniendo su origen hace 1500-2000 millones de años según la teoría endosimbiótica de Lynn Margulis (Curtis, *et al.*, 2008). Sin embargo, pese a las diferencias podemos encontrar en ambas semejanzas, como son la presencia de membrana plasmática, ribosomas (aunque de menor tamaño en las procariotas), flagelos y cilios (aunque los de las células procariontes no están formados por tubulina y no todas las células eucariotas y procariotas los presentan).

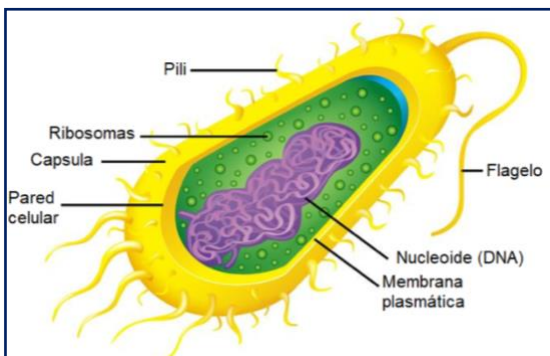


Figura 2. Estructuras presentes en una célula procariota. Tomada y editada de:
<http://bitly.ws/PDi7>
<http://bitly.ws/Rpua>

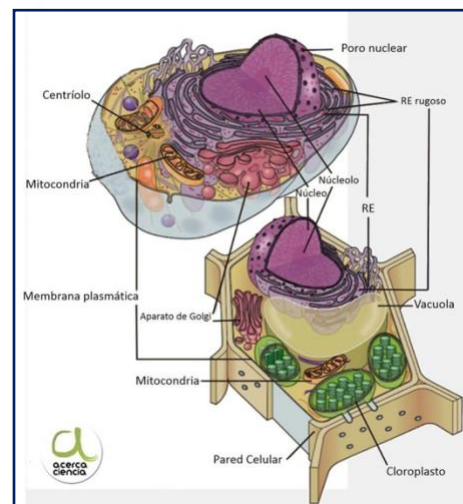


Figura 3. Estructuras presentes en la célula eucariota (animal y vegetal) RE: retículo endoplasmático. Tomada de:
<http://bitly.ws/Rpv9>

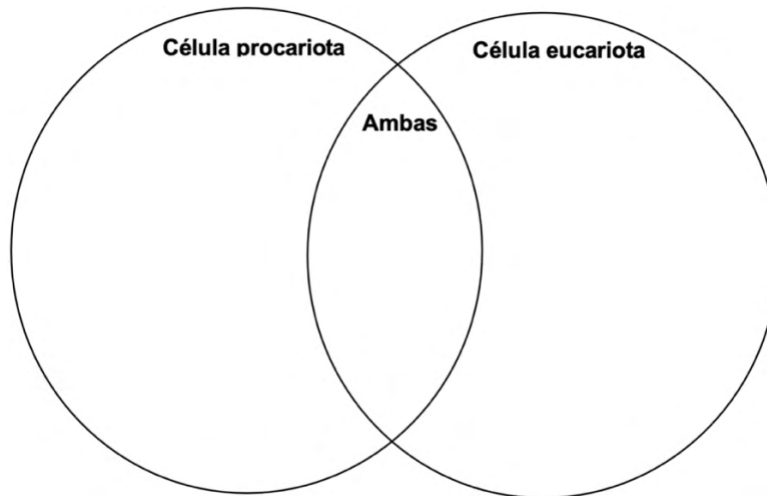
Tabla 1. Estructuras células presentes en célula procarionte y eucarionte.					
Nota: Las palomas indican la presencia de dichos organelos.					
	Estructuras	Función	Procariota (Figura 2)	Eucariota (Figura 3)	
				Animal	Vegetal
Centro de control celular	Núcleo	Contiene DNA	DNA en el citoplasma	✓	✓
	Vacuolas y vesículas	Almacenan material		✓	✓
Almacenamiento, limpieza y sostén	Lisosomas	Descomponen y reciclan moléculas		✓	✓
	Citoesqueleto	Mantiene la forma de la célula; mueven parte de la célula; ayuda al movimiento de la célula.	Tienen filamentos proteicos similares a actina y tubulina	✓	✓
	Centríolos	Organizan la división celular		✓	
Creación de proteínas	Ribosomas	Sintetizan proteínas	✓	✓	✓
	Retículo endoplasmático	Ensambla proteínas y lípidos		✓	✓
	Aparato de Golgi	Modifica, ordena y compacta proteínas, lípidos para almacenarlos o transportarlos fuera de la célula.		✓	✓
Captura y liberación de energía	Cloroplastos	Convierte energía solar en química almacenada en alimentos.		✓	✓
	Mitocondrias	Convierte la energía química almacenada en alimentos en compuestos que puedan usarse.		✓	✓
Barreras celulares	Pared celular	Da forma, mantiene y protege la célula.	✓		✓
	Membrana Plasmática	Regula los materiales que entran y salen de la célula; protege y sostiene a la célula	✓	✓	✓

*Los hongos presentan células eucariontes, pero con características diferentes a la animal y vegetal, son alargadas y unidas en hileras llamadas *hifas*, además de poseer una pared celular de quitina y membrana plasmática (De Erice y González, 2012).

ACTIVIDADES DE APRENDIZAJE

ACTIVIDAD 16

Instrucciones: Completa el siguiente diagrama de Venn, con base a la siguiente lista de organelos: *mitocondria, cilios, flagelos, pared celular, membrana celular, cloroplasto, lisosomas, citoplasma, ribosomas, vacuola y centriolos*; coloca los organelos o estructuras que comparten ambas células en la parte “ambas” y en las que difieren según sea el caso donde corresponda tanto en célula procariota y eucariota.



AUTOEVALUACIÓN DEL APRENDIZAJE

- 1. Es la principal diferencia entre la célula procariota y eucariota.**
 - A) Ambas tienen ribosomas.
 - B) Presencia de cilios en ambas células.
 - C) La célula eucarionte es más pequeña que la procarionte.
 - D) Ausencia de núcleo en la célula procarionte y presencia en el eucarionte.
- 2. Es una semejanza entre la célula procariota y eucariota.**
 - A) Ambas presentan núcleo.
 - B) Ambas presentan capsula.
 - C) Ambas presentan ribosomas.
 - D) Ambas presentan flagelos de tubulina.

- 3. Son organelos presentes sólo en la célula eucariota vegetal.**
- A) Pared celular, vacuola y cloroplasto.
 - B) Lisosomas, centriolos y pared celular.
 - C) Mitocondria, pared celular y cloroplastos.
 - D) Membrana celular, cloroplastos y vacuola.
- 4. Organismos que presentan células procariotas.**
- A) Bacterias y hongos.
 - B) Animales y plantas.
 - C) Bacterias y las archaeas.
 - D) Hongos, bacterias y archaeas.
- 5. Organelo presente en eucariotas encargado de empacar proteínas, lípidos y carbohidratos y regula el tráfico de las moléculas en la célula.**
- A) Lisosoma.
 - B) Aparato de Golgi.
 - C) Retículo endoplasmático liso.
 - D) Retículo endoplasmático rugoso.

REFERENCIAS

- Audersirk T., Audesirk, B., Bruce., E (2008). *Biología: La vida en la Tierra*. México. Pearson.
- Célula procariote y eucariote - Unidad de Apoyo Para el Aprendizaje*. (2020). Unam.Mx.http://uapas2.bunam.unam.mx/ciencias/celula_procariote_y_eucariote/
- Curtis H., Barnes M., Shacnek A. y Massarini A. (2008). *Biología*. Madrid, España. Editorial Médica Panamericana.
- De Erice, E. (2012). *Biología, la ciencia de la vida*. En A. González (Ed.), *Biología. La ciencia de la vida*. (2.^a ed., pp. 2-27). McGraw-Hill Education.
- Starr, C., Evers, A., Starr L. (2013). *Biología conceptos y aplicaciones*. México. Cengage Learning Editores.

TEMA 2. ESTRUCTURA Y FUNCIÓN CELULAR

La célula y su entorno.

Elaborado por: Leticia Martínez Aguilar

APRENDIZAJE. El alumno describe los componentes de la membrana celular y los tipos de transporte y regulación a través de ella.

CONCEPTOS CLAVE. Modelo del mosaico fluido, características de la membrana, transporte a través de la membrana, regulación de la membrana.

DESARROLLO DE CONTENIDOS

Instrucciones: Lee con atención el siguiente texto, subraya los conceptos importantes, posteriormente realiza las actividades sugeridas.

El modelo del mosaico fluido.

En la primera mitad del siglo XX, los biólogos celulares sabían que las membranas celulares contenían proteínas y lípidos; pero no como estaban organizados y si había interacciones entre estas moléculas; había limitaciones metodológicas e instrumentales, ya que se carecía del microscopio electrónico. En 1972 los bioquímicos S. Jonathan Singer y Garth. L. Nicolson propusieron un modelo para explicar la composición, estructura y comportamiento de la membrana celular, al que llamaron Modelo del **Mosaico Fluido**, en donde retoman trabajos de otros investigadores, afirmando que la membrana tiene una estructura de **bicapa lipídica**, y las **proteínas** se encuentran “flotando” y fluyendo dentro del fluido viscoso constituido por la doble capa de fosfolípidos. El término "mosaico" de este modelo se refiere a la mezcla de lípidos y proteínas intrínsecas en la membrana (**Figura 1**).

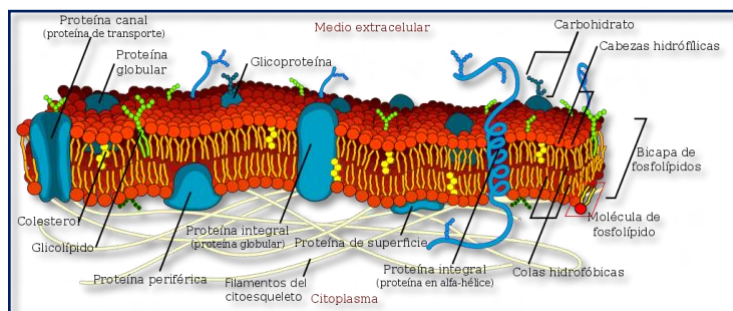


Figura 1. Modelo del mosaico fluido. Tomada de: [Wikimedia Commons](#)

Las membranas están formadas por lípidos, proteínas y carbohidratos. Los cuales los más abundantes son los **fosfolípidos**; estas moléculas son anfipáticas, es decir, tienen una parte polar atraída por el agua (hidrofílica) y un componente apolar repelido por el agua (hidrofóbica). Cuando se diluyen en agua, los componentes anfipáticos adoptan espontáneamente la estructura molecular más estable, formando vesículas. Estas interacciones pueden verse afectadas por varios parámetros, como la naturaleza química de las moléculas, su tamaño, la salinidad y el pH de la solución. El colesterol, es otro lípido presente en la membrana y actúa como regulador de la fluidez de la membrana. Los movimientos de fosfolípidos generalmente están restringidos a movimientos laterales.

Las **proteínas** también pueden ser anfipáticas, es decir presentan regiones hidrofóbicas e hidrofílicas; por ejemplo algunas proteínas (llamadas **intrínsecas o integrales**), están incrustadas en la matriz de la bicapa lipídica donde pueden establecer interacciones hidrofóbicas e hidrofílicas con sus respectivas contrapartidas lipídicas. Otras proteínas, llamadas proteínas **extrínsecas o periféricas**, también pueden asociarse transitoriamente con las superficies de la membrana a través de interacciones más débiles. Las proteínas de la membrana se agrupan en cinco categorías principales de acuerdo a la función que realizan en ella: *receptoras, de reconocimiento, enzimáticas, de unión y de transporte.*

La mayoría de las células poseen docenas de tipos de proteínas receptoras en sus membranas celulares, cada una de ellas tiene un sitio de unión para una molécula específica (por ejemplo una hormona como la insulina); cuando la molécula adecuada se une al receptor, éste se activa (por ejemplo cambia de forma), desencadenando una serie de reacciones en el interior de la célula (por ejemplo la insulina provoca la reacción de generar vesículas que llevan el transportador de la glucosa a la membrana celular).

Finalmente, los **carbohidratos**, presentes son oligosacáridos que se pueden unir a proteínas o lípidos formando moléculas complejas llamadas **glucoproteínas y glucolípidos** respectivamente. Estos carbohidratos se localizan en la cara externa de la célula y cuando están en cantidades importantes recibe el nombre de

glucocalix; se ha observado su presencia en bacterias, en diversas células del hombre, como plaquetas, células de la mucosa intestinal, células linfoblastoides, leucocitos y endotelio vascular. El Glicocalix está constituido por glicoproteínas, glicolípidos y ácido hialurónico, que sobresalen de la membrana celular, sirve de protección mecánica de las células, permite la adhesión celular e interviene en procesos de identificación celular y recepción hormonal.

Como resultado, la composición de lípidos, proteínas y carbohidratos es diferente entre las dos monocapas, una característica que se conoce como asimetría de membrana; dotando así a las superficies externa e interna de la membrana de marcadas diferencias físicas, estructurales y bioquímicas. Las funciones de la membrana tienen un estrecha relación con su composición química y características que presenta; las funciones que realizan son:

- **Aíslan selectivamente** el contenido de la célula del medio externo, permitiendo que a través de la célula del medio externo, permitiendo que a través de la membrana se produzcan gradientes de concentración de sustancias disueltas.
- **Regulan** el intercambio de sustancias esenciales entre la célula y el fluido extracelular, o entre los organelos encerrados dentro de las membranas y el citosol circundante.
- Permiten la **comunicación** con otras células.
- Permiten las **uniones** en el interior de las células y entre ellas.
- Permiten muchas **reacciones bioquímicas**.

El ambiente de la célula.

Todas las células están rodeadas por un medio acuoso. Los organismos unicelulares viven en agua dulce o en el océano, mientras que las células de animales y plantas están bañadas en un fluido extracelular, en el caso de los animales es ligeramente salino que se filtra de la sangre. El citosol, en su mayor parte también está formado por agua. Las membranas celulares separan medios acuosos diferentes en cuanto a las moléculas que se encuentran disueltas y su concentración. Casi todas las moléculas biológicas, incluidas las sales, los

aminoácidos y los azúcares, son polares y solubles en agua, es decir hidrofílicos, por lo que no pueden atravesar con facilidad las colas no polares de los fosfolípidos de la membrana. Entonces, ¿Cómo hace la célula para incorporar y desechar moléculas? La respuesta tiene que ver con la característica de permeabilidad selectiva y la de regulación del medio interno por medio del transporte de materiales a través de ella.

Transporte Pasivo: Difusión Simple

En la difusión simple a través de una membrana biológica, las moléculas pequeñas de soluto no polares (sin carga) se mueven directamente a través de la membrana a favor de su gradiente de concentración **sin que haya gasto de energía en forma de ATP** por parte de la célula, participa de manera muy importante la bicapa lipídica

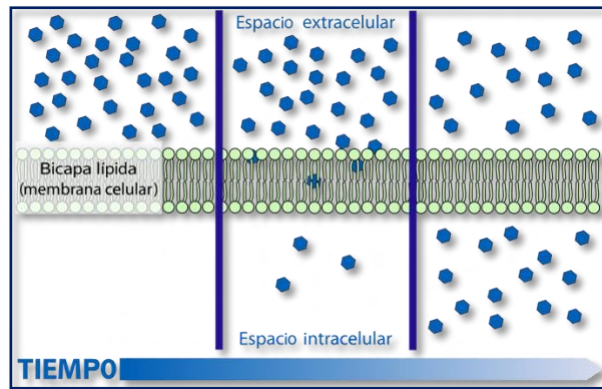


Figura 2. Difusión simple.

Tomada de: [Wikimedia Commons](#)

lipídica (**Figura 2**). El oxígeno y el dióxido de carbono pueden difundir rápidamente a través de la membrana. La velocidad de difusión simple está directamente relacionada con la concentración del soluto; de una región más concentrada a una de menor concentración, cuanto más concentrado esté el soluto, más rápida es la difusión.

Las moléculas que pueden atravesar con facilidad las membranas celulares, debido a este fenómeno, son únicamente las de los gases, las moléculas hidrofóbicas (por ejemplo benceno) y las moléculas polares pequeñas (por ejemplo H₂O y etanol), esto es debido a que las moléculas hidrofóbicas y apolares son solubles en la región central apolar de la **bicapa lipídica**, y las moléculas polares pequeñas son lo suficientemente pequeñas como para que las interacciones desfavorables se vean compensadas por un aumento de la energía del sistema. Por otra parte, las moléculas polares grandes tales como la glucosa, los aminoácidos y las moléculas cargadas o iones (H⁺, Na⁺, Cl⁻ y Ca²⁺) establecen interacciones demasiado fuertes

con el medio acuoso fuera de la bicapa lipídica, por lo que les resulta muy desfavorable desde el punto de vista energético romper estas interacciones para atravesar la región central hidrofóbica. Como consecuencia las membranas biológicas son prácticamente impermeables a este tipo de moléculas, por lo que requieren de otros mecanismos de transporte.

Transporte pasivo: Difusión Facilitada

La membrana es poco permeable a solutos iónicos, y dentro de éstos, es más permeable para los pequeños aniones que para los cationes. Por ello, estos compuestos utilizan un sistema de difusión formado por un tipo especial de proteínas de membrana denominadas "**canales**", que permiten a los solutos moverse en ambas direcciones. Existen canales denominados pasivos, que forman una especie de poros de membrana, ya que están permanentemente abiertos; y otros activos o de compuerta que se caracterizan por disponer de dos posiciones: cerrado y abierto. El hecho de que adopten una u otra posición depende de múltiples factores, como la unión al canal de un determinado ligando, cambios en el potencial de membrana, deformación mecánica (**Figura 3**) es importante recalcar que este tipo de transporte también tiene como característica que el movimiento de moléculas se da a favor de un gradiente de concentración y las proteínas participantes **no utilizan ATP** para realizar el transporte.

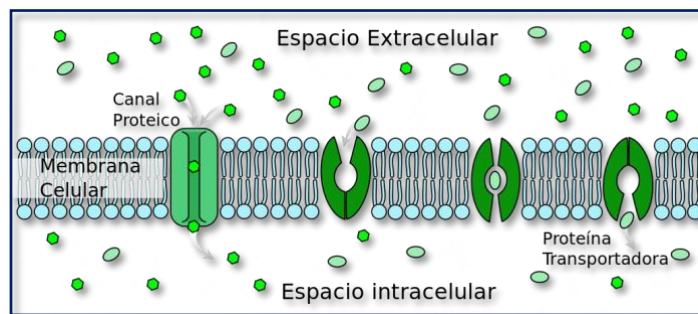


Figura 3. Representación de diferentes proteínas de canal, que transportan a favor de un gradiente de concentración.

Tomada de: [Wikimedia Commons](https://commons.wikimedia.org/)

ÓSMOSIS

El contenido de agua que tiene una célula determina su volumen celular, y garantiza que los procesos metabólicos puedan desarrollarse normalmente. Como las membranas celulares son muy permeables al agua, tal como se ha comentado previamente, éste se moverá siguiendo sus gradientes. La ósmosis es una clase especial de difusión que se define como "*el flujo neto de agua que atraviesa una membrana semipermeable que separa dos compartimentos acuosos*".

La membrana celular dejará pasar el agua, pero no los solutos. El agua se mueve desde una zona donde su concentración es mayor, a otra donde es menor (dicho en otras palabras, de una solución con menos soluto a una con más solutos).

El mantenimiento del volumen celular es imprescindible para la supervivencia de la célula; los factores que determinan el volumen celular son:

- El número de partículas osmóticamente activas del interior celular (generalmente son los iones ya sea + o -).
- La permeabilidad de la membrana celular.

El comportamiento de una célula en una solución artificial depende no sólo de las osmolaridades sino también de la permeabilidad de la membrana celular a los solutos. En el caso de las soluciones intra y extracelular el agua se moverá desde la solución que presente una menor concentración (solución hipotónica) a la que tenga la mayor concentración (solución hipertónica). Así se define un nuevo concepto que recibe el nombre de **tonicidad**, el cual indica la afectación del volumen celular en una solución concreta. Se describe de forma práctica como sigue:

- Si al introducir una célula en una solución, y su volumen celular no varía, se dice que dicha solución es **isotónica**.
- Si al introducir una célula en una solución, y el volumen celular aumenta, se dice que dicha solución es **hipotónica**.
- Si al introducir una célula en una solución el volumen celular disminuye, se dice que dicha solución es **hipertónica**.

TRANSPORTE ACTIVO Y MEDIADO

En este tipo de transporte se produce un consumo de energía dado que el movimiento se realiza en contra de gradiente de potencial químico o electroquímico. Las proteínas transportadoras tienen las mismas propiedades que las que realizan la difusión facilitada, con la diferencia de que para su funcionamiento requieren energía. Igual que en el tipo anterior hay tres tipos de transportadores de igual denominación. Existen dos tipos de transporte activo:

a) **Transporte activo primario.**

El consumo energético, normalmente de **ATP**, está acoplado directamente al movimiento del soluto a transportar. Un ejemplo de este tipo de antitransporte primario es la Na^+/K^+ -ATPasa

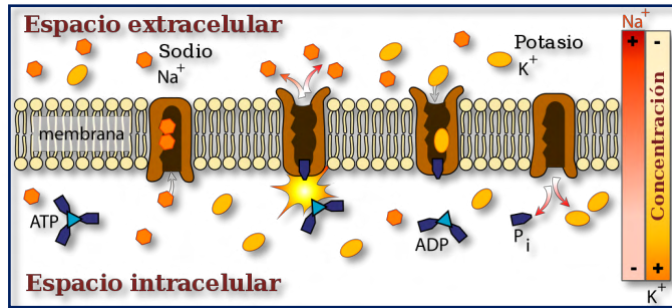


Figura 4. Representación de los movimientos de la bomba de Na^+ / K^+ . Tomada de: [Wikimedia Commons](#)

(Figura 4) presente en la membrana de la mayoría de las células animales, que bombea Na^+ hacia fuera de la célula y K^+ hacia el interior, manteniendo los gradientes de concentración a través de la membrana que además provoca su polarización.

b) **Transporte activo secundario.** Utiliza la **energía del ATP** para generar un gradiente a través de la membrana celular, y luego utiliza ese gradiente para transportar una molécula de interés contra su gradiente de concentración. Por ejemplo, sale el Na^+ al exterior y de manera simultánea ingresa por la misma proteína la glucosa. En el que el consumo de energía se realiza para generar un gradiente químico o electroquímico que se convierte en un depósito energético que se gastará para el empuje del soluto a transportar. Así, mientras la energía se disipa por desaparición del gradiente, se produce el arrastre del elemento que interesa que se mueva en contra de gradiente. En muchas células se utiliza el gradiente de Na^+ para la movilización de otros solutos.

TRANSPORTE MEDIANTE VESÍCULAS

En este tipo de transporte las sustancias pueden atravesar la membrana celular sin establecer relación alguna con los componentes de la misma. Para ello utilizan la formación de vesículas con la propia membrana, y en el interior de las mismas se sitúan los solutos para su desplazamiento. Existen varios tipos:

Endocitosis: cuando las sustancias son partículas de gran tamaño el proceso recibe el nombre de fagocitosis, si están en solución se le denomina pinocitosis. En la parte interna de la membrana celular aparecen digitaciones recubiertas por una

proteína la clatrina, llamadas depresiones revestidas, que darán lugar a vesículas revestidas, especializadas en la endocitosis mediada por receptor, para la introducción de macromoléculas específicas (Figura 5).

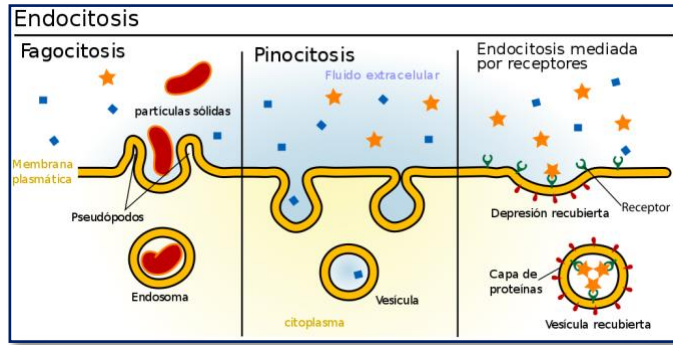


Figura 5. Endocitosis. Se observan las proteínas interactuando con los receptores de membrana para formar la vesícula o endosoma. Tomada de [Wikimedia Commons](#).

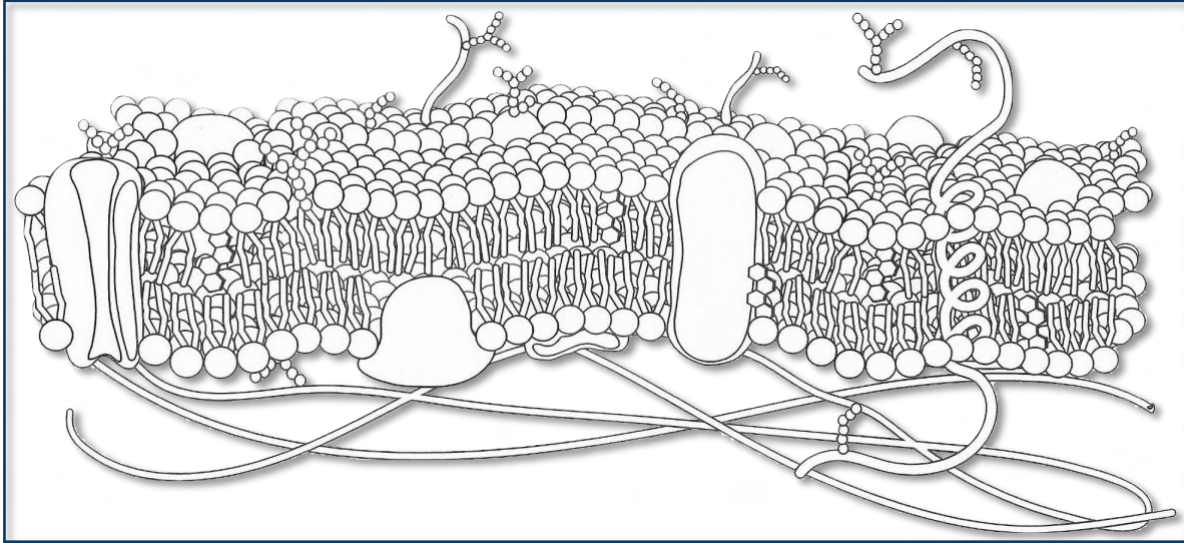
Exocitosis: muchas sustancias pueden ser sacadas de la célula a través de un mecanismo que sería el inverso de la endocitosis, y que recibe el nombre de exocitosis. Las proteínas son sintetizadas siempre en el interior celular, pero algunas de ellas realizan su función biológica en el medio extracelular.

Transcitosis: la combinación de los dos mecanismos anteriores permite el paso a través de la célula de algunos solutos, generalmente macromoléculas. Después de la endocitosis, una vez en el citoplasma de la célula, las vesículas, se mueven hacia la membrana contralateral con mayor o menor velocidad, constituyendo así verdaderos canales transcelulares de transporte.

ACTIVIDADES DE APRENDIZAJE

ACTIVIDAD 17

Instrucciones: Coloca en la siguiente imagen los nombres de las estructuras que conforman a la membrana plasmática, posteriormente responde a las preguntas relacionadas con las características y el papel que desempeñan sus componentes.



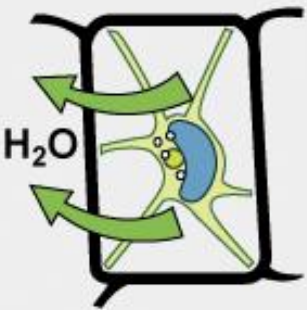
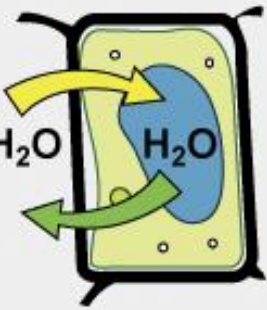
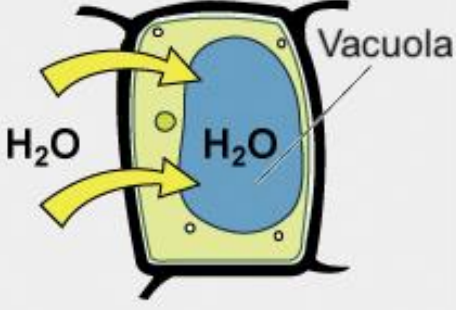
Preguntas	Respuestas
a) ¿Por qué las proteínas pueden ser integrales?	
b) ¿Qué funciones tienen las proteínas en la membrana?	
c) ¿Qué componente de la membrana le permite la estabilidad frente a temperaturas extremas?	

A continuación, se mencionan las características de la membrana, explícalas.

Características de la membrana celular	Explicación
a) Asimétrica	
b) Semifluida	
c) Semipermeable	

ACTIVIDAD 18

Instrucciones: En la siguiente serie de imágenes que representan los efectos de soluciones acuosas en el volumen celular. Coloca en cada recuadro el efecto sobre las células, y la clasificación de las soluciones por este efecto.

Condición hipertónica	Condición isotónica	Condición hipotónica
		

Tomada de: [Wikimedia Commons](#)

ACTIVIDAD 19

Instrucciones: De acuerdo a la información de la lectura, completa el siguiente cuadro comparativo de los diferentes tipos de transporte a través de la membrana celular. Colocando: si/no, según sea el caso que lo presente o no.

	Transporte Activo		Transporte Pasivo		
	Bombas	Endocitosis/ exocitosis	Difusión	Difusión facilitada	Osmosis
La célula gasta energía (ATP)					
La célula no gasta energía (ATP)					
Mueve moléculas a favor de un gradiente de concentración					
Siempre involucra proteínas de canal					
Mueve iones (¿cuáles?)					
Generalmente intervienen receptores de membrana					
Moviliza moléculas grandes (¿cuáles?)					
Moviliza moléculas pequeñas no polares / moléculas polares (¿cuáles?)					
Mueve moléculas en contra del gradiente de concentración (¿cuáles?)					
Las moléculas atraviesan la bicapa de fosfolípidos					
Imagen					

AUTOEVALUACIÓN DEL APRENDIZAJE

Instrucciones: Lee cuidadosamente la pregunta y sus opciones, selecciona y marca sollo la opción correcta.

- 1. ¿Qué tipo de transporte es utilizado para que ingrese el O₂ hacia el interior de las células?**
 - A) Transporte activo.
 - B) Difusión simple.
 - C) Difusión facilitada.
 - D) Bomba de Na⁺/K⁺
- 2. En relación al paso de sustancias a través de una membrana celular:**
 - A) La difusión pasiva consume ATP.
 - B) La difusión pasiva se da en contra de gradiente.
 - C) La difusión facilitada requiere un transportador.
 - D) La difusión facilitada consume ATP.
- 3. El modelo de mosaico fluido se refiere a:**
 - A) Estructura de la pared celular.
 - B) Estructura del cromosoma.
 - C) Organización molecular de las membranas biológicas.
 - D) Estructura del citoplasma.
- 4. Los oligosacáridos de la membrana plasmática se sitúan:**
 - A) Exclusivamente en la superficie interna.
 - B) Exclusivamente en la superficie externa.
 - C) Tanto en la superficie externa como interna.
 - D) No están presentes en la membrana.
- 5. Si la célula está en un medio cuya concentración de solutos es menor que en el interior de esta, se trata de una solución:**
 - A) Isotónica.
 - B) Hipertónica.
 - C) Hipotónica.
 - D) Hipersalina.

REFERENCIAS

- Audesirk, T. et. al. (2008) *Biología ciencia y naturaleza. Biología. Ciencia y naturaleza*. (2ª ed.) México Pearson Educación.
- Sadava, D., & Purves, W. H. (2009). *Vida: La ciencia de la biología*. (8ª ed.) Argentina Ed. Médica Panamericana.
- Megías M, Molist P, Pombal MA. (2020). *Atlas de histología vegetal y animal. La célula. Recuperado (3 enero de 2020) de: <http://mmegias.webs.uvigo.es/5-celulas/1-introduccion.php>*

TEMA 2. ESTRUCTURA Y FUNCIÓN CELULAR

Forma y movimiento.

Elaborado por: Leticia Martínez Aguilar

APRENDIZAJE. El alumno identifica que el citoesqueleto, cilios y flagelos son componentes celulares que proporcionan forma y movimiento.

CONCEPTOS CLAVE. Citoesqueleto, cilios, flagelos.

DESARROLLO DE CONTENIDOS

Instrucciones: Lee con atención la siguiente lectura subraya con color azul los componentes del citoesqueleto, con rojo su composición química y con verde la organización que presenta.

Importancia de citoesqueleto, ciclos y flagelos para la célula.

Si se eliminará todos los orgánulos de una célula, ¿serían la membrana plasmática y el citoplasma los únicos componentes que quedan? No. Dentro del citoplasma, todavía habría iones y moléculas orgánicas, además de una red de fibras de proteínas que ayudan a mantener la forma de la célula, aseguran algunos orgánulos en posiciones específicas, permiten que el citoplasma y las vesículas se muevan dentro de la célula, y habilitan las células dentro de organismos multicelulares para moverse.

Colectivamente, esta red de fibras proteicas se conoce como el citoesqueleto. Hay tres tipos de fibras que lo conforman: microfilamentos, filamentos intermedios y microtúbulos. Estos filamentos son largos y se forman por el ensamble de subunidades llamados monómeros -de manera similar que en el juego de lego-.

La información para elaborar estas subunidades de cada filamento está codificada en el DNA de las células, que los sintetizan en sus formas básicas. Sin embargo, el ensamble para dar la estructura tridimensional, es decir para formar el filamento, su ubicación e interacción con otras estructuras y organelos, no está codificada por el material genético y por lo consiguiente, se transmite de una célula a otra por ser parte de su citoplasma.

Los microfilamentos engrosan la corteza alrededor del borde interno de una célula; como gomas, resisten la tensión. Los microtúbulos se encuentran en el interior de la célula, donde mantienen la forma de la célula al resistir las fuerzas de compresión. Los filamentos intermedios se encuentran en toda la célula y mantienen los orgánulos en su lugar como se muestra en la **Figura 1**.

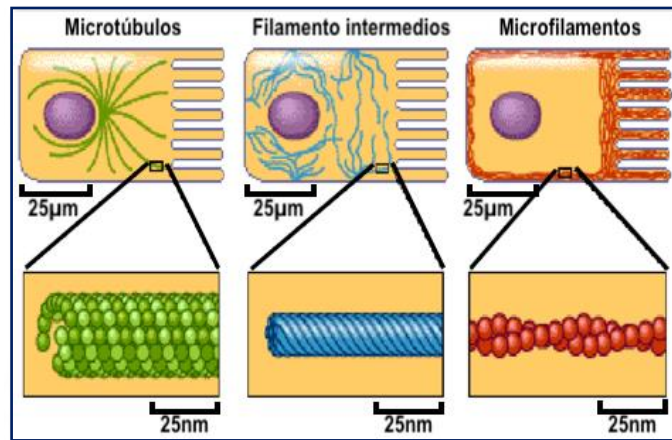


Figura 1. Muestra la posición de las proteínas del citoesqueleto. Tomada de: <https://bit.ly/3as1uNQ>

Microfilamentos. De los tres tipos de fibras de proteína en el citoesqueleto, microfilamentos son el más estrecho. Funcionan en el movimiento celular, tienen un diámetro de aproximadamente 7nm y están formados por dos hebras entrelazadas de una proteína globular llamada actina. Por esta razón, los microfilamentos también se conocen como filamentos de actina.

La actina funciona con ATP para ensamblar su forma filamentosa, que sirve como una pista para el movimiento de una proteína motora llamada miosina. Esto permite que la actina participe en eventos celulares que requieren movimiento, como la división celular en células animales y la transmisión citoplasmática, que es el movimiento circular del citoplasma celular en las células vegetales.

Los microfilamentos también determinan la forma celular, proporcionando cierta rigidez. Pueden despolimerizarse (desmontarse) y reformarse rápidamente, lo que permite que una célula cambie su forma y se mueva. Los glóbulos blancos (las células que combaten las infecciones de su cuerpo) hacen un buen uso de esta capacidad. Pueden moverse al sitio de una infección y fagocitar al patógeno. La actina y la miosina abundan en las células musculares. Cuando sus filamentos de actina y miosina se deslizan entre sí, sus músculos se contraen. Los microfilamentos están involucrados en movimientos del citoplasma denominado corriente citoplasmáticas y en las contracciones por estrangulamiento que dividen una célula

en dos células hijas; también participan en la formación de extensiones celulares denominadas pseudópodos.

Filamentos intermedios. Los filamentos intermedios están formados por varias cadenas de proteínas fibrosas que se enrollan juntas. Estos elementos del citoesqueleto reciben su nombre del hecho de que su diámetro, de 8 a 10 nm, se encuentra entre los de los microfilamentos y los microtúbulos. Los filamentos intermedios no tienen papel en el movimiento celular. Su función es puramente estructural. Soportan tensión, manteniendo así la forma de la célula, y anclan el núcleo y otros orgánulos en su lugar. La figura muestra cómo los filamentos intermedios crean un andamiaje de soporte dentro de la célula. Los filamentos intermedios son el grupo más diverso de elementos del citoesqueleto. Varios tipos de proteínas fibrosas se encuentran en los filamentos intermedios. Probablemente esté más familiarizado con la queratina, la proteína fibrosa que fortalece el cabello, las uñas y la epidermis de la piel. Estas proteínas se organizan en ensamblados con forma de soga muy resistente.

Microtúbulos. Como su nombre lo indica, los microtúbulos son pequeños tubos huecos. Las paredes del microtúbulo están hechas de dímeros polimerizados de α -tubulina y β -tubulina, dos proteínas globulares. Con un diámetro de aproximadamente 25 nm, los microtúbulos son los componentes más anchos del citoesqueleto. Ayudan a la célula a resistir la compresión, proporcionan una pista a lo largo de la cual las vesículas se mueven a través de la célula y tiran de los cromosomas replicados a los extremos opuestos de una célula en división. Al igual que los microfilamentos, los microtúbulos pueden disolverse y reformarse rápidamente. Los microtúbulos son huecos. Sus paredes consisten en 13 dímeros polimerizados de α -tubulina y β -tubulina (imagen derecha). La imagen de la izquierda muestra la estructura molecular del tubo.

Los microtúbulos son también los elementos estructurales de flagelos, cilios y centriolos (estos últimos son los dos cuerpos perpendiculares del centrosoma). De hecho, en las células animales, el centrosoma es el centro organizador de microtúbulos. En las células eucariotas, los flagelos y los cilios son muy diferentes

estructuralmente de sus contrapartes en los procariotas, como se discute a continuación (**Figura 2**).

Flagelos y Cilios. Los flagelos (singular = flagelo) son estructuras largas que se extienden desde la membrana plasmática cuya función principal es dar la motilidad a la célula (por ejemplo, espermatozoide, y organismos unicelulares como la *Euglena*). Las células que presentan

flagelos, pueden ser 1 o pocos. A diferencia de los cilios (singular = cilio) que se presentan en gran cantidad, pueden estar en una zona determinada o extenderse a lo largo de toda la superficie de la membrana celular. Son estructuras cortas que se usan para mover células enteras (como en *Paramecium*) o sustancias a lo largo de la superficie externa de la célula (por ejemplo, los cilios de las células que recubren las trompas de Falopio que mueven el óvulo hacia el útero, o cilios que recubren las células del tracto respiratorio que atrapan las partículas y las mueven hacia las fosas nasales).

A pesar de sus diferencias en longitud y número, los flagelos y los cilios comparten una disposición estructural común de microtúbulos llamada "matriz 9 + 2". Este es un nombre apropiado porque un solo flagelo o cilio está hecho de un anillo de nueve dobletes de microtúbulos, que rodea un doblete de microtúbulos individuales en el centro de la figura. Esta micrografía electrónica de transmisión de dos flagelos muestra el conjunto de microtúbulos 9 + 2: nueve dobletes de microtúbulos rodean un solo doblete de microtúbulos (**Figura 3**).

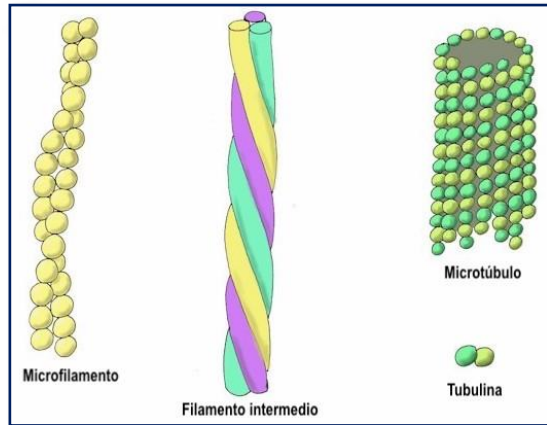


Figura 2. Organización de las proteínas que forman el citoesqueleto. Tomada de: <http://bitly.ws/RpA4>

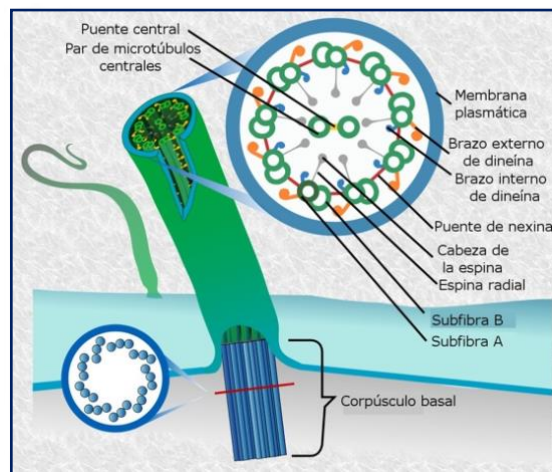
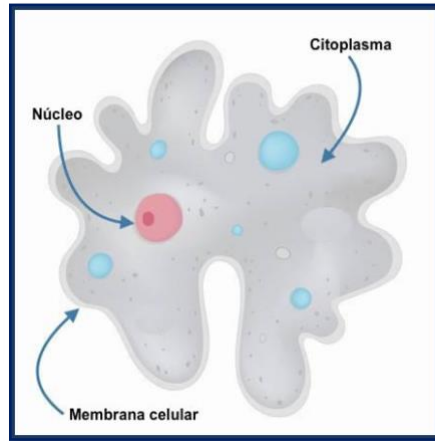


Figura 3. Esquema de la estructura general de flagelos y cilio de células eucariotas. Tomada de: [Wikimedia Commons](https://commons.wikimedia.org/)

ACTIVIDADES DE APRENDIZAJE

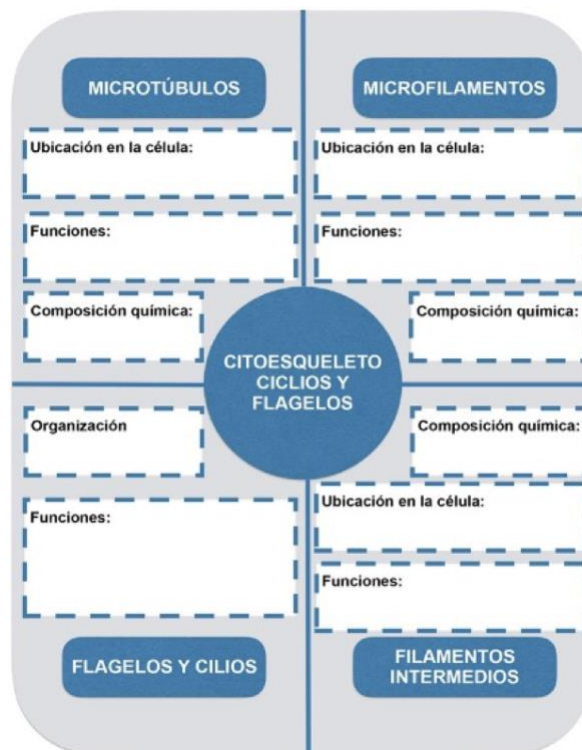
ACTIVIDAD 20

Instrucciones: En la siguiente imagen de célula, dibuja de color rojo a los microfilamentos, de azul a los filamentos intermedios y de negro a los microtúbulos.



ACTIVIDAD 21

Instrucciones: Completa el siguiente diagrama del citoesqueleto.



ACTIVIDADES DE AUTOEVALUACIÓN

Instrucciones. Lee cuidadosamente la pregunta y sus opciones, selecciona y marca solo la opción correcta.

- 1. ¿De acuerdo con la estructura química del citoesqueleto, la biomolécula que lo conforma es?**
 - A) Lípidos.
 - B) Ácidos nucleicos.
 - C) Proteínas.
 - D) Carbohidratos.
- 2. Es una de las funciones del citoesqueleto:**
 - A) Catalizar reacciones.
 - B) Almacenar energía.
 - C) Receptor de información.
 - D) Proporcionar forma a la célula.
- 3. Componente del citoesqueleto que proporciona soporte a las estructuras y organelos celulares:**
 - A) Filamentos intermedios.
 - B) Microfilamentos.
 - C) Microtúbulos.
 - D) Kinesina.
- 4. ¿Qué proteína forma a los cilios y flagelos:**
 - A) Filamentos intermedios.
 - B) Microfilamentos.
 - C) Microtúbulos.
 - D) Kinesina.
- 5. ¿Qué significa la frase “matriz 9 + 2” en los cilios y flagelos:**
 - A) Organización de los cilios en la membrana celular.
 - B) Número de fragmentos en los que se dividen los cilios y flagelos.
 - C) Forma en que se organizan los lípidos presentes en los cilios y flagelos.
 - D) Forma en que se organizan las proteínas dentro de los cilios y los flagelos.

REFERENCIAS

- Audesirk, T. et. al. (2008) Biología ciencia y naturaleza. Biología. Ciencia y naturaleza. (2ª ed.) México Pearson Educación.
- Sadava, D., et.al. (2009) vida, la ciencia de la biología 8ª ed. Panamericana Argentina.
- Fletcher, DA y Mullins, RD (2010). La mecánica celular y el citoesqueleto. *Nature*, 463 (7280), 485492. <https://doi.org/10.1038/nature08908>
- Megías M, Molist P, Pombal MA. (2020). Atlas de histología vegetal y animal. La célula. Recuperado (13 de febrero de 2020) de: <http://mmegias.webs.uvigo.es/5-celulas/1-introduccion.php>

TEMA 2. ESTRUCTURA Y FUNCIÓN CELULAR

Transformación de energía.

Elaborado por: Rosalba Margarita Rodríguez Chanes

APRENDIZAJE. El alumno reconoce a la mitocondria y el cloroplasto como los principales organelos encargados de la transformación energética.

CONCEPTOS CLAVE. Adenosin trifosfato (ATP), fotosíntesis, cloroplasto, reacciones dependientes de la luz (fase luminosa), reacciones independientes de la luz (ciclo de Calvin), mitocondria, respiración celular (aerobia y anaerobia), glucólisis, ciclo de Krebs, cadena de transporte de electrones.

DESARROLLO DE CONTENIDOS

Los sistemas vivos obtienen y usan energía. Uno de los compuestos utilizados por las células para almacenar y liberar energía es el **adenosin trifosfato (ATP)**. **Figura 1.**

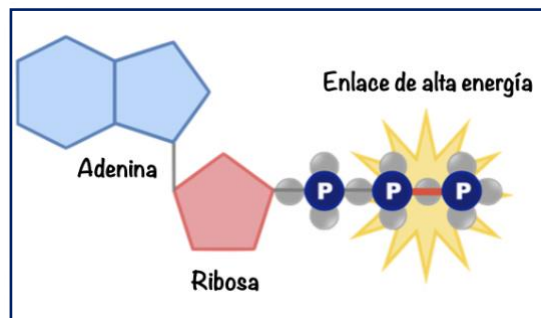


Figura 1. ATP nucleótido formado por una base nitrogenada adenina unida a la ribosa y a tres grupos fosfato. [Imagen] por R. Rodríguez (2021).

El ATP se forma a partir de la adición de un grupo fosfato a una molécula de **adenosin difosfato (ADP)** y libera energía cuando se desprende el último grupo fosfato al romperse con un molécula de agua. Cuando la célula tiene energía disponible, puede almacenarla agregando grupos fosfato a las moléculas de ADP, produciendo así ATP. El ATP puede liberar y almacenar energía al descomponer y volver a formar los enlaces entre los grupos fosfato. (**Figura 2**).

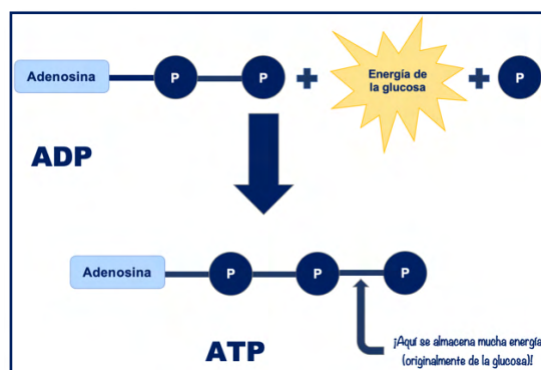


Figura 2. Síntesis de ATP. [Imagen] por R. Rodríguez (2021).

Los cambios de energía que ocurren durante las transformaciones de los diferentes metabolitos en las células ocurren en las mitocondrias, organelos celulares donde

se realiza la síntesis de ATP mediante la respiración. En las algas y en las plantas los cloroplastos, organelos de las células de las hojas, son el sitio donde ocurre la captura de la energía solar que conduce a la síntesis de azúcares a partir del dióxido de carbono y agua por medio de la fotosíntesis en presencia de oxígeno. En las bacterias fotosintéticas el proceso ocurre en la membrana celular y en ausencia de oxígeno. Las células producen ATP a partir de compuestos químicos llamados alimento. Los organismos que obtienen alimento mediante el consumo de otros seres vivos se denominan **heterótrofos**. Originalmente la energía en casi todas las moléculas de alimento proviene del sol. Las plantas, algas y algunas bacterias son capaces de usar la energía solar para producir alimento. Los organismos que hacen su propio alimento se llaman **autótrofos**.

FOTOSÍNTESIS. La vida en la Tierra depende de la capacidad de los autótrofos para capturar la energía solar y almacenarla en las moléculas que forman el alimento. El proceso mediante el cual los autótrofos usan la luz solar para producir carbohidratos ricos en energía que pueden usarse como alimento (azúcares y almidones) es la **fotosíntesis**. En el proceso de fotosíntesis, las plantas convierten la energía de la luz solar en energía química que se almacena en los enlaces de carbohidratos. Para que ocurra la fotosíntesis la energía luminosa del sol debe ser capturada. Los organismos fotosintéticos capturan la energía de la luz solar con **pigmentos**. El pigmento principal de las plantas es la **clorofila**.

En las plantas y otros eucariontes, la fotosíntesis ocurre dentro de los organelos llamados **cloroplastos**. Los cloroplastos contienen membranas fotosintéticas en forma de saco llamadas **tilacoides**. Los tilacoides están interconectados y organizados en pilas conocidas como grana. La clorofila se localiza en las membranas de los tilacoides. La porción líquida del cloroplasto se conoce como **estroma** (Figura 3).

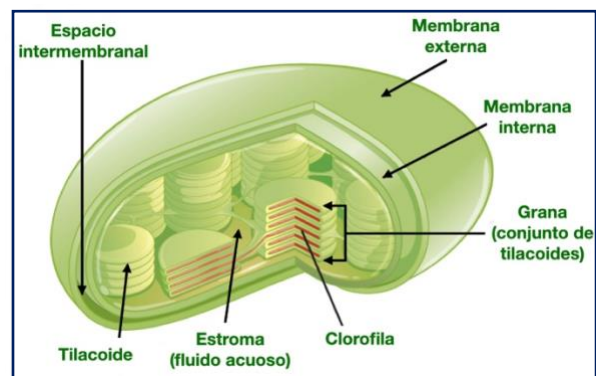


Figura 3. Estructura de un cloroplasto [Imagen] por [Wikimedia Commons](#). CC BY-SA 4.0

La fotosíntesis incluye fenómenos de captación de la luz, por medio de moléculas que funcionan como antenas que absorben la luz y que están formadas por la asociación de clorofilas y, fenómenos de óxido-reducción, en los que participan moléculas que pueden recibir y luego donar electrones. Estas moléculas se organizan como cadenas transportadoras y están formadas por diferentes compuestos que transfieren los electrones a través de los sistemas denominados como Fotosistema I y Fotosistema II.

La clorofila absorbe la luz, y cuando esto ocurre, una parte de esta energía luminosa se transfiere a los electrones de esta molécula. Al elevar los niveles de energía de estos electrones, la energía luminosa puede producir un suministro constante de electrones de alta energía, lo cual hace funcionar a la fotosíntesis. Los electrones de alta energía producidos por la clorofila son muy reactivos y requieren un **transportador de electrones** para llevar los electrones de alta energía de la clorofila a otras moléculas. El **fosfato de dinucleótido de nicotinamida adenina (NADP⁺)** acepta y conserva 2 electrones de alta energía, junto con un ion hidrógeno (H⁺). Esto convierte al NADP⁺ en NADPH. Esta conversión es una forma en que algo de la energía de la luz solar puede atraparse en forma química. El **NADPH** puede transportar electrones de alta energía producidos por la absorción de luz en la clorofila hacia reacciones químicas en otras partes de la célula. Estos transportadores de electrones de alta energía se usan para ayudar a construir una variedad de moléculas que la célula necesita, incluyendo carbohidratos como la glucosa.

La fotosíntesis usa la energía de la luz solar para convertir agua y dióxido de carbono (reactivos) en azúcares de alta energía y oxígeno (productos).

Las plantas usan los azúcares para producir carbohidratos complejos como almidones y proporcionar energía para la síntesis de otros compuestos, incluyendo proteínas y lípidos. La fotosíntesis generalmente produce azúcares de 6 carbonos (C₆H₁₂O₆) como producto final, la reacción general de la fotosíntesis es la siguiente:



Dióxido de carbono + Agua + luz → Azúcares + Oxígeno

La fotosíntesis incluye dos conjuntos de reacciones químicas:

Reacciones dependientes de la luz. Requieren la participación directa de la luz y de pigmentos que la absorban. Estas reacciones usan energía de la luz solar para producir compuestos ricos en energía como el ATP. Estas reacciones ocurren en las membranas de los tilacoides, del cloroplasto. Se requiere agua en estas reacciones como fuente de electrones e iones hidrógeno. El oxígeno se libera como un producto secundario.

Reacciones independientes de la luz (Ciclo de Calvin). Las plantas absorben dióxido de carbono de la atmósfera y completan el proceso de fotosíntesis produciendo azúcares que contienen carbono y otros carbohidratos. Durante estas reacciones, las moléculas de ATP y NADPH producidas en las reacciones dependientes de la luz se usan para producir azúcares de alta energía del dióxido de carbono. Como su nombre lo indica, no se requiere luz para dar energía a este tipo de reacciones. Estas reacciones tienen lugar en el estroma del cloroplasto.

Las reacciones dependientes de la luz usan la energía de la luz solar para producir oxígeno y convertir el ADP y el NADPH⁺ en los portadores de energía ATP y NADPH. Su función en la célula es proporcionar la energía necesaria para formar azúcares de alta energía a partir del dióxido de carbono de baja energía. Durante las reacciones independientes de la luz (ciclo de Calvin), el ATP y el NADPH de las reacciones dependientes de la luz se usan para producir azúcares de alta energía.

El ciclo de Calvin usa 6 moléculas de dióxido de carbono para producir una molécula de azúcar de 6 carbonos. La energía para las reacciones que hacen esto posible es suministrada por compuestos producidos en las reacciones dependientes de la luz. El ciclo de Calvin trabaja sin cesar, eliminando dióxido de carbono de la atmósfera y produciendo azúcares ricos en energía. La planta usa los azúcares para satisfacer sus necesidades de energía y para formar macromoléculas necesarias para el crecimiento y desarrollo, incluyendo lípidos, proteínas y carbohidratos complejos como la celulosa. Cuando otros organismos comen plantas, también pueden usar la energía y las materias primas almacenadas en estos compuestos. (**Figura 4**).

Resultados finales

Los dos conjuntos de reacciones fotosintéticas trabajan juntos; las reacciones dependientes de la luz atrapan la energía de la luz solar en forma química y las reacciones independientes de la luz usan esa energía química para producir azúcares de energía más alta estables a partir de dióxido de

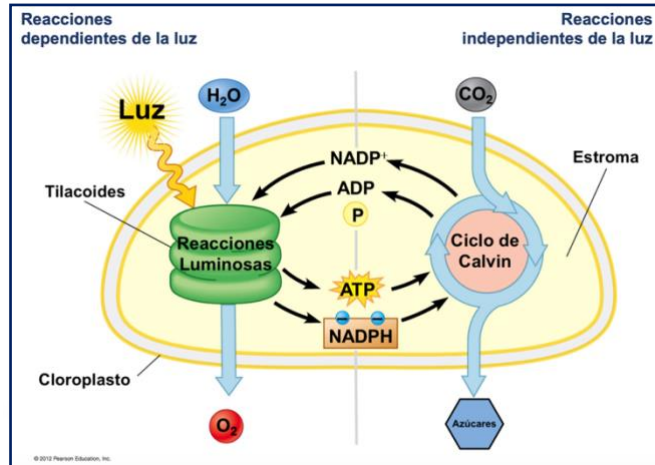


Figura 4. Fotosíntesis: Reacciones luminosas y Ciclo de Calvin. [Imagen] por Wikiversity . CC BY-SA 4.0

carbono y agua. En el proceso, los animales, incluyéndonos nosotros, obtenemos alimento suficiente y una atmósfera llena de oxígeno.

RESPIRACIÓN CELULAR. La energía captada y transformada por los organismos fotosintéticos se almacena en los enlaces químicos de las moléculas que los constituyen y al degradarlas es posible aprovechar la energía que se utilizó para su síntesis. Es por esta razón que el alimento es reservorio de energía. El alimento proporciona a los sistemas vivos los elementos químicos básicos que necesitan para crecer y reproducirse. Las moléculas de alimento contienen energía química que se libera cuando se rompen sus enlaces químicos. **Los organismos obtienen la energía que necesitan del alimento.** Las células pueden usar todo tipo de moléculas para alimentarse, incluyendo grasas, proteínas y carbohidratos.

Las transformaciones que sufren las sustancias en el organismo o en una célula constituyen el metabolismo que incluye dos etapas: el anabolismo y el catabolismo. En el **anabolismo** ocurren reacciones químicas de síntesis por deshidratación que utilizan energía para la formación de moléculas complejas a partir de la unión de moléculas sencillas, acumulándose la energía en los enlaces químicos; por ejemplo la síntesis de azúcares durante la fotosíntesis. En el **catabolismo** ocurren reacciones químicas de degradación por hidrólisis, liberándose la energía al romper los enlaces químicos de las moléculas complejas que son transformadas en moléculas sencillas, por ejemplo la degradación de azúcares durante la respiración.

Para aprovechar las sustancias contenidas en el alimento, las células deben degradarlas. Los procesos de degradación o catabólicos se presentan en tres niveles (**Figura 5**).

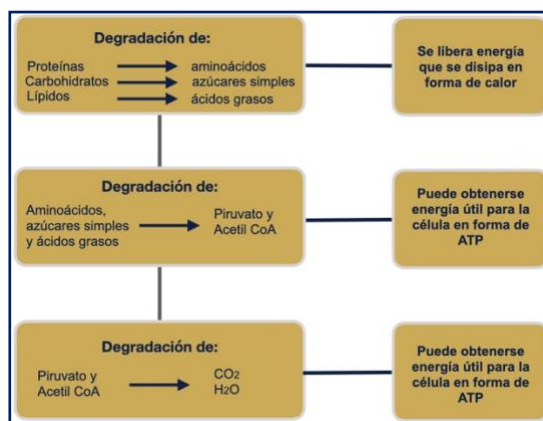


Figura 5. Niveles de los procesos de degradación o catabólicos [Imagen] por R. Rodríguez (2021).

La **oxidación** y la **fermentación** son los procesos utilizados por los diferentes tipos de células para obtener la energía del alimento, lo que requiere un gran número de pasos, catalizados por enzimas diferentes. La degradación de azúcares como el almidón o el glucógeno produce azúcares simples. El azúcar simple de mayor importancia biológica es la glucosa y parte de la energía contenida en sus enlaces puede transformarse en la de los enlaces del ATP. La degradación de la glucosa puede realizarse bajo dos condiciones, en presencia de oxígeno (respiración aerobia u oxidación) y en ausencia de oxígeno (respiración anaerobia o fermentación). En la fermentación una molécula de glucosa se transforma en dos moléculas de ácido láctico y produce 2 ATP, en el caso de las células musculares o en dos moléculas de etanol y dióxido de carbono en el caso de las levaduras. La oxidación de la glucosa produce 6 moléculas de dióxido de carbono, 6 moléculas de agua y 38 ATP; además se rompen un mayor número de enlaces y participa el oxígeno (**Figura 6**).

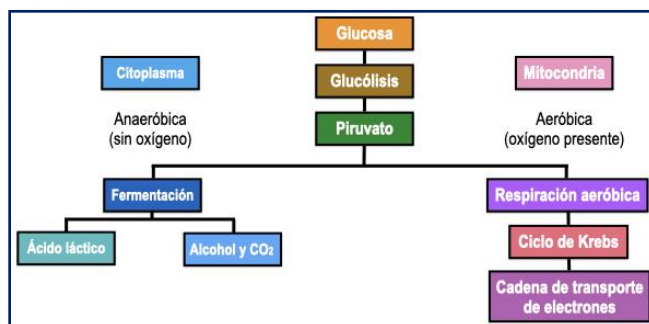


Figura 6. Degradación aerobia y anaerobia de la glucosa. [Imagen] por R. Rodríguez (2021).

Las células no sólo queman alimento y liberan energía como calor. Descomponen las moléculas de alimento de manera gradual, capturando un poco de energía química en los pasos clave. Así las células usan la energía almacenada en los enlaces químicos de alimentos como la glucosa para producir compuestos como el ATP que da energía directa a las actividades de la célula. Si hay oxígeno disponible,

los organismos pueden obtener energía de los alimentos por medio de un proceso llamado respiración celular. **La respiración celular es el proceso que libera energía del alimento en presencia de oxígeno.** Aunque la respiración celular involucra decenas de reacciones separadas, un resumen químico general del proceso es el siguiente:



Oxígeno + Glucosa → Dióxido de carbono + Agua + Energía

La respiración celular requiere de oxígeno y una molécula de alimento como la glucosa, y libera dióxido de carbono, agua y energía. Si la respiración celular se llevara a cabo en un solo paso, toda la energía de la glucosa se liberaría al mismo tiempo, y la mayor parte se perdería en forma de luz y calor. La célula tiene que liberar la energía química de las moléculas del alimento poco a poco. Las células necesitan encontrar la manera de capturar estos pequeños fragmentos de energía y usarlos para hacer ATP. La respiración celular captura la energía de los alimentos en tres etapas principales: la glicólisis, el ciclo de Krebs y la cadena de transporte de electrones. Aunque las células pueden usar casi cualquier molécula de alimento para obtener energía, se usará a la glucosa como ejemplo de azúcar simple. La glucosa entra primero en un proceso químico llamado glicólisis. Solo una cantidad pequeña de energía se captura para producir ATP durante esta etapa. Al final de la glicólisis, alrededor del 90% de la energía química que estaba disponible en la glucosa sigue sin usarse, encerrada en los enlaces químicos de una molécula llamada ácido pirúvico.

¿Cómo extrae la célula el resto de esa energía? Primero, el ácido pirúvico entra en la segunda etapa de la respiración celular, el ciclo de Krebs, donde se genera un poco más de energía. Sin embargo, la mayor parte de la energía proviene de la etapa final de la respiración celular, la cadena de transporte de electrones. Esta etapa requiere reactantes de las otras dos etapas del proceso. ¿Cómo extrae la cadena de transporte de electrones tanta energía de estos reactantes? Utiliza uno de los receptores de electrones más poderosos del mundo: el oxígeno. El oxígeno

se requiere al final de la cadena de transporte de electrones. Cada vez que aumenta la demanda de energía de una célula, también aumenta su uso de oxígeno.

La palabra *respiración* se usa como sinónimo de *inhalación*. Es por esto que se usa el término *respiración celular* para hacer referencia a las vías de liberación de energía dentro de la célula. El doble significado de respiración indica una conexión crucial entre las células y los organismos: la mayoría de las vías de liberación de energía dentro de las células requieren oxígeno, y está es la razón por la que necesitamos inhalar, para respirar.

Las vías de respiración celular que requieren oxígeno se conocen como **aeróbicas**. El ciclo de Krebs y la cadena de transporte de electrones son procesos aeróbicos. Aunque el ciclo de Krebs no requiere oxígeno en forma *directa*, está clasificado como un proceso aeróbico porque no puede trabajar sin la cadena de transporte de electrones que requiere oxígeno. La glicólisis no requiere oxígeno en forma directa, ni depende de un proceso que lo necesite para llevarse a cabo. Por lo tanto, la glicólisis es anaeróbica. Aún cuando la glicólisis es anaeróbica, se considera parte de la respiración celular porque sus productos finales son reactantes clave para las etapas aeróbicas.

Las **mitocondrias** son estructuras de la célula que convierten la energía química almacenada en los alimentos en energía utilizable para la célula (**Figura 7**). La glicólisis ocurre en el citoplasma de la célula, pero el ciclo de Krebs y la cadena de transporte de

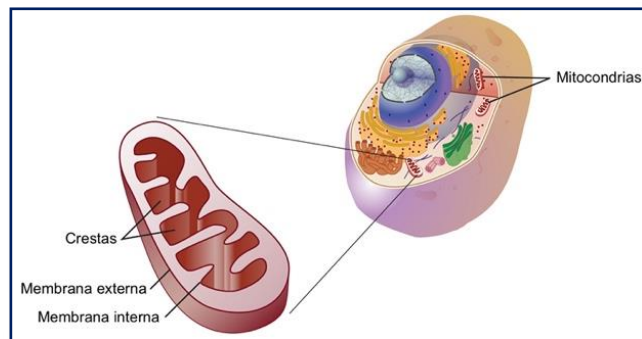


Figura 7. Mitocondria. [Imagen] por [NHGRI](#) (2023).

electrones, las cuales generan la mayor parte de ATP durante la respiración celular, se llevan a cabo dentro de la mitocondria (**Figura 8**). Si no hay oxígeno presente, otra vía anaeróbica conocida como fermentación, hace posible que la célula mantenga funcionando la glicólisis, generando ATP para dar energía a la actividad celular.

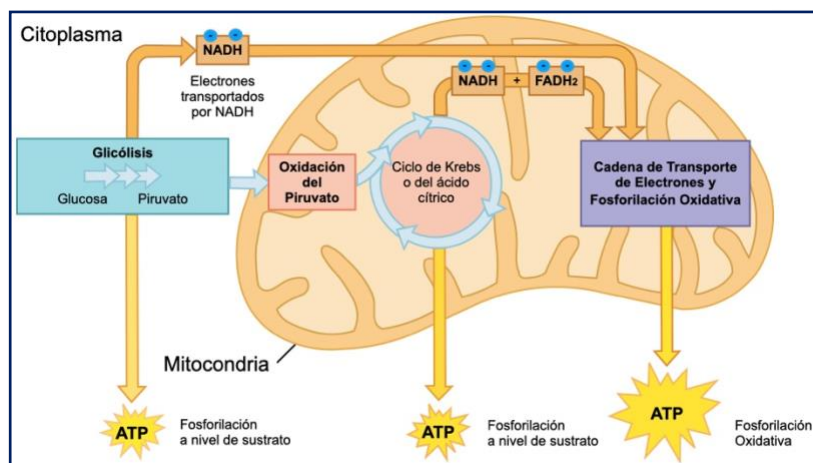


Figura 8. Etapas de la respiración celular. [Imagen] por Shutterstock
Editado por R. Rodríguez (2021).

FOTOSÍNTESIS Y RESPIRACIÓN. La fotosíntesis implica el uso de energía de la luz solar, el agua y el dióxido de carbono para producir glucosa y oxígeno. La respiración celular utiliza glucosa y oxígeno para producir dióxido de carbono y agua. La ecuación de la fotosíntesis es opuesta a la respiración celular. Los seres humanos, los animales y las plantas dependen del ciclo de la respiración celular y la fotosíntesis para sobrevivir. El oxígeno producido por las plantas durante la fotosíntesis es lo que los humanos y los animales inhalan para que la sangre la transporte a las células para la respiración. El dióxido de carbono producido durante la respiración se libera del cuerpo y es absorbido por las plantas para ayudar a proporcionar la energía que necesitan para su crecimiento y desarrollo. Este ciclo interminable sostiene la vida en la Tierra (Figura 9). El proceso de fotosíntesis es utilizado por plantas y otros organismos fotosintéticos para producir energía, mientras que el proceso de respiración celular descompone la energía para su uso.

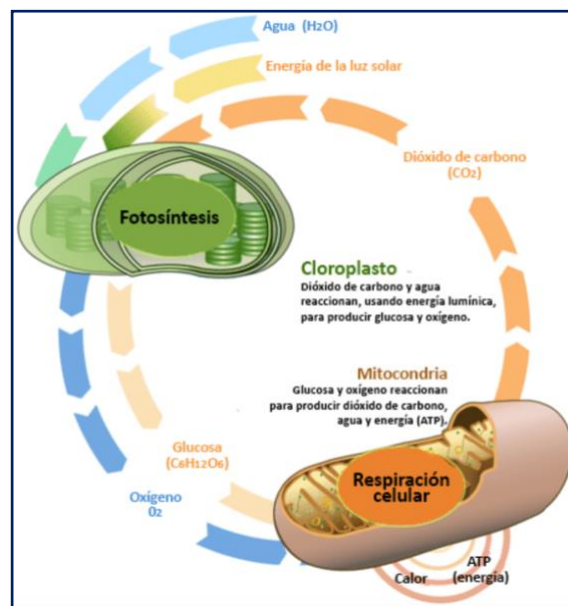


Figura 9. Fotosíntesis y respiración. [Imagen] por CK-12 Foundation. CC BY-NC 3.0

A pesar de las diferencias entre estos dos procesos, existen algunas similitudes. Por ejemplo, ambos procesos sintetizan y utilizan ATP, incluyen reacciones de óxido reducción, transportadores de electrones y una cadena de transporte de electrones.

El ciclo de fotosíntesis y respiración mantiene el equilibrio de oxígeno y dióxido de carbono. La fotosíntesis produce el oxígeno para reponer el oxígeno que utilizan los organismos vivos durante la respiración. El dióxido de carbono producido durante la respiración es uno de los reactivos que las plantas necesitan para realizar la fotosíntesis. La fotosíntesis y la respiración celular son parte de una relación mutuamente beneficiosa. La respiración celular no puede ocurrir sin la fotosíntesis y la fotosíntesis ciertamente no puede ocurrir sin la ayuda de la respiración celular.

ACTIVIDADES DE APRENDIZAJE

ACTIVIDAD 22

Instrucciones: Completa la tabla sobre las diferencias entre la fotosíntesis y la respiración celular.

	Fotosíntesis	Respiración celular
¿En qué organismos ocurre?		
¿Cuál es su función?		
Reactivos requeridos		
Proceso metabólico involucrado, ¿en qué consiste?		
¿Dónde ocurre?		
Fuente de energía utilizada		
Transportadores de electrones		
Descripción de fases o etapas		
Productos generados		
Ecuación		

ACTIVIDAD 23

Instrucciones: En la siguiente tabla coloca una (✓) para diferenciar la fotosíntesis de la respiración celular.

	Fotosíntesis	Respiración celular
1. Usa dióxido de carbono		
2. Usa oxígeno		
3. Usa energía de la luz		
4. Usa glucosa		
5. Elimina oxígeno de la atmósfera		
6. Adiciona dióxido de carbono a la atmósfera		
7. Elimina dióxido de carbono de la atmósfera		
8. Adiciona oxígeno a la atmósfera		
9. Produce glucosa		
10. Usa alimentos		
11. Produce dióxido de carbono		
12. Produce energía en forma de ATP		
13. Ocurre en las plantas		
14. Produce alimentos		
15. Ocurre en los cloroplastos		
16. Ocurre en animales y plantas		
17. Libera energía para actividades vitales		
18. Ocurre en la mitocondrias		
19. Produce oxígeno		
20. Almacena energía en la glucosa		

ACTIVIDADES DE AUTOEVALUACIÓN

Instrucciones. Lee cuidadosamente la pregunta y sus opciones, selecciona y marca solo la opción correcta.

- 1. Moléculas que son degradadas por las células para liberar energía.**
 - A) ADP y glucosa.
 - B) ATP y glucosa.
 - C) ATP y dióxido de carbono.
 - D) ADP y dióxido de carbono.
- 2. La fotosíntesis puede ser descrita como un proceso que utiliza**
 - A) dióxido de carbono y agua, en presencia de luz solar, para producir alimentos (glucosa) y oxígeno.
 - B) glucosa y oxígeno que produce energía para la célula (ATP), liberando dióxido de carbono y agua.
 - C) glucosa y oxígeno, en presencia de luz solar, para producir ATP.
 - D) dióxido de carbono y agua, en presencia de luz solar, para producir ATP y oxígeno.
- 3. Reactivos requeridos para la respiración celular.**
 - A) Glucosa y ATP.
 - B) Oxígeno y glucosa.
 - C) Dióxido de carbono y ATP.
 - D) Dióxido de carbono y oxígeno.
- 4. Secuencia correcta de las etapas de la respiración celular.**
 - A) Glucólisis - ciclo de Calvin - transporte de electrones
 - B) Reacciones luminosas - glucólisis - ciclo de Krebs
 - C) Glucólisis - ciclo de Krebs - transporte de electrones
 - D) Transporte de electrones - glucólisis - ciclo de Krebs
- 5. Enunciado que describe correctamente una similitud entre la fotosíntesis y la respiración celular.**
 - A) Ocurren en células animales y vegetales.
 - B) Incluyen reacciones que transforman energía.
 - C) Convierten la energía de la luz en energía química.
 - D) Sintetizan moléculas orgánicas como productos finales.

REFERENCIAS

CK-12 Foundation (2021). *Fotosíntesis y respiración* [Imagen]. CK-12 Foundation.

<https://flexbooks.ck12.org/cbook/ck-12-conceptos-de-ciencias-de-la-vida-grados-6-8-en-espanol/section/2.15/primary/lesson/la-conexión-entre-respiración-celular-y-fotosíntesis/>

Miller, Keneth R. y Levine, Joseph S., *et al.* (2017). *Biología IV. Quinto año de preparatoria*. Primera edición. Pearson Educación de México.

National Human Genome Research Institute (2023). *Mitocondria* [Imagen]. NHGR.

<https://www.genome.gov/genetics-glossary/Mitochondria>

Reece, J. B., Taylor, M. R., Simon, E. J., & Dickey, J. L. (2012). *Campbell biology: concepts & connections*. San Francisco, CA: Benjamin Cummings. Taylor, M.

Rodríguez, R. (2021). *ATP* [Imagen]. Rodríguez R.

_____ (2021). *Degradación de la glucosa* [Imagen]. Rodríguez R.

_____ (2021). *Etapas de la respiración celular* [Imagen]. Rodríguez R.

_____ (2021). *Niveles de procesos catabólicos* [Imagen]. Rodríguez R.

_____ (2021). *Síntesis de ATP* [Imagen]. Rodríguez R.

Shutterstock (2023). *Etapas de la respiración celular* [Vector]. Shutterstock. Editado

por R. Rodríguez (2021). <https://www.shutterstock.com/es/image-vector/cellular-respiration-endoplasmic-chloroplast-vector-2266365629>

Wikimedia Commons (2022). *Estructura de un cloroplasto* [Imagen]. Wikimedia

Commons.

[https://commons.wikimedia.org/w/index.php?title=File:Features of a chloroplast \(unannotated\).jpg&oldid=504789776](https://commons.wikimedia.org/w/index.php?title=File:Features of a chloroplast (unannotated).jpg&oldid=504789776)

Wikiversity (2018). *Fotosíntesis: Reacciones luminosas y Ciclo de Calvin*.

[Imagen]. Pearson Education, Inc.

[https://en.wikiversity.org/wiki/File:The light reactions and the Calvin Cycle.png](https://en.wikiversity.org/wiki/File:The_light_reactions_and_the_Calvin_Cycle.png)

TEMA 2. ESTRUCTURA Y FUNCIÓN CELULAR

Flujo de la información genética.

Elaborado por: Leticia Ríos Quiroz

APRENDIZAJE. El alumno relaciona el tránsito de moléculas con el sistema de endomembranas a partir de la información genética contenida en la célula.

CONCEPTOS CLAVE. DNA, RNA, transcripción, traducción, membrana, proteínas, aminoácidos.

DESARROLLO DE CONTENIDOS

“La ruta del código genético, del DNA a las proteínas”

¡No comprendo cómo es que las moléculas como las proteínas logran viajar por el sistema de membranas de la célula y mucho menos si se considera que este flujo es a partir de la información genética!

Recuerda que: Los ácidos nucleicos, DNA y RNA, se localizan en el núcleo de las células eucariotas; el DNA contiene la información genética en un código de tripletes de bases nitrogenadas A, T, C, G. El DNA No puede salir del núcleo celular, pero la información que porta es muy importante ya que se utiliza para la síntesis de proteínas.

Entonces ¿las proteínas se fabrican en el núcleo de la célula? No, la síntesis de proteínas se realiza en los ribosomas, que pueden encontrarse libres en el citoplasma o adheridos al retículo endoplásmico rugoso.

¿Cómo le hace el DNA para que su información llegue al citoplasma? Es aquí donde el RNA participa, él es capaz de salir del núcleo y trasladar el código.

¿Cómo lo hace si la información genética la contiene el DNA? Por medio de un proceso llamado “transcripción” que consiste en copiar el código genético en el lenguaje del RNA, ya que es éste quien la realiza y así se forma el RNAm.

Pero, ¿De qué lenguaje hablas? Recuerda que el DNA presenta las bases nitrogenadas CGTA, este es su lenguaje; mientras que el del RNA es CGUA, al momento de copiar cambia la base respectiva, uracilo por timina. Para que se

efectuó el proceso se requiere que la doble cadena helicoidal de la molécula del DNA se abra lo cual se logra con la participación de la enzima RNA polimerasa.

El proceso de transcripción se divide en tres etapas: La primera es la **iniciación** que se refiere al reconocimiento de un punto de *comienzo* de un gen activo a cargo de la RNA polimerasa y la puesta en marcha del proceso de formación de enlaces; la segunda es la **elongación** consiste en el crecimiento del RNA que se sintetiza y la tercera es la **terminación** en donde es liberada la cadena nueva de RNA. En la

iniciación se da el reconocimiento de la secuencia de un promotor en el molde de DNA; los promotores se encuentran a corta distancia del lado 5', del nucleótido donde empieza la transcripción. La RNA polimerasa sintetiza RNA en dirección 5' a 3' a partir de un molde de DNA (Figura 1).

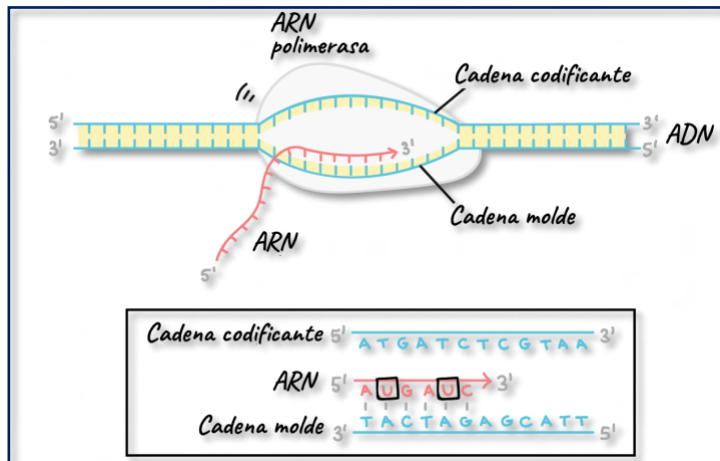


Figura 1. Transcripción del DNA y la síntesis de la molécula de RNAm utilizando una cadena molde de la doble hélice y con la enzima RNA polimerasa. Tomada de: <https://bit.ly/3tfV8cS>

Bien, ahora ya se tiene la información genética fuera del núcleo pero, ¿de qué manera se convierte en proteínas?

Parece que no estás entendiendo, para empezar la información genética no se convierte, es un código y como tal debe ser traducido en aminoácidos. Por lo que a la transcripción le sigue la traducción. Veremos ahora:

Traducción. En este proceso participan las tres moléculas de RNA: RNAr (ribosomal) que se localiza en los ribosomas, es decir, constituye la unidad mayor y la unidad menor del ribosoma junto con algunas proteínas, el RNAt (de transferencia) que se encarga de trasladar a los aminoácidos respectivos hacia el ribosoma donde se encuentra el RNAm, el RNAt posee en su estructura una secuencia de tres bases, el anticodón, complementaria a los codones, cada

aminoácido se une a un RNAt específico, que será el que porte el anticodón correspondiente y RNAm que es quien porta la información genética en tripletes llamados codones. Las moléculas de RNAt sirven como intérpretes en la traducción del código genético que porta el RNAm.

La traducción se lleva a cabo en tres etapas:

1. Iniciación: La subunidad pequeña del ribosoma se une al RNAm y este se desplaza hasta llegar al codón AUG que codifica el inicio de la proteína, se une el RNAt-metionina, la unión se da entre el codón del RNAm y el anticodón del RNAt que traslada el aminoácido y por último se une la subunidad mayor a la subunidad menor completando el ribosoma (**Figura 2**).

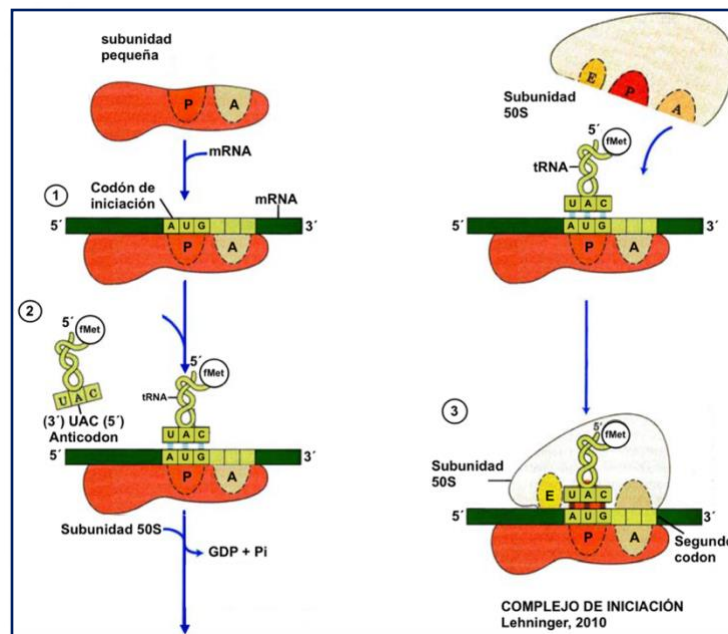


Figura 2. Muestra como da inicio la síntesis de proteínas una vez que el RNAm se coloca sobre la unidad menor, seguido del RNAt y finalmente la unión de la unidad mayor.

2. Elongación: Ocurre cuando llega el segundo RNAt trasladando el segundo aminoácido ($ARNt_2-aa_2$) se coloca en el codón correspondiente y complementario al anticodón que porta, se une a la región (A) Aminoacil del ribosoma; mientras que el RNAt-metionina está ubicado en la región (P). Posteriormente, se forma el enlace peptídico y la metionina queda unida al segundo aminoácido (aa_2), el ribosoma se desplaza como el carro de una máquina de escribir quedando el

RNA_{t1}-met en el sitio E del ribosoma, donde descarga y una vez libre se retira; mientras en el sitio P ha quedado el (ARN_{t2}-aa₂); la región A queda libre para recibir a (ARN_{t3}-aa₃). De esta manera se siguen agregando más aminoácidos a la cadena peptídica (**Figura 3**).

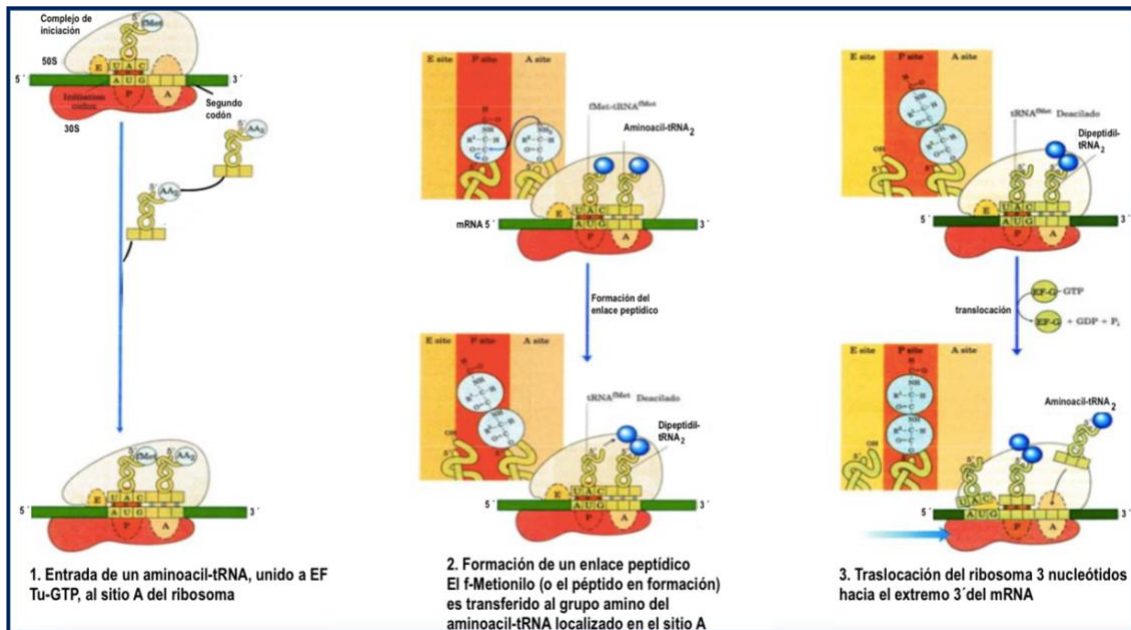


Figura 3. La elongación inicia en el momento en que llega el RNA_{t2} al sitio A. se forma el enlace con el aminoácido 1 y el RNA se libera para que se recorra el RNA₂ al sitio P y llegue el RNA_{t3} al sitio P vacante. Tomado de: Lehninger, 2010

- 3. Terminación:** Cuando el ribosoma llega al codón de finalización, uno de los tres codones sin sentido UAA, UGA y UAG, la proteína se libera y las subunidades del ribosoma se separan dejando libre la molécula de RNAm. (**Figura 4**).

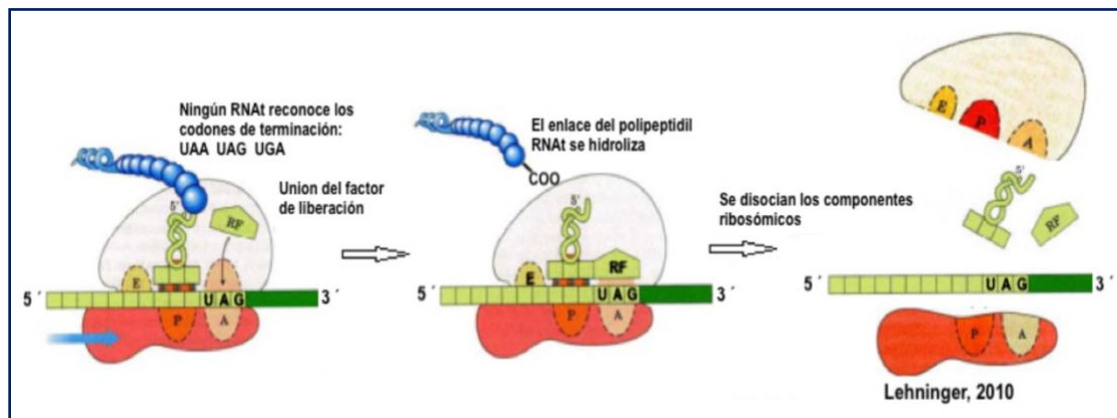


Figura 4. Representa el final de la síntesis de proteínas en el momento en que el ribosoma encuentra un triplete sin sentido. Tomado de: Lehninger, 2010.

Me doy cuenta que el proceso es muy complejo y muy rápido ya que ocurre en cuestión de segundos y que además requiere energía que la proporciona el GTP; pero, ¿qué sucede después, hacia dónde se dirigen las proteínas recién sintetizadas?

Las señales que dirigen el movimiento de una proteína a través del sistema, están contenidas en la secuencia de aminoácidos de cada proteína. El viaje comienza con la síntesis de una proteína en un ribosoma en el citosol y termina cuando llega al destino final, pero en cada estación intermedia, se toma una decisión sobre si la proteína se va a retener en ese compartimento o se debe transportar más.

Pero, ¿Cómo es que las proteínas llegan a los lugares correctos?

Las proteínas tienen etiquetas moleculares (secuencias de aminoácidos) que las dirigen a lugares específicos. Durante la fabricación de la proteína se van revisando sus señales moleculares que indican si debe ser redirigida a una vía o ubicación particular (**Figura 5**).

Las proteínas que tienen una secuencia de aminoácidos llamada péptido señal que se muestra poco después de iniciada la traducción, indica que las proteínas se transportan al RE durante el resto de la traducción, en general estas proteínas son destinadas a organelos del sistema de endomembranas como el RE, el aparato de Golgi o los lisosomas, o se dirigirán al exterior de la célula.

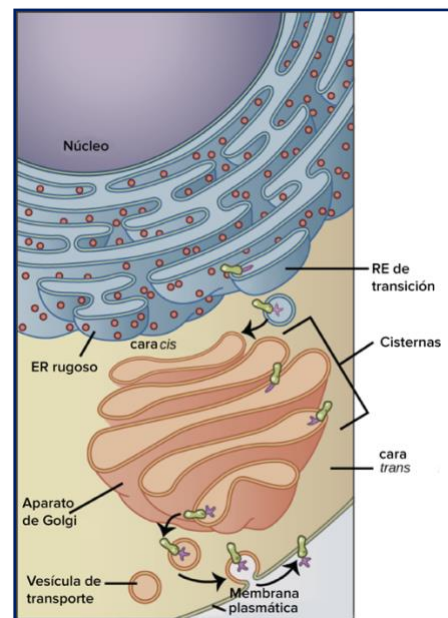


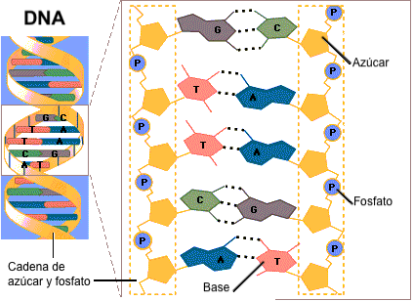
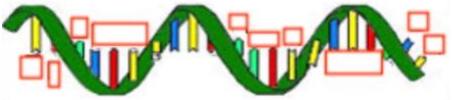
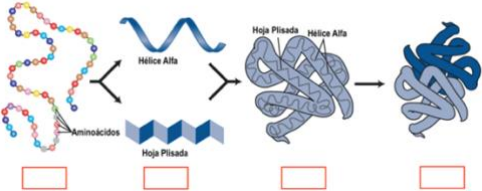

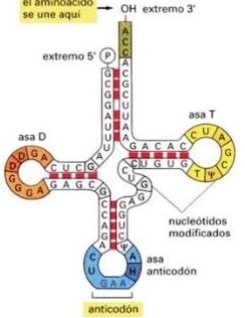
Figura 5. Muestra el tránsito de las proteínas sintetizadas en ribosomas del RE, pasando por RE de transición, aparato de Golgi y su secreción al exterior de la célula. Tomada de: <https://bit.ly/3oJVy80>

Mientras que, las proteínas permanecerán en el citosol durante toda la traducción si no presentan la péptido señal; pero puede que tengan señal para enviarse a mitocondria, cloroplasto, peroxisoma o el núcleo después de terminada la traducción.

ACTIVIDADES DE APRENDIZAJE

ACTIVIDAD 24

Instrucciones: Moléculas que participan en el flujo de información. Escribe el nombre de la estructura, llena los espacios marcados y describe brevemente su estructura, función y localización.

 <p>Tomada de: https://bit.ly/3tvm2O4</p>	<p>Estructura: Función: Localización:</p>
 <p>Tomada de: https://bit.ly/3rgB2xs</p>	<p>Estructura: Función: Localización:</p>
 <p>Tomada de: https://bit.ly/3jmz8IR</p>	<p>Estructura: Función: Localización:</p>
 <p>Tomada de: http://bitly.ws/RpBo</p>	<p>Estructura: Función: Localización:</p>
 <p>Tomada de: Pinterest</p>	<p>Estructura: Función: Localización:</p>

ACTIVIDAD 25

Instrucciones: Organelos involucrados en el flujo de información. Escribe el nombre del organelo y su función.

Organelo	Función

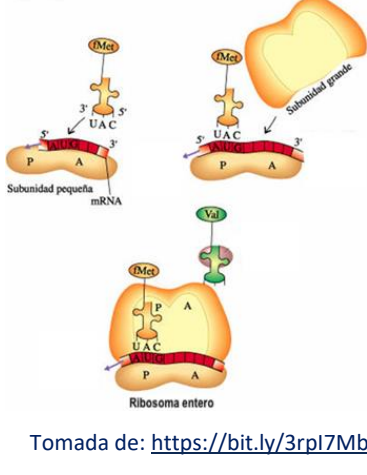
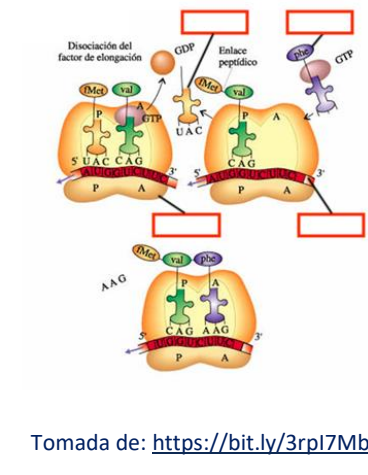
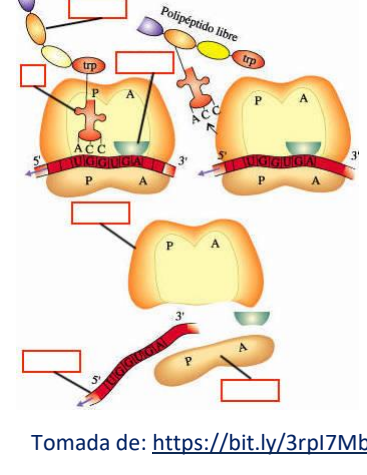
ACTIVIDAD 26

Instrucciones: Las palabras clave. Anota el significado de los siguientes términos.

Síntesis:	Aminoácido:
Anabolismo:	Código genético:
Transcripción:	Gen:
Traducción:	Proteína:
Replicación:	Codón:

ACTIVIDAD 27

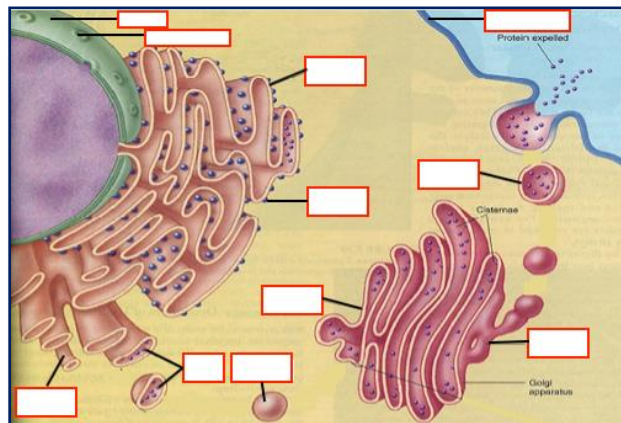
Instrucciones. Proceso de Traducción. Anota las partes de cada imagen de acuerdo a la etapa y describe brevemente.

Iniciación	Elongación	Terminación
 <p>Tomada de: https://bit.ly/3rpl7Mb</p>	 <p>Tomada de: https://bit.ly/3rpl7Mb</p>	 <p>Tomada de: https://bit.ly/3rpl7Mb</p>
<p>Descripción</p>	<p>Descripción</p>	<p>Descripción</p>

ACTIVIDAD 28

Instrucciones. El tránsito de las moléculas en las células. Completa la imagen.

a) Escribe en el rectángulo el nombre correcto de la estructura señalada, utiliza el banco de palabras y b) Señala con flechas el camino por donde transitan las moléculas.



Tomada de: <https://bit.ly/3o5YT9>

ACTIVIDADES DE AUTOEVALUACIÓN

Instrucciones. Lee cuidadosamente la pregunta y sus opciones, selecciona y marca solo la opción correcta.

- 1. En este organelo se efectúa la síntesis de proteínas.**
 - A) Ribosoma.
 - B) Lisosoma.
 - C) Cloroplasto.
 - D) Aparato de Golgi.
- 2. Molécula que contiene los tripletes de bases nitrogenadas llamadas codones.**
 - A) RNAt.
 - B) DNA.
 - C) RNAm.
 - D) Proteína.
- 3. Traslada los aminoácidos hacia el ARNm durante la síntesis de proteínas.**
 - A) RNAt.
 - B) GTP.
 - C) ATP.
 - D) Ribosoma.
- 4. Las proteínas que tienen una secuencia de aminoácidos llamado péptido señal son destinadas a organelos como:**
 - A) Retículo endoplásmico rugoso.
 - B) Citoplasma.
 - C) Mitocondrias.
 - D) Núcleo.
- 5. Las señales que dirigen el movimiento de una proteína a través del sistema de endomembranas, están contenidas en la secuencia de:**
 - A) Exones.
 - B) Aminoácidos.
 - C) Ribosomas.
 - D) Genes.

REFERENCIAS

Alberts, B., Johnson, A., et al. (2004). *Biología molecular de la célula*. Barcelona: Ediciones Omega.

Campbell, N., Reece, J. (2007). *Biología*. Madrid: Medica Panamericana.

De Robertis H. (2007). *Fundamentos de Biología Celular y Molecular*. México: El Ateneo.

Karp, G. (2009). *Biología Celular y Molecular. Conceptos y experimentos*. México: McGraw-Hill.

Lehninger, A. L. *Principios de Bioquímica*. (2010). Barcelona: Omega.

TEMA 3. CONTINUIDAD DE LA CÉLULA

Ciclo celular: mitosis.

Elaborado por: Irma Patricia Olivares Jiménez

APRENDIZAJE. El alumno identifica a la mitosis como parte del ciclo celular y como proceso de división celular.

CONCEPTOS CLAVE. Replicación, mitosis, centriolos, cromatina, cromátidas hermanas, centrómero, cinetocoro, huso acromático, citocinesis, interfase, check point.

DESARROLLO DE CONTENIDOS

Instrucciones: Revisa cuidadosamente la siguiente lectura y subraya las ideas principales para posteriormente elaborar un cuadro sinóptico en el que resuman los dos procesos.

CICLO CELULAR

En 1855, Rudolf Virchow, un fisiólogo alemán, concluyó "*omnis cellula e cellula*", lo que significa que todas las células surgen de células preexistentes y se convirtió en la tercera parte de la teoría celular moderna. En organismos eucariotas unicelulares, los nuevos organismos se pueden reproducir por mitosis ya que este proceso origina células nuevas e idénticas. En el desarrollo de organismos multicelulares, innumerables divisiones celulares transforman una sola célula fundadora en las diversas comunidades de células que forman los tejidos y órganos. En el organismo adulto, la división celular proporciona las células que reemplazan a las que mueren por causas naturales o se pierden por el daño ambiental.

Para comprender de forma sencilla al ciclo celular es dividido en fases: GAP 1 (G1), síntesis (S), GAP 2 (G2) y mitosis (M) (**Figura 1**). **Fase G1**, llamada primera fase de crecimiento, inicia con una célula que proviene de una división previa. En esta fase la célula crece y produce todas las proteínas necesarias para la síntesis del DNA. La célula aumenta de tamaño y se sintetiza nuevo material citoplásmico,

sobre todo proteínas y RNA. **Fase S** o *de síntesis*, es la fase en la cual se duplica por entero el material hereditario; el cromosoma pasa de tener una cromátida a tener dos, cada una de ellas estará compuesta por una doble hélice de DNA producto de la duplicación de la original.

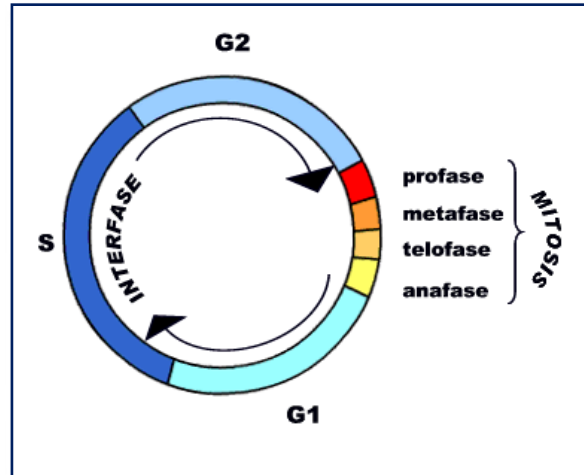


Figura 1. Ciclo celular, es una serie de pasos que llevan al material genético y celular a duplicarse para hacer dos copias. Tomada de: <http://bitly.ws/RpD5>

Ya que la replicación del DNA es semiconservativa, las dos dobles hélices hijas serán genéticamente iguales.

Fase G2, segunda fase de crecimiento se sigue sintetizando RNA y proteínas, se incrementan las proteínas citoplasmáticas y organelos, por lo que la célula termina de crecer. Al final de esta etapa se presentan cambios visibles en la estructura celular que nos indican el principio de la mitosis o división nuclear. Al periodo de tiempo que transcurre entre dos mitosis, y que comprende los periodos G1, S y G2, se le denomina interfase.

Existe una quinta fase llamada **Fase G0** (**Figura 2**), recibe este nombre porque queda fuera del ciclo. En esta fase la célula está "quiescente", es decir, está viva llevando a cabo procesos de metabolismo, pero no está en división, por lo que se encuentra fuera del ciclo celular. Las células de los mamíferos proliferan

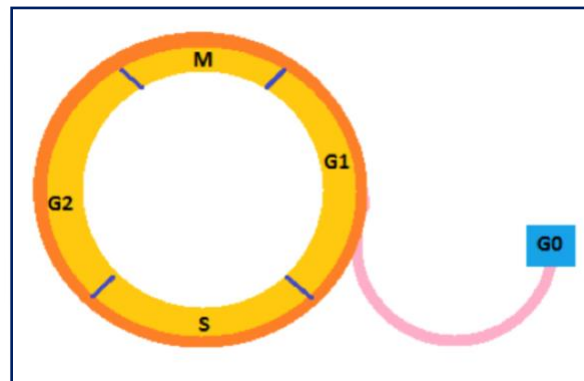


Figura 2. Fase G0 o de reposo, se encuentra fuera del ciclo celular.

solo cuando son estimuladas para hacerlo a través de señales intracelulares (factores de transcripción) y extracelulares (factores de crecimiento, hormonas o mitógenos). Si se priva de tales señales, el ciclo celular se detendrá en un punto de control G1 y la célula entrará en el estado G0. La célula puede permanecer en G0 por días, semanas, o incluso años antes de que se divida otra vez. Al recibir

nuevamente señales, sobre todo extracelulares, se estimula a salir de G0 y entra a G1 para iniciar un nuevo ciclo de división. Cuando la célula regresa a G1 continuará las fases sucesivas del ciclo celular [1].

Fase M o *mitosis*, generalmente se compone de dos eventos principales (división nuclear) mitosis y división celular (citocinesis) y para su estudio se divide en cuatro fases: profase, metafase, anafase y telofase, al final citocinesis. (**Figura 3**).

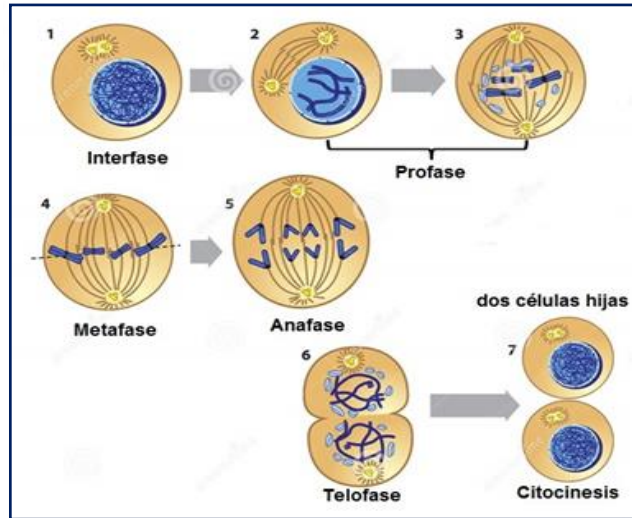


Figura 3. Fase de la mitosis y citocinesis. Inicia con una célula madre en interfase y produce dos células hijas, iguales entre sí. Tomada de: <http://bitly.ws/PRZv>

1) En **profase** ocurre la ruptura de la membrana nuclear, se condensa la cromatina para formar los cromosomas (compuestos de dos

cromátidas hermanas unidas por el centrómero), se forma el huso mitótico o acromático, al que se anclan los cromosomas, mediante los cinetocoros, en células animales las fibras del huso están unidas a los centriolos que se localizan en los polos de la célula. 2) En **metafase**, los cromosomas se organizan en el plano ecuatorial de la célula mediante el huso mitótico. 3) En **anafase** las cromátidas hermanas se separan y migran hacia los polos opuestos de la célula, acarreados por las fibras del huso acromático. 4) En **telofase**, dos nuevas envolturas nucleares rodean a cada juego de los cromosomas separados, éstos se descondensan y expanden en el nuevo núcleo.

Finalmente, en células animales se generan dos células hijas mediante un estrangulamiento de la célula, en un proceso llamado citocinesis [2]. En células vegetales, se forma una placa en la parte media de la célula, originando dos células hijas unidas por una pared celular (**Figura 4**).

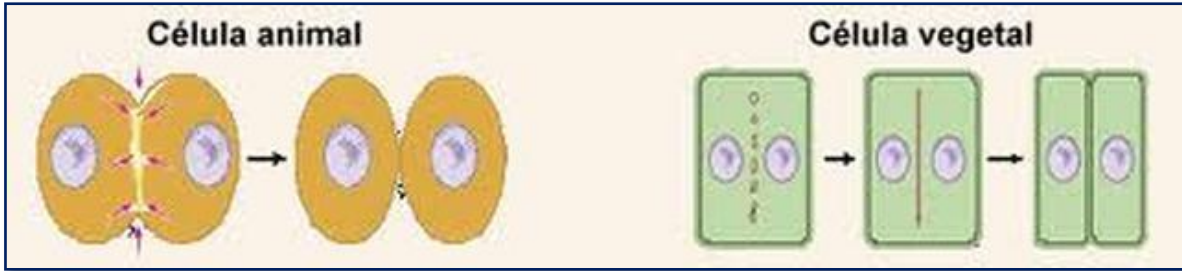


Figura 4. Citocinesis, en célula animal se forma el surco de estrangulamiento, ahorrándose en el centro. En célula vegetal, se forma la placa celular, dividiendo a la célula en dos. Tomada de: <http://bitly.ws/RpGe>

A lo largo del ciclo celular existen diversos puntos de control llamados “check point”, (**Figura 5**) que funcionan como un sitio de revisión de las condiciones internas y externas de la célula. El primer punto se presenta al final de G1, donde se revisan tres situaciones: 1) las condiciones del medio, buscando factores externos que induzcan el progreso del ciclo celular, 2) que la célula haya crecido lo suficiente y 3) que el material genético esté intacto. El segundo punto está en G2, donde la célula se asegura que la replicación de DNA ha sido correcta, activándose la reparación de ser necesario, para poder continuar con la mitosis. El tercer punto se encuentra en mitosis, entre metafase y anafase, aquí se verifica que todos los cromosomas estén unidos correctamente a los microtúbulos del huso mitótico y alineados en el plano ecuatorial de la célula, para que se pueda llevar a cabo la separación de las cromátidas hermanas y la formación de dos células genéticamente idénticas [3].

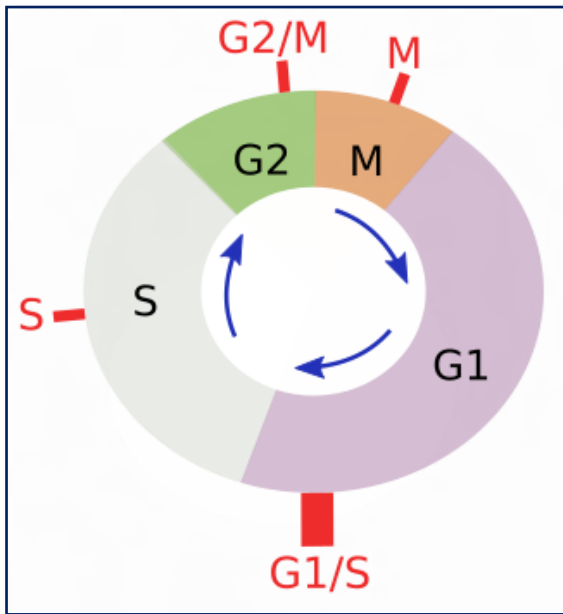
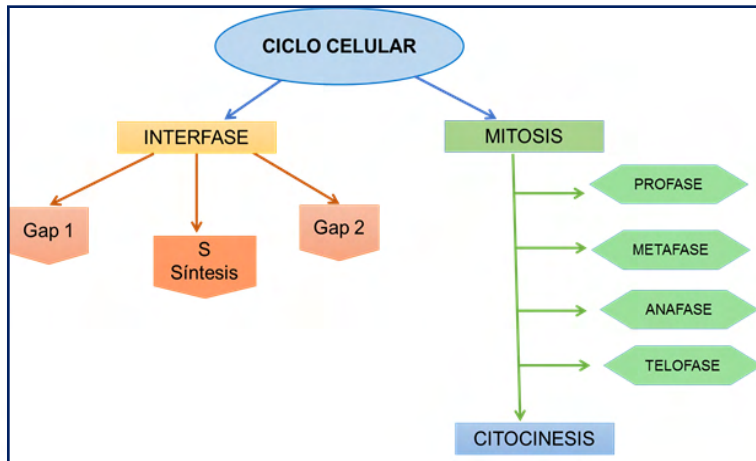


Figura 5. Check Point o puntos de revisión. En letras rojas se indican los cuatro puntos donde se revisa que las condiciones dentro y fuera de la célula sean adecuadas para continuar con el ciclo. Tomada de: <http://bitly.ws/RpHg>

Mapa conceptual para Ciclo Celular y Mitosis



ACTIVIDADES DE APRENDIZAJE

ACTIVIDAD 29

Instrucciones: Explica brevemente qué sucede en cada fase del ciclo celular.

M	<p>Tomada de: Wikimedia Commons</p>
Citocinesis	
G1	
S	
G2	
G0	

ACTIVIDAD 30

Instrucciones: Completa el cuadro, como se muestra en el ejemplo, considera que este ciclo representa una célula humana.

Fase	No. de cromosomas	De acuerdo con el número de cromosomas presentes, el tipo de célula.
G1		
S		
G2		
Inicio de M		
Final de M		

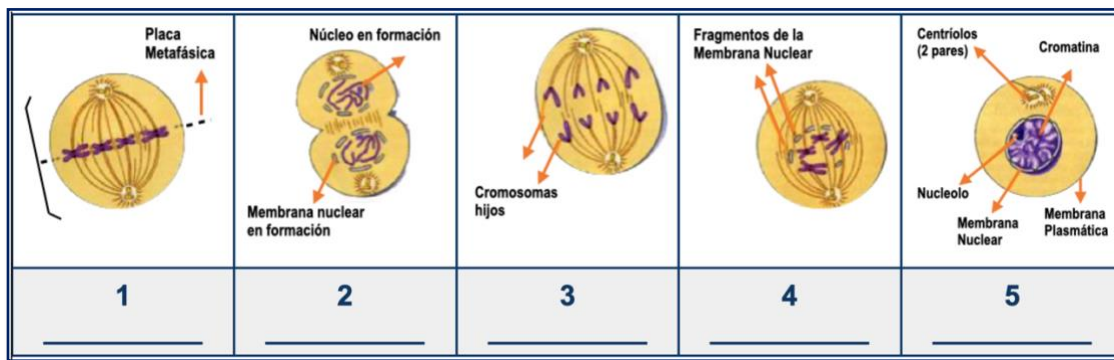
ACTIVIDAD 31

Instrucciones. Resuelve las preguntas.

1. Explica ¿para qué sirven los check point y dónde se encuentran?
2. ¿Qué son los centriolos y cuál es su función en el proceso de mitosis?
3. ¿Cómo se lleva a cabo la citocinesis en células vegetales y animales?

ACTIVIDAD 32

Instrucciones: Ordena las fases de la mitosis y escribe su nombre bajo la imagen. Después describe brevemente lo que sucede.



Tomado de: <http://bitly/38nhtur>

AUTOEVALUACIÓN DEL APRENDIZAJE

Instrucciones. Lee cuidadosamente la pregunta y sus opciones, selecciona y marca solo la opción correcta.

1. La citocinesis en células vegetales se realiza mediante:

- A) La invaginación de la membrana.
- B) La formación de una placa en la mitad de la célula.
- C) Estrangulamiento de la membrana celular.
- D) Mediante la formación de dos células hijas.

2. En la fase G1 del ciclo celular, la célula:

- A) Duplica su material genético.
- B) Se prepara para iniciar su división.
- C) Se prepara para entrar en reposo.
- D) Duplica sus organelos y crece en tamaño.

3. Si una célula humana tiene 46 cromosomas, ¿Cuántas cromátidas tendrá cada una de las dos células hijas en la metafase?

- A) 23
- B) 46
- C) 92
- D) el doble de la madre

4. ¿De los siguientes procesos en cuál es importante la mitosis?

- A) Reproducción de organismos multicelulares.
- B) Cicatrización de heridas.
- C) Producción de gametos.
- D) Fecundación.

5. La duplicación del ADN tiene lugar:

- A) después de la división celular
- B) sólo se duplica para la formación de los gametos
- C) antes de la división celular
- D) en la metafase de la mitosis

REFERENCIAS

- Garza Aguilar, SM; Sánchez Camargo, VA; Godínez Palma, SK y Lara Núñez, A. Avances recientes en el estudio del ciclo celular en plantas. REB 32(2): 39-47, 2014. En: <http://www.scielo.org.mx/pdf/reb/v33n2/v33n2a2.pdf>
- Rodríguez, FL; Hernández, BE; Reyes, E JA. El ciclo celular: características, regulación e importancia en el cáncer. Biotecnología Aplicada 2004,21:60-69. En: <https://elfosscientiae.cigb.edu.cu/PDFs/Biotecnol%20Apl/2004/21/2/BA002102RV060-069.pdf>
- Rodríguez-Gómez, AJ; Frías-Vázquez, S. La mitosis y su regulación Acta Pediátrica de México, vol. 35, núm. 1, enero-febrero, 2014, pp. 55-86 Instituto Nacional de Pediatría Distrito Federal, México. En: <http://www.redalyc.org/articulo.oa?id=423640345008>

Unidad: 3

¿CÓMO SE TRANSMITEN LOS CARACTERES HEREDITARIOS Y SE MODIFICA LA INFORMACION GENÉTICA?

Propósito:

Al finalizar el alumno identificará los mecanismos de transmisión y modificación de la información genética, como responsables de la continuidad y cambio en los sistemas biológicos, para que comprenda su importancia biológica y evolutiva.

PRESENTACIÓN DE LA UNIDAD

Una función esencial que caracteriza a todos los sistemas biológicos es la reproducción y gracias a ésta se da su permanencia a través del tiempo, ya que nuevas generaciones sustituyen a las anteriores propiciando un recambio generacional, proceso denominado también autopropagación, lo cual ocurre en alguna etapa de la vida de cada organismo, ya sea unicelular o pluricelular, eucariota o procariota.

La reproducción biológica a nivel de individuo explica la permanencia de los organismos a través del tiempo. Está referido a la formación de un nuevo organismo o conjunto de organismos, generalmente similares al o los progenitores. Se presenta, con dos grandes variantes, sexual o asexual y ambas formas presentan tanto beneficios como desventajas e incluso se puede ubicar a organismos que presentan ambas formas.

Los trabajos que realizó Gregorio Mendel con las plantas de chícharo constituyen un ejemplo sobresaliente del uso de la metodología científica. Eligió un modelo experimental adecuado, recopiló datos, propuso hipótesis de trabajo y las sometió a prueba. Mostró un gran dominio sobre la técnica de manipulación de plantas, y utilizó el análisis matemático para verificar que lo planteado fuera correcto. Con los resultados obtenidos de sus experimentos sentó las bases de la genética clásica, por lo que en la actualidad se sabe cómo los sistemas vivos transmiten sus rasgos de una generación a otra. Después de sus investigaciones y tras siete años de trabajo y observaciones, Mendel resumió todos sus estudios en tres leyes: Ley de la uniformidad, Ley de la segregación de los caracteres y Ley de la segregación independiente.

A partir del redescubrimiento en el siglo XX de las leyes de Mendel de la herencia, se descubrieron otros comportamientos de ellos los genes y sus alelos, debido a no siempre el alelo dominante, lo es completamente, y la ubicación de los alelos en cromosomas sexuales modifica su patrón de hereditario, los científicos han propuesto nuevos modelos para explicar estos comportamientos: codominancia y herencia ligada a los cromosomas sexuales.

La teoría cromosómica de la herencia se consolidó a finales del siglo XIX y principios del XX, gracias a los avances de la microscopía, la citología y las técnicas de tinción. Fue el trabajo de varios científicos que, utilizando distintos modelos experimentales, descubrieron los cromosomas en el interior del núcleo y observaron su comportamiento durante la división celular (Walther Flemming). Posteriormente, la identificación de un mecanismo de

transmisión de las características hereditarias relacionado con los cromosomas, investigación realizada por Theodor Boveri y Walter Sutton sentaron las bases de la teoría. Por último, los experimentos realizados en la mosca de la fruta por Thomas Hunt Morgan fueron definitivos para concluir que los genes están ubicados en los cromosomas.

El siguiente apartado se enfocará en la descripción de la mutación, tipos que existen, su importancia y las implicaciones en los sistemas biológicos. Así mismo se apreciará que son fuente del cambio genético transmisibles por la herencia y que algunas de estas son consideradas como una fuente primordial en la variabilidad genética de las poblaciones. Finalmente se comprenderá que el DNA (ácido desoxirribonucleico) presenta un mecanismo de reparación para corregir los cambios presentados a través de las mutaciones.

En la actualidad los avances en genética han permitido, no solo predecir las características de un individuo a partir del conocimiento de su información genética, sino también la manipulación de los genes, permitiendo la combinación de genes de células que pertenecen a especies diferentes y así obtener nuevas combinaciones; esto ha permitido diseñar organismos de acuerdo a las necesidades específicas de los seres humanos y en diferentes sectores como: la agricultura, la ganadería, la industria y la medicina. Sin duda, la posibilidad de estudiar y manipular los genes representa una revolución en la ciencia que ha cambiado y seguirá cambiando nuestra forma de ver el mundo y vivirlo. Ante este nuevo panorama resulta necesario reflexionar acerca de los riesgos que conlleva toda esta nueva tecnología como en: la economía de los agricultores, el medio ambiente y la salud de los organismos y sobre todo considerar los aspectos éticos implicados.

TEMA 1. REPRODUCCIÓN

Meiosis y gametogénesis.

Elaborado por: María del Rosario López Mendoza

APRENDIZAJE. El alumno explica la meiosis como un proceso que antecede a la reproducción sexual y produce células genéticamente diferentes.

CONCEPTOS CLAVE. Reproducción, reproducción celular, permanencia, gametos, meiosis, recombinación, gametogénesis, célula haploide, célula diploide, autonomías y cromosomas sexuales.

DESARROLLO DE CONTENIDOS

Reproducción.

Sobre este proceso, propio de todo sistema biológico, se identifican dos variantes generales: reproducción sexual y asexual, pero ¿qué caracteriza y diferencia a cada una de éstas?

La **reproducción sexual** se define por la generación de prole (hijos) con una combinación genética de dos progenitores, producto de la unión de sus respectivos gametos y es característica de muchos eucariotas. Estos gametos, tal como óvulos, espermatozoides y granos de polen o bien ascosporas en hongos con reproducción sexual, se originan del proceso de reproducción celular denominado meiosis, seguido de otros procesos de desarrollo de los gametos propiamente. Así que los gametos (células reproductivas o células sexuales) presentan, entre otras características:

- El poseer la mitad del material genético de las células somáticas del progenitor, es decir son haploides (n) por lo que poseen solo un tipo de cada cromosoma, es decir, una dotación cromosómica.
- Son diferentes a otros gametos de mismo progenitor, debido a un evento conocido como recombinación, que ocurre durante su formación en la meiosis.

Meiosis. Esta forma de reproducción celular tiene similitudes con la mitosis y, de igual manera, se estudia dividiéndola en fases para la mejor comprensión y énfasis de cada evento, si bien ocurren dos ciclos de división que se diferencian como meiosis I y meiosis II con una sola duplicación anticipada del DNA. La célula original o célula madre que realizará este proceso es diploide ($2n$) y genera cuatro células hijas haploides (n), genéticamente diferentes entre sí y de la célula madre.

La **meiosis I** tiene como antecedente la duplicación del DNA en la etapa S, de síntesis de DNA, durante la interfase, es decir cada gen está representado cuatro veces, uno en cada cromátida hermana ya que pasa de ser $2n$ a $4n$. La primera división inicia con la **profase I**, en que se condensan o enrollan las fibras de DNA formando a los cromosomas. Aquí, cada cromosoma posee un par y son denominados cromosomas homólogos, un cromosoma de origen paterno y uno materno, es decir podemos ubicar cuatro cromátidas. Cada especie tiene su número de cromosomas y puedes ver algunos ejemplos seleccionados en la **Tabla 1**.

Tabla 1. Número de cromosomas, de diferentes especies, en sus células haploides y diploides.

Organismo	Número haploide (n)	Número diploide ($2n$)
Hombre	23	46
Gorila, chimpancé, orangután y bonobo	24	48
Gato	19	38
Mosca de la fruta	4	8
Papa	24	48
Coyote, lobo, perro y dingo	39	78
Osos: negro, tibetano, pardo, malayo y polar	37	74
Levadura de cerveza	16	32

Cada uno de los cromosomas homólogos¹ estarán colocados uno frente a otro (apareamiento), de manera aleatoria respecto del origen materno o paterno, e intercambian porciones de DNA, genes alelos, en sitios que se denominan quiasmas entre cromátidas no hermanas, a lo largo de toda la cromátida. Después de esto cada cromosoma homólogo posee en sus cromátidas genes de origen materno y paterno.

¹ Los cromosomas homólogos son un par de cromosomas, uno de la madre y uno del padre, que se emparejan dentro de una célula.

El evento es denominado **entrecruzamiento** o **recombinación** y ocurre en cada célula producto de la meiosis, lo que representa combinaciones diferentes y aleatorias de genes en cada cromosoma, luego entonces gametos genéticamente diferentes dado que llevan combinaciones aleatorias (**Figura 1**). También se fractura la membrana nuclear y se adhiere a los recién formados cromosomas. Los centriolos o centros organizadores de los microtúbulos (MTOC), ligados al citoesqueleto, emiten fibras o microtúbulos que forman el huso, estructuras que se alargan y que se fijarán al único cinetocoro de los cromosomas (ubicado en cada centrómero).

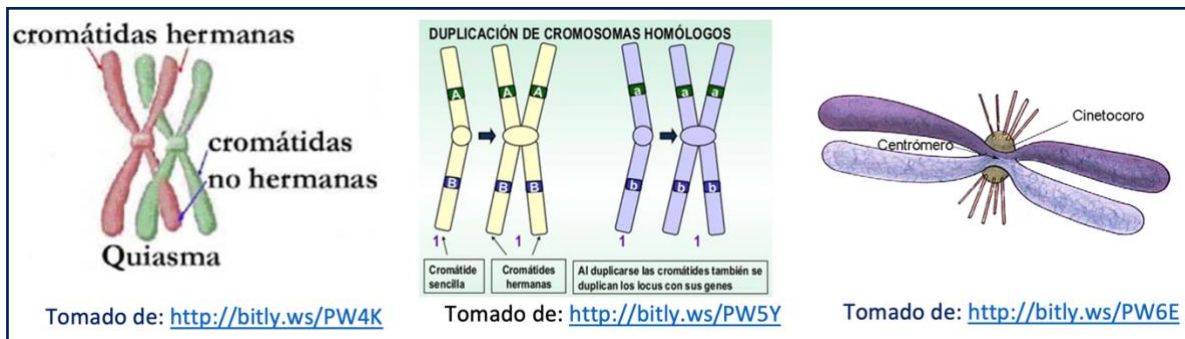


Figura 1. Cromosomas homólogos, cromátidas hermanas y centrómero.

En óvulos de mamíferos el proceso descrito ocurre durante el desarrollo embrionario y continúa con una larga pausa, determinada por la madurez sexual.

Después, en la **metafase I**, los cromosomas se reúnen en la porción central (ecuatorial) de la célula, cada uno con su homólogo, uno frente al otro, auxiliados por las fibras del huso que los conectan.

En forma continua, la **anafase I**, se caracteriza por la separación de los cromosomas homólogos (con sus cromátidas hermanas) hacia los extremos, proceso denominado cariocinesis. Esta separación se da por el acortamiento de las fibras del huso y cuando ya están en extremos opuestos se identifica la **telofase I**, en que ya terminaron de acortarse las fibras del uso y se reconstituyen las membranas nucleares, formando dos núcleos y se inicia, a la par, la “descompactación” o “desenrollamiento” de los cromosomas, para conformarse como largas fibras de DNA (cromatina), así como la separación del citoplasma en aproximadamente dos mitades, proceso conocido como citocinesis, lo cual hace que cada célula recién

formada contenga una “dotación” básica de organelos fundamentales para las funciones básicas.

La segunda división meiótica o **meiosis II** ocurre inmediatamente después de la primera, con una breve interfase. Así, continúa la **profase II**, en cada una de las dos células diploides formadas ($2n$), sin una nueva duplicación del DNA. Se empaquetan o enrollan nuevamente las fibras de DNA, lo que dará origen a cada cromosoma, se fractura la membrana nuclear y se adhiere a los cromosomas recién formados, los centriolos, ya duplicados, son movilizados a los extremos opuestos (polos) y emiten fibras del huso. En la **metafase II**, los cromosomas se alinean en la región central o placa ecuatorial.

La **anafase II** se caracteriza por la separación de las cromátidas hermanas, haladas por las fibras del huso y con anclaje en el cinetocoro, hacia los extremos opuestos. Así, continúa la **telofase II**, en que se acortan (despolimerizan) las fibras del huso, se desenrollan las cromátidas y se reconstituye la membrana nuclear y se separan porciones equivalentes de citoplasma (citocinesis) en cada nueva célula, conformando un total de cuatro células hijas haploides (n) y genéticamente diferentes entre sí (**Figura 2**).

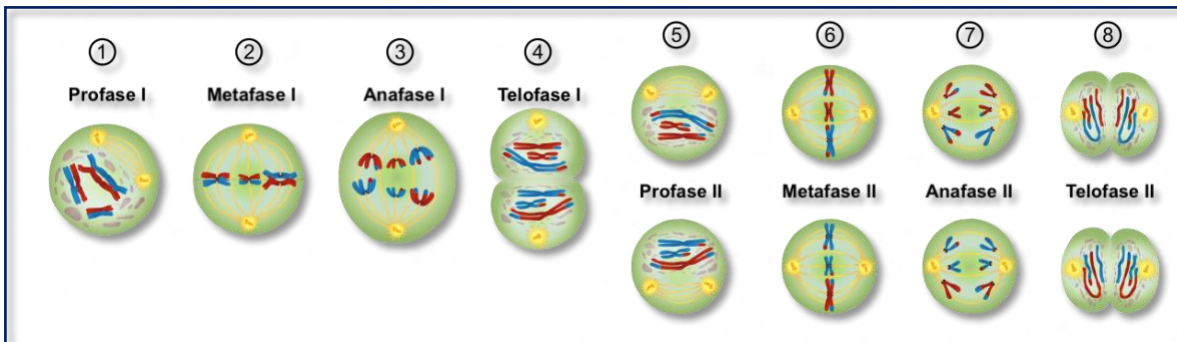


Figura 2. Fases de la meiosis. Meiosis I y II. Tomada de: [Wikimedia Commons](#)

El significado evolutivo de la meiosis se debe a que es un proceso que genera células genéticamente diferentes, lo que da pauta a generar hijos de los mismos padres con variaciones genéticas, producto de muchas posibles y aleatorias combinaciones de genes maternos y paternos en los gametos de ambos

progenitores participantes en la reproducción sexual, es decir esta es una de las formas de proveer diversidad biológica.

Gametogénesis. El proceso mediante el cual se realiza la formación de gametos se denomina gametogénesis (gameto es la denominación de una célula sexual y génesis refiere el origen) y es posterior a la formación de células haploides, resultantes de la meiosis. Si bien, se observan diferencias de este proceso en cada grupo de organismos con reproducción sexual, variaciones que han derivado del proceso evolutivo de cada grupo (taxón). En general:

- Para organismos del reino animal, la formación de gametos ocurre en las gónadas, es decir en ovarios y testículos;
- En el grupo de las plantas que producen semillas encontramos dos variantes fundamentales, las Angiospermas cuyos gametos se forman en las anteras de los estambres y en ovario del pistilo, componentes de la estructura floral, que pueden estar en flores separadas (unisexuales) o en la misma flor (hermafroditas) y las Gimnospermas, plantas sin flores, como las cicadáceas y las coníferas, estas últimas producen gametos denominados esporas dentro de sus conos, a la vez que sus conos pueden ser masculinos o femeninos, los cuales producen polen y óvulos, respectivamente;
- De la gran mayoría de los hongos que forman gametos, gran parte de su cuerpo denominado micelio, se puede transformar en estructura reproductora, es decir que presenta producción de gametos.
- Está determinado por diferentes hormonas.

En muchos mamíferos, nuestra especie incluida, la gametogénesis tiene considerables variaciones entre macho y hembra. Para los machos, dentro de los túbulos seminíferos ubicados en los testículos, las células diploides denominadas espermatogonias, ubicadas en la base del túbulo, aportan constantemente a células denominadas espermatocitos primarios o de primer orden ($2n$), que a su vez generan dos espermatocitos secundarios o de segundo orden, producto de la meiosis I, y cada uno da origen a cuatro espermátidas haploides (n). Estas últimas pasan por un proceso de pérdida de citoplasma, formación de flagelo, duplicación y

ordenamiento de las mitocondrias en la base del flagelo, así como maduración del aparato de Golgi que conformará el acrosoma del espermatozoide, conjunto de eventos denominado espermiogénesis.

En *Homo sapiens*, la sucesión de eventos va ubicando a cada tipo celular, desde la pared túbulo hasta llegar a la luz en que se libera a los espermatozoides. La duración es de aproximadamente 74 días, aunque, a partir de la pubertad, siempre hay espermatozoides en cantidades suficientes para fecundar al óvulo, dado que a lo largo de los túbulos seminíferos el proceso se presenta abundantemente y en todas las etapas, por lo que cada emisión (eyaculación) libera más de 60 millones de espermatozoides, que terminan su maduración (capacitación) en el epidídimo.

En las hembras, las células diploides denominadas ovogonias ($2n$), ubicadas en cada ovario, se transforman en ovocito primarios o de primer orden y que la meiosis I transformará en dos células de diferente tamaño, el ovocito secundario o de segundo orden (más grande, con más citoplasma) y el primer corpúsculo polar (célula pequeña). El ovocito primario presenta la segunda división meiótica, con lo que forma al ovocito de segundo orden (célula haploide), de mayor tamaño y la otra célula no activa que se denomina también corpúsculo polar, dando origen a un gameto sin capacidad propia de movimiento, de gran tamaño pues es portador de reservas de energía química y otros nutrientes. Además, otro evento que diferencia la ovogénesis de la espermatogénesis en nuestra especie, es que la primera división meiótica ocurre durante el desarrollo embrionario de las mujeres, por lo que se presentan al nacer entre 300 mil y 400 mil ovocitos primarios, si bien sólo alrededor de 400 complementarán el ciclo entre la pubertad y la menopausia. Esto hace una interrupción temporal considerable entre la meiosis I y la meiosis II. Algunos detalles de la gametogénesis explicada se muestran en la **Figura 3**.

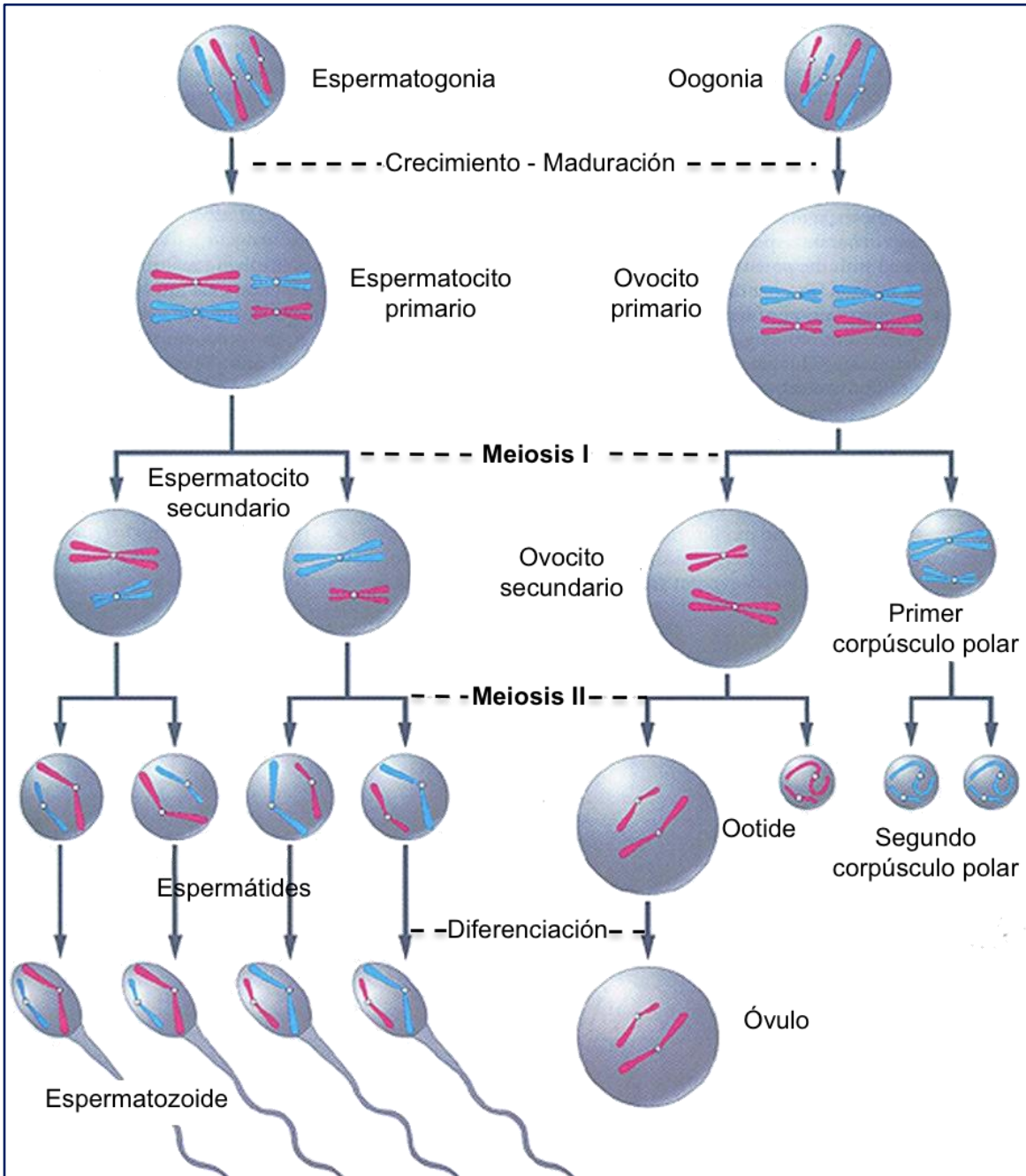
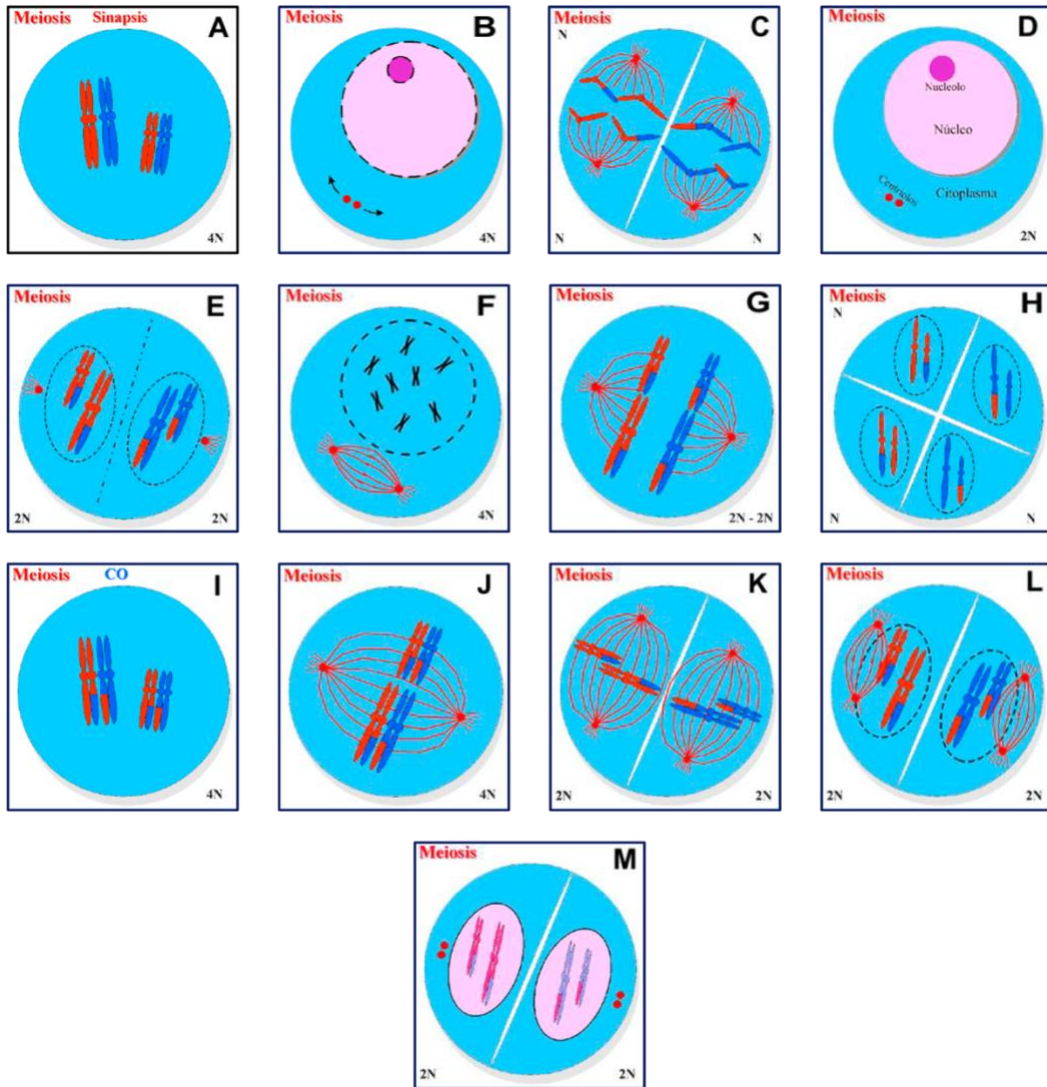


Figura 3. Comparativo entre espermatogénesis y ovogénesis humana. Tomado de: <http://bitly.ws/PWD4>

ACTIVIDADES DE APRENDIZAJE

ACTIVIDAD 33

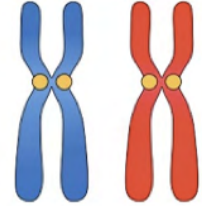
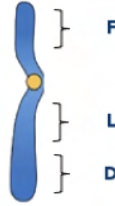







Instrucciones. Considerando los principales eventos y fases de la meiosis, observa las imágenes de este proceso y ordena cronológicamente, anotando en la línea la letra, que indique cada fase y proceso en el orden que ocurren.



Interfase ____, Profase temprana I ____, Profase tardía I ____, Recombinación ____, Metafase I ____, Anafase I ____, Telofase I ____, 2 Células hijas ____, Profase II ____, Metafase II ____, Anafase II ____, Telofase II ____.

ACTIVIDAD 34

Instrucciones. Sobre la recombinación (o entrecruzamiento) y su importancia en la variación genética, considera los cromosomas de los progenitores (primera imagen) y tres pares de genes originales (denotados con las letras), distribuidos a lo largo de las cromátidas. Realiza algunos de los posibles productos de la recombinación usando las letras que representan a cada gen y su interpretación.

F = acondroplasia f = estatura normal	L = lóbulos separados l = lóbulos unidos	D = diestro d = zurdo
 <p>Paterno Materno</p>		
		
		

ACTIVIDADES DE AUTOEVALUACIÓN

Instrucciones. Lee cuidadosamente la pregunta y sus opciones, selecciona y marca solo la opción correcta.

1. **Por número cromosómico, las células que se producen en la meiosis son:**
 - A) Recombinantes.
 - B) Diploides.
 - C) Haploides.
 - D) Somáticas.

- 2. Por función biológica general, el tipo celular de las células que produce la meiosis son:**
- A) Haploides.
 - B) Gaméticas.
 - C) Somáticas.
 - D) Alargadas.
- 3. La recombinación es un evento de gran importancia, ya que produce**
- A) células físicamente iguales.
 - B) células con funciones diferentes.
 - C) células genéticamente diferentes.
 - D) células inmortales.
- 4. En los animales, los gametos se producen en los órganos denominados genéricamente:**
- A) Gónadas.
 - B) Túbulos seminíferos.
 - C) Pistilos.
 - D) Útero.
- 5. La importancia de la recombinación genética, consiste centralmente en:**
- A) Las células permanecen a través del tiempo (se perpetúan).
 - B) El organismo permanece a través del tiempo (se perpetúa).
 - C) Los nuevos organismos presentan variaciones aleatorias (posibles combinaciones de los progenitores).
 - D) Los nuevos organismos son idénticos a los progenitores (con beneficio ante cambios ambientales).

REFERENCIAS

Heres y Pulido Ma. Eugenia Isabel y Castañeda Sortibrán América Nixtin (2009).

Flujo de la información genética. 2 Procesos postraduccionales, ciclo celular, mitosis y meiosis. Ed. FES-I; Fac. Ciencias; DGAPA, UNAM.

Jiménez L. F. y Merchant H. (2003) Biología celular y molecular, Ed. Pearson Educación, México.

Margulis, L. y Sagan D. (1998) ¿Qué es el sexo? Ed. Tusquets, colección Metatemas, libros para pensar la ciencia.

TEMA 1. REPRODUCCIÓN

Nivel de individuo.

Elaborado por: María del Rosario López Mendoza

APRENDIZAJE. El alumno compara diferentes tipos de reproducción asexual y sexual, tanto en procariotas como en eucariotas.

CONCEPTOS CLAVE. Reproducción sexual, reproducción asexual, gametos, variabilidad, cigoto.

DESARROLLO DE CONTENIDOS

Reproducción asexual

Es la forma más antigua en que los primeros sistemas biológicos del planeta se reprodujeron y su principal característica es generar descendencia (prole) que inicialmente es genéticamente idéntica al único progenitor, es decir, forman clones de manera natural. Si bien, en cada grupo de organismos o taxón la reproducción asexual recibe un nombre específico según sus variaciones secundarias (**Tabla 1**). En general, los beneficios en esta forma de reproducción, es una baja inversión energética. El poco gasto de energía se debe a que no hay cortejo (colores, aromas, formas, movimientos, sonidos, etc.), que implican gasto de ATP.

Reproducción sexual

Por su parte, la reproducción sexual tiene como característica fundamental generar nuevos individuos con variaciones genéticas heredadas y heredables a los hijos, es decir, se producen combinaciones únicas de genes provenientes de fuentes separadas, ubicadas en los gametos, así como la producción de cigotos como forma inicial del desarrollo de cada nuevo individuo. El porqué de la variación es la recombinación que experimenta cada célula que forma un gameto durante la meiosis, como ya vimos. Son muchos los organismos que presentan reproducción sexual, por ejemplo la mayoría de los hongos a los que se les llama hongos perfectos, excepto el grupo *Deuteromycotina* y *Fungi imperfecti* (en éstos sólo hay reproducción asexual); las plantas, tal como helechos que presentan en una etapa de su vida la capacidad de formar gametos, que al fecundarse forman un embrión.

Las plantas con flor, en que se ubican las estructuras masculinas y femeninas, productoras de gametos y su unión dan origen a la formación del embrión. De manera similar, en animales, la reproducción sexual implica la unión de gametos y se han desarrollado diferentes estrategias evolutivas alrededor de ésta, tal como el cortejo, las variantes de fecundación (interna y externa), el desarrollo interno y externo, entre otros.

Tabla 1. Tipos de reproducción asexual

Tipo de reproducción	Definición	Ejemplos de organismos que la presentan
Fisión binaria	Las células duplican su DNA circular, su citoplasma se elonga casi al doble de su longitud y después forman un tabique (septo) que las separa, formando dos nuevos organismos.	Bacterias (Figura 1)
Bipartición	El núcleo se duplica (DNA) y después se reparte el citoplasma casi equitativamente.	Potozoos como <i>Paramecium</i>
Gemación	Se duplica el núcleo y se va separando del cuerpo original con una porción pequeña del citoplasma, formando una yema.	Esponjas, celentéreos, briozoos y tunicados
Esporulación (escisión múltiple)	Se forman varios núcleos y cada uno se rodea de fracciones de citoplasma, para luego fragmentarse en varios organismos pequeños.	<i>Plasmodium</i>
Fragmentación	Un individuo se divide en dos o más partes y cada uno pueda dar origen a uno nuevo.	Anémonas
Partenogénesis (apomixis en vegetales)	Un óvulo sin fecundar da origen a nuevos individuos.	Abejas, avispas, hormigas (formación de machos)
Poliembrionia	Cuando a partir de un cigoto se forman dos o más embriones genéticamente idénticos.	Plantas y animales (armadillo, algunas avispas)
Propagación vegetativa	Se parte de porciones vegetales (tejidos u órganos) que conservan la capacidad de multiplicación (y diferenciación celular) para generar nuevos tallos y raíces. Se presentan variantes como la propagación a partir de bulbos, rizomas, estolones, tubérculos o segmentos (esquejes) de las plantas que conserven la potencialidad de enraizar.	

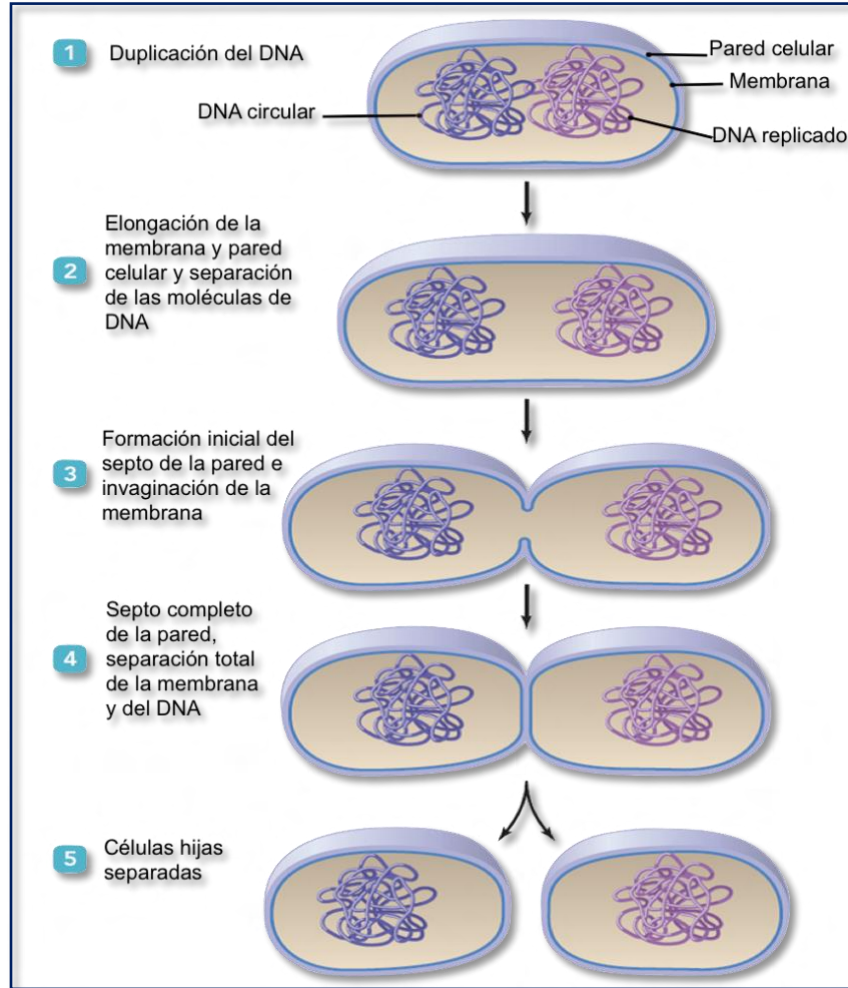


Figura 1. Detalles de reproducción por fisión binaria en bacterias.
Tomado de: <https://bit.ly/2O3nbMu>

Considerando la **forma, tamaño y movilidad**, los gametos producidos por los progenitores, masculino y femenino, pueden ser:

- Isogamia, ambos de igual tamaño y forma.
- Anisogamia, gameto masculino respecto del femenino de igual forma pero diferente tamaño.
- Oogamia, el gameto femenino es más grande y es inmóvil, el masculino es más pequeño y móvil. En vegetales se denominan oosfera y anterozoide y en animales óvulo y espermatozoide, respectivamente.

En organismos con reproducción sexual, la **fertilidad** no es permanente sino que se presenta por periodos o ciclos, que a su vez dependen de factores ambientales, (tales como la luz y la temperatura entre otros) y de ciclos hormonales.

La **separación de sexos** en dos individuos es frecuente pero no exclusiva, por ejemplo en plantas fanerógamas hay flores con estructuras formadoras de gametos masculinos (en androceo o estambres en que se producen los gametos masculinos o granos de polen), que también tienen estructuras formadoras de gametos femeninos (el gineceo o pistilo, en donde se ubica al ovario con los óvulos o gametos femeninos). En algunas especies hay flores femeninas se encuentran separadas de la masculina pero en la misma planta.

En animales también se ubica esta separación, aunque los hay con ambos sexos, es decir que producen gametos masculinos y femeninos en el mismo individuo, por lo que son denominados hermafroditas. En algunos, se presenta el cambio a través de su desarrollo.

La separación de sexos ha implicado diversas estrategias para lograr su fecundación (unión que da origen a un cigoto), tales como:

- Presencia de agentes **polinizadores** en plantas, desarrollando colores, aromas, ornamentaciones y formas diversas.
- Desarrollo del **cortejo** en los animales, con colores de piel, plumaje y ornamentas muy vistosas; sonidos, cantos, danzas y aromas, entre otros.

Videos sugeridos:

Guía UNAM Biología | [Reproducción sexual](#)

MultiChannel | [Reproducción sexual y asexual](#)

La Eduteca | [La reproducción sexual de las plantas](#)

Amoeba Sisters | [Plant Reproduction in Angiosperms](#)

ACTIVIDADES DE APRENDIZAJE

ACTIVIDAD 35

Instrucciones. Relaciona las siguientes columnas, anotando en el paréntesis la letra que corresponde.

Principales características de cada forma de reproducción	Formas de reproducción
A. Forma de reproducción en que se generan dos células hijas de igual tamaño..... ()	
B. La célula madre duplica sus núcleos varias veces, separándolos después por divisiones de citoplasma y membranas. Estas estructuras se separan e individualizan posteriormente..... ()	a) Partenogénesis
C. Un organismo unicelular duplica su núcleo y este se conforma como una protuberancia que se separa, poco a poco, con una porción de citoplasma y su respectiva membrana, generando dos células hijas de diferente tamaño..... ()	b) Fisión binaria
D. El componente femenino de una pareja produce gametos, no fecundados que darán origen a nuevos individuos ()	c) Gemación
E. Forma característica de propagación de algunos vegetales, basada en porciones a desarrollar del individuo progenitor, que conforman un nuevo individuo ()	d) Propagación vegetativa
F. Tipo de reproducción en que el progenitor padece una ruptura y a partir de los fragmentos se generan nuevos organismos ()	e) Esporulación
	f) Fragmentación
	g) Bipartición

ACTIVIDAD 36

Instrucciones. Observa la siguiente imagen e investiga las funciones de cada estructura, dando respuesta a las preguntas que a continuación.

<p>Esquema de un corte longitudinal de flor mostrando sus partes.</p> <p>Tomada de: http://bitly.ws/PWuP</p>	<p>a) ¿Cómo se llama a la estructura en general?</p> <p>b) ¿Cuáles son los componentes del androceo?</p> <p>c) ¿Cuáles son los componentes del gineceo?</p> <p>d) ¿En dónde ocurre la fecundación?</p> <p>e) ¿Qué estructura formará al fruto?</p>
---	--

ACTIVIDADES DE AUTOEVALUACIÓN

Instrucciones. Lee cuidadosamente la pregunta y sus opciones, selecciona y marca solo la opción correcta.

1. La reproducción asexual se caracteriza por

- A) ser la forma más común en los organismos grandes.
- B) generar hijos genéticamente iguales.
- C) generar hijos genéticamente diferentes.
- D) presencia de cópula.

2. La reproducción sexual se caracteriza por

- A) ser la forma menos común en los organismos grandes.
- B) generar hijos genéticamente iguales.
- C) generar hijos genéticamente diferentes.
- D) menor gasto energético.

3. El tipo de reproducción asexual que presentan todas las bacterias es

- A) apomixis.
- B) fragmentación.
- C) fisión binaria.
- D) cortejo.

4. Estructura de la flor en la que se producen gametos masculinos (polen).

- A) Gineceo.
- B) Corola.
- C) Antera.
- D) Pétalo.

5. Proceso en el que se forman dos o más embriones genéticamente idénticos a partir de un cigoto.

- A) Apomixis
- B) Fragmentación.
- C) Mellizos.
- D) Poliembrionia.

REFERENCIAS

Campbell, N. A., Reece, J. B. (2007). Biología, 7ª. Ed., Editorial Médica Panamericana, España.

Curtis, H.; Barnes, S. Shenk, A. y Flores, G. (2007). Invitación a la Biología. Editorial Médica Panamericana, Buenos Aires.

TEMA 2. HERENCIA

Herencia Mendeliana.

Elaborado por: Lucia Herrera Velázquez

APRENDIZAJE. El alumno reconoce las leyes de Mendel como la base de la explicación de la herencia en los sistemas biológicos.

CONCEPTOS CLAVE. Herencia, gen alelo, uniformidad, principio de segregación, distribución independiente, fenotipo, genotipo.

DESARROLLO DE CONTENIDOS

Herencia mendeliana.

En la actualidad es conocido cómo se transmiten las características hereditarias de padres a hijos, sin embargo, no siempre fue así. Los conocimientos que se tienen se derivan de los trabajos realizados por Gregorio Mendel quien en el siglo XIX planteó las leyes de la herencia. Su éxito se basó en el hecho de seleccionar a la planta del chícharo (*Pisum sativum*) como modelo experimental y en el cuidado que tuvo al registrar los rasgos que aparecían en cada generación de plantas que cruzaba y con ello calculó la proporción en la que se presentaban. Examinó siete características que aparecían en la semilla, la vaina, la flor y el tallo de la planta (Tabla 1).

Tabla 1. Resultados obtenidos en los experimentos de Mendel en las plantas de chícharo. Se muestran los conteos reales de la cruce monohíbrida de los caracteres dominantes y recesivos estudiados. Todas las proporciones de los alelos en la F₂ fueron 3 a 1¹.

Carácter estudiado	Forma dominante	Forma recesiva	Proporción del carácter dominante respecto al recesivo en F ₂
Forma de la semilla	5474 redondas	1850 arrugadas	2: 96 a 1
Color de la semilla	6022 amarillas	2001 verdes	3:01 a 1
Forma de la vaina	882 lisas	299 rugosas	2:95 a 1
Color de la vaina	428 verdes	152 amarillas	2:82 a 1
Color de la flor	705 moradas	224 blancas	3:15 a 1
Posición de la flor	661 axial	207 terminal	3:14 a 1
Longitud del tallo	787 altas	277 enanas	2:84 a 1

¹Información modificada de Rodríguez R., Castañeda A., Ordaz M. (2009) Conceptos básicos de genética. Segunda edición. Facultad de ciencias, UNAM.

Mendel inició su trabajo y se tardó dos años para seleccionar las plantas con las que realizaría sus experimentos ya que se percató de que fueran genéticamente puras para los rasgos que eligió estudiar. La flor de chícharo es hermafrodita y se caracteriza por que sus órganos sexuales (estambres y pistilo) se encuentran cubiertos por pétalos que evitan la entrada del polen intruso, por lo que se autopolinizan.

Mendel pudo controlar la polinización de las plantas al cubrir la flor con una bolsa, si necesitaba la fertilización cruzada cortaba los estambres de una flor inmadura antes de la producción de polen, esta planta sería la planta femenina en el experimento y posteriormente la espolvoreo con el polen de otra planta. De esta manera Mendel se aseguró del parentesco de las plantas nuevas.

Los primeros experimentos los realizó entre progenitores que diferían en una sola característica (**cruza monohíbrida**), descubrió que cuando cruzaba plantas homocigóticas, por ejemplo, para semillas amarillas con otra cuya semilla era verde, obtenía en la primera generación puras semillas amarillas. Estos experimentos los repitió en diferentes ocasiones y siempre obtuvo resultados similares. Con ello, pudo verificar la relación de dominancia entre dos alelos para un solo locus (**Figura 1**). En la actualidad, la primera generación de un cruzamiento se denomina **parental (P)**, mientras que a la





F ₁		Gametos femeninos Homocigotos dominantes	
		A	A
Gametos masculinos Homocigotos recesivos	a	 Aa Heterocigoto	 Aa Heterocigoto
	a	 Aa Heterocigoto	 Aa Heterocigoto

Figura 1. Ley de la uniformidad. Establece que al cruzar una raza pura de una especie (AA) con otro individuo de raza pura de la misma especie (aa), la descendencia de la primera generación filial (F₁) será fenotípica y genotípicamente igual entre sí (Aa) y fenotípicamente igual a uno de los miembros de la generación parental, en concreto, al portador del alelo dominante (A). [Dibujo] R. Rodríguez (2020)

descendencia de los progenitores se le conoce como **primera generación filial (F₁)**. Después, realizó la cruce entre los hijos de la primera generación, obteniendo

la **segunda generación filial (F₂)**. En esta ocasión Mendel contó 6022 semillas amarillas y 2001 semillas verdes (Ver Tabla 1). Con estos resultados Mendel descubrió que la herencia de los caracteres presenta una proporción siempre cercana de 3:1. (**Figura 2**).

Él interpretó que, existen unos elementos hereditarios, o factores (hoy denominados genes), que determinan la presencia de los caracteres observados, factores que se segregan, separándose unos de otros en la formación de las células germinales (**gametos**). Con los experimentos que realizó pudo obtener varias conclusiones:





F ₂		Gametos femeninos Heterocigotos	
		A	a
Gametos masculinos Heterocigotos	A	 AA Homocigoto	 Aa Heterocigoto
	a	 Aa heterocigoto	 aa homocigoto

Figura 2. Cada organismo contiene dos factores para cada característica, los cuales se segregan por separado (Ley de la segregación). [Dibujo] R. Rodríguez (2020)

- Cada planta debería de poseer factores genéticos codificantes (**alelos**) para cada característica. Con la nomenclatura actual el alelo dominante para la semilla amarilla se designa con la letra **A** y el alelo recesivo para la semilla verde con una **a**. Con sus primeros resultados se puede deducir que cuando cruzó una planta de chícharo cuya semilla era amarilla AA con una verde aa, ambos progenitores poseían alelos idénticos (Figura 1).
- Como segunda conclusión los alelos de una planta se separan en el momento de formarse los gametos y cada alelo se va a un gameto distinto. Durante la fecundación un alelo materno y otro paterno se unen para formar el cigoto y determinar el genotipo de la descendencia. Por lo tanto, las plantas **F₁** de Mendel heredaron un alelo A de la semilla amarilla y un alelo a de la semilla verde, obteniendo organismos heterocigotos (**Aa**), cuyo fenotipo es igual al progenitor que presenta los alelos dominantes, todos los descendientes eran amarillos (**Ley de la uniformidad**).

Mendel denominó a la característica que aparecía en la F₁ como dominante y a la que permanecía enmascarada como recesiva. El concepto de dominancia

planteado por Mendel se concluye de las cruzas monohíbridas que realizó. Así mismo, plantea que los dos alelos de una planta se separan con igual probabilidad dentro de los gametos. Por lo tanto, cuando las plantas de la F_1 producen sus gametos la mitad recibirá el alelo **A** para semillas amarillas y la otra mitad el alelo **a** para semillas verdes. Cuando se lleve el apareamiento al azar en la F_2 aparecerán los siguientes genotipos: **AA**, **Aa** y **Aa**, (amarillas) **aa** (verde), cuya proporción fenotípica es 3 semillas amarillas por cada verde, dado que el alelo dominante es para las semillas amarillas (Figura 2). De acuerdo con sus conclusiones se deduce el **concepto de dominancia y el principio de segregación**: “Para que ocurra la reproducción sexual, los dos alelos que un progenitor individual posee deben separarse (segregarse). Como resultado, cada célula sexual (ovulo y espermatozoide) formada contiene sólo un alelo de cada par”. Hoy sabemos, (no así Mendel), que esta ley se deriva del proceso de meiosis y de la existencia física de alelos en la forma de genes.

Mendel hizo otros experimentos en donde se examinaban simultáneamente dos caracteres. Este cruce, se denomina **cruce dihíbrido**. Siguiendo con el ejemplo, Mendel tomó los caracteres forma de semilla (lisa / rugosa) y color de semilla (amarillo / verde). El cruzamiento arrojó los siguientes resultados: Al cruzar las dos variedades, toda la descendencia tenía semillas lisas y amarillas (**AaLl**). (Figura 3).





F₁		Gametos femeninos	
		Homocigotos dominantes	
		AL	AL
Gametos masculinos Homocigótico recesivo	al	 AaLl heterocigoto	 AaLl heterocigoto
	al	 AaLl heterocigoto	 AaLl heterocigoto

Figura 3. Primera generación de la cruce dihíbrida.
[Dibujo] R. Rodríguez (2020)

Cuando autofecundo la F_1 (Figura 4), obtuvo los siguientes datos en la F_2 : 315 semillas lisas y amarillas, 101 semillas rugosas y amarillas, 108 semillas lisas y verdes y 32 semillas rugosas y verdes por lo que obtuvo una proporción 9:3:3:1 en la F_2 . Mendel concluyó el **principio de distribución independiente**. “los alelos que se encuentran en loci diferente se separan independientemente uno del otro”.

Caracteres humanos de transmisión mendeliana. En la especie humana existe caracteres que siguen los principios mendelianos, a continuación, se muestran algunos de ellos **Tabla 2.**

















F ₂		Gametos femeninos			
		AL	Al	aL	al
Gametos masculinos	AL	 AALL	 AAlI	 AaLL	 AaLI
	Al	 AAlI	 AaII	 AaLI	 AaII
	aL	 AaLL	 AaLI	 aaLL	 aaLI
	al	 AaLI	 AaII	 aaLI	 aaII

Figura 4. Tercera ley de Mendel. El principio de la distribución independiente establece que dos características distintas se segregan de manera independiente durante la meiosis al formarse los gametos: por ejemplo, color y textura de la semilla. [Dibujo] R. Rodríguez (2020)

Tabla 2. Caracteres humanos de transmisión mendeliana².

Carácter	Dominante	Recesivo
Barba partida	No (T)	Si (tt)
Diabetes	Si (D)	No (dd)
Enrollar lengua (forma de taco)	Si (C)	No (cc)
Fosas nasales amplias	Redondas (O)	Angostas (oo)
Grosor de los labios	Gruesos (G)	Delgados (gg)
Hoyuelos en las mejillas	Presentes (M)	Ausentes (mm)
Implantación de pelo en “pico de viuda”	Presente (V)	Ausente (vv)
Lóbulo de la oreja	Libre (L)	Adherido (ll)
Pecas	Si (F)	No (ff)
Longitud de pestañas	Largas (P)	Cortas (pp)
Pestañas	Lacias (E)	Chinas (ee)
Predominancia del uso de la mano	Derecha (R)	Izquierda (rr)
Pulgar oponible	Ángulo de 45 (A)	Ángulo de 90 (aa)
Rotación de la lengua (forma de quesadilla)	Si (U)	No (uu)
Tipo de cabello	Lacio (H)	Ondulado (hh)
Vista enferma / sana	Miope o astigmata (Z)	Normal (zz)

² Modificada de: De Erice E., González J. (2012). Biología: La ciencia de la vida. Segunda edición. McGraw-Hill/interamericana editores. Página, 223.

ACTIVIDADES DE APRENDIZAJE

ACTIVIDAD 37

Instrucciones: Elaborar glosario ilustrado de los siguientes conceptos.

Concepto	Definición	Ilustración
Alelo		
Carácter recesivo / dominante		
Cruza dihíbrida		
Cruza monohíbrida		
Fenotipo		
Filial		
Gen		
Genotipo		
Heterocigoto		
Híbrido		
Homocigoto		
Locus		
Parental		

ACTIVIDAD 38

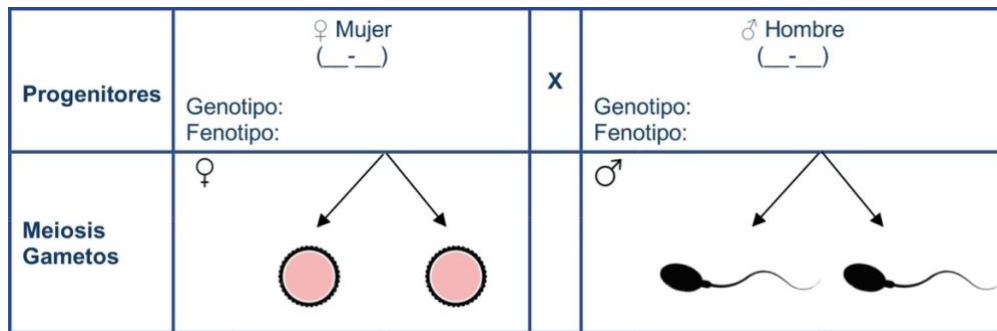
Instrucciones. En esta actividad deberás elegir **dos** de las características que aparecen en la **Tabla 2** sobre los caracteres humanos de transmisión mendeliana, a partir de la característica que selecciones realiza los ejercicios propuestos siguiendo las indicaciones. Procura seguir los pasos sugeridos para que lo resuelvas correctamente.

Primera ley de Mendel

- a) Predice como sería la descendencia de tus hijos en esta situación hipotética. Anota como eres tú y tu posible esposo (a) ya que son los progenitores; especifica el genotipo y su fenotipo, tu elijas. En esta situación los progenitores deben ser homocigotos.

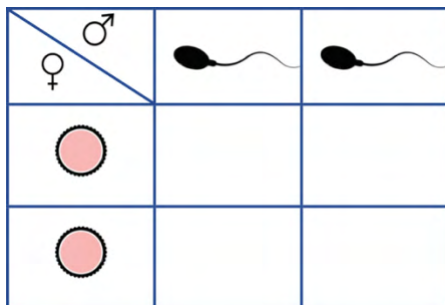
Característica seleccionada	Progenitor masculino Homocigoto	Progenitor femenino Homocigoto
1.		
2.		

b) Ahora realicemos las cruzas correspondientes: Elige **SOLAMENTE UNA** de las características seleccionadas, con la que contestarás todas las preguntas de esta actividad. Llena los espacios vacíos del cuadro que se muestra a continuación.



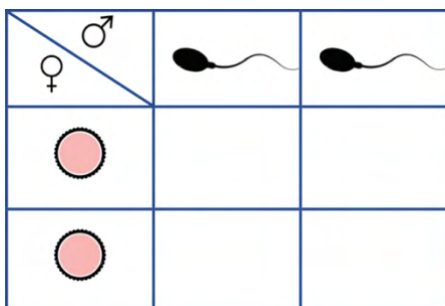
[Dibujo] R. Rodríguez (2020)

Hagamos la cruce. ¿Cómo serán tus hijos? Utiliza el cuadro de Punnett.







1. ¿Cuál es el genotipo y fenotipo de tus hijos?
2. ¿Qué característica fue la que se expresó?
3. ¿Qué pasa con el carácter recesivo en esta generación?
4. ¿La cruce que realizaste cumple con la primera ley de Mendel?
5. Explica en que consiste en tus propias palabras.

Repite el mismo procedimiento para la otra característica seleccionada.



1. ¿Cuál es el genotipo y fenotipo de tus hijos para esta característica?
2. ¿La proporción del genotipo y del fenotipo es la misma que en la primera cruce?
3. ¿Cómo explicas los resultados obtenidos?

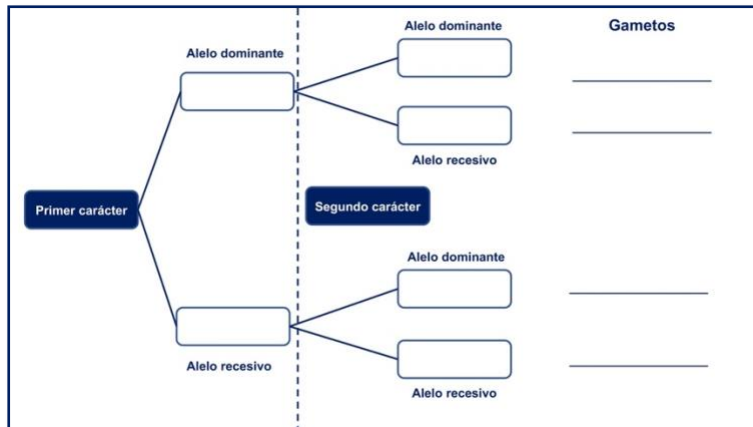
Segunda Ley de Mendel. Ahora veamos como serían tus nietos (segunda generación filial (F₂)). Selecciona a los hijos que resultaron de la primera generación (heterocigotos); elije los resultados de alguna de las cruzas.

♀ \ ♂		
		
		









1. ¿Cuál es la proporción genotípica y fenotípica de la segunda generación filial?
2. ¿Qué ocurre con el carácter recesivo en esta craza?
3. ¿Qué pasa con los alelos en este ejercicio, se cumple la segunda Ley de Mendel? Explica.

Tercera Ley de Mendel. Para realizar el siguiente ejercicio tendrás que considerar las dos características que seleccionaste anteriormente de forma simultánea. Haremos una craza dihíbrida, los progenitores tienen que ser heterocigotos, por ejemplo: barba partida y labios gruesos. (Tt Gg)

Forma los gametos correspondientes, utiliza como guía el siguiente diagrama de árbol.



Ahora realiza la craza correspondiente a la segunda generación filial.

Gametos				
				
				
				
				

1. ¿Cuál será la proporción fenotípica de la craza dihíbrida de 2 organismos que son heterocigotos para ambas características?
2. ¿Cuáles son los fenotipos resultantes?
3. ¿En qué consiste la ley de Mendel que identificas en esta craza?

AUTOEVALUACIÓN DEL APRENDIZAJE

Instrucciones. Lee cuidadosamente la pregunta y sus opciones, selecciona y marca solo la opción correcta.

- 1. ¿Qué porcentaje de los hijos tendrá el lóbulo de la oreja adherido (II), si ambos padres tienen el lóbulo libre?, Considera que la mamá es homocigota y el papá heterocigoto para la característica?**
 - A) 100
 - B) 50
 - C) 0
 - D) 25
- 2. ¿Cuál será la proporción fenotípica de la cruce dihíbrida de 2 organismos que son heterocigotos para ambas características?**
 - A) 3:1
 - B) 9:4:3
 - C) 9:3:3:1
 - D) 1:2:1
- 3. En la planta de chícharo, liso (L) es dominante sobre la textura rugosa (l) y las vainas amarillas (A) son dominantes en relación con las verdes(a). ¿Cómo sería la nomenclatura correcta para una planta de textura rugosa y color amarillo?**
 - A) LIAA
 - B) lIAa
 - C) llaa
 - D) LLAA
- 4. La ley de la _____ establece que cuando se realiza la cruce de dos variantes puras la descendencia será igual en cuanto a su fenotipo y genotipo.**
 - A) Segregación independiente.
 - B) Uniformidad.
 - C) Segregación.
 - D) Herencia intermedia.

5. Al cruzar dos progenitores heterocigotos para barba partida y labios gruesos. (TtGg) ¿Qué proporción de los hijos tendrán barba partida y labios delgados?

- A) 9/16
- B) 3/16
- C) 6/16
- D) 1/16

REFERENCIAS

Audesirk T., Audesirk G., Bruce B. (2008). *Biología: La vida en la tierra*. Octava edición. Pearson Educación.

Campbell N. (2005). *Biología Conceptos y relaciones*. Pearson Educación.

De Erice E., González J. (2012). *Biología: La ciencia de la vida*. Segunda edición. McGraw-Hill/interamericana editores.

Freeman S. (2009) *Biología*. Tercera edición. Pearson Educación.

Ruiz H. (2008). "Mendelismo: su armazón matemática". *Revista Ciencia y Desarrollo*, Vol. 34, no. 220, p. 6-13.

Solomon E. Berg L. (2013) *Biología*. Novena edición. Cengage Learning Editores.

Starr C., Taggart R., Evers C., Starr L. (2009). *Biología: La unidad y la diversidad de la vida*. Doceava edición. Cengage Learning Editores.

TEMA 2. HERENCIA

Variantes de la herencia mendeliana.

Elaborado por: Leticia Martínez Aguilar

APRENDIZAJE. El alumno distingue la herencia ligada al sexo y la codominancia como otros modelos de la relación entre cromosomas y genes.

CONCEPTOS CLAVE. Gen, alelo, cromosomas autosómicos, cromosomas sexuales, codominancia.

DESARROLLO DE CONTENIDOS

Instrucciones: Lea con atención el siguiente párrafo, y subraye los conceptos importantes, para que al final realice un mapa conceptual.

En muchos casos los alelos no muestran las relaciones simples entre dominancia y recesividad que describió Mendel. Los alelos se forman por mutación a partir de los ya existentes. En este apartado describiremos mostraremos algunos casos de comportamientos entre los alelos de un gen.

Los genetistas suelen definir un alelo particular de un gen como el tipo silvestre, este alelo es el que aparece en la mayoría de los individuos en la naturaleza y da origen a una característica o a un cierto rasgo fenotípico esperable. Otros alelos del gen, con frecuencia llamados alelos mutantes, pueden producir un fenotipo diferente. Los alelos de los tipos silvestres y mutantes residen en el mismo *locus*, y se heredan de acuerdo con las leyes establecidas por Mendel.

Codominancia

La expresión de los dos alelos de un heterocigoto, la **codominancia**, es otra posible variante del tema de la dominancia. Los grupos sanguíneos ABO son un claro ejemplo de este fenómeno en los seres humanos, ya que existe codominancia de alelos antigénicos. El grupo sanguíneo ABO viene determinado por tres alelos de un gen que interactúan de diversas maneras para producir los cuatro tipos de sangre existentes en el sistema ABO. Los tres alelos principales son: I^O , I^A e I^B pero una persona sólo puede portar dos de los tres alelos o dos copias de uno de ellos. El

resultado de estas combinaciones son seis genotipos diferentes: tres homocigotos y tres tipos distintos de heterocigotos como se indica a continuación (**Figura 1**).

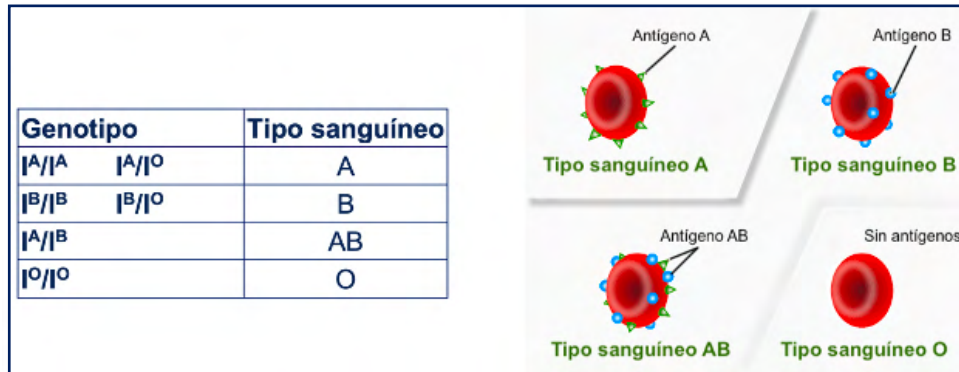


Figura 1. Tipos sanguíneos y su genotipo. Imagen tomada de: <http://bitly.ws/RpLL>

Los alelos de esta serie alélica determinan la presencia y forma de una molécula de azúcar compleja localizada en la superficie de los glóbulos rojos de la sangre. Esta molécula de azúcar es un antígeno, una molécula de la superficie celular que el sistema inmunitario puede reconocer. Los alelos I^A e I^B determinan dos formas diferentes de esta molécula de la superficie celular. Sin embargo, el alelo i provoca que no haya ninguna molécula de este tipo en la superficie de la célula. Los alelos I^A e I^B son completamente dominantes sobre I^O en el caso de los genotipos I^A/I^O e I^B/I^O . Sin embargo, en el caso del genotipo I^A/I^B , cada uno de los alelos produce su propia forma para la molécula de superficie y, por tanto, los alelos A y B son codominantes.

Rasgos ligados al sexo (herencia ligada al cromosoma X)

En los seres humanos, así como en muchos otros animales y algunas plantas, el sexo del individuo está determinado por los cromosomas sexuales. Los cromosomas sexuales son un par de cromosomas no homólogos. Hasta ahora, sólo hemos considerado los patrones de herencia entre cromosomas no sexuales o **autosomas**. Además de los 22 pares homólogos de autosomas, las hembras humanas tienen un par homólogo de cromosomas **X**, mientras que los machos humanos tienen un par de cromosomas **XY**. Aunque el cromosoma **Y** contiene una pequeña región de similitud con el cromosoma **X** para que puedan emparejarse durante la meiosis, el cromosoma **Y** es mucho más corto y contiene muchos menos

genes. Cuando está presente en el cromosoma **X** un gen que se examina, pero no en el cromosoma **Y**, que se dice que está **ligado al cromosoma X**.

El color de los ojos en *Drosophila* fue uno de los primeros rasgos ligados al cromosoma **X** que se identificó. Thomas Hunt Morgan asignó este rasgo al cromosoma **X** en 1910. Como los humanos, los machos de *Drosophila* tienen un par de cromosomas **XY** y las hembras **XX**. En las moscas, el color de ojos de tipo salvaje es rojo (X^w) y es dominante sobre el color de ojos blanco (X^w). Debido a la ubicación del gen del color de ojos (**Figura 2**), los cruces entre individuos con ojos de diferente color, no producen las mismas proporciones de descendencia. Se dice que los machos son **hemicigotos** (**Figura 3**) porque tienen un solo alelo para cualquier característica ligada al cromosoma **X**.

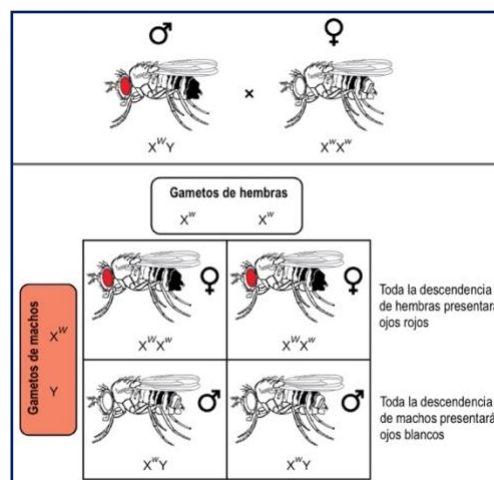


Figura 2. Cruza de moscas de hembras de ojos rojos y machos de ojos blancos. Modificado de: <http://bitly.ws/RpNT>

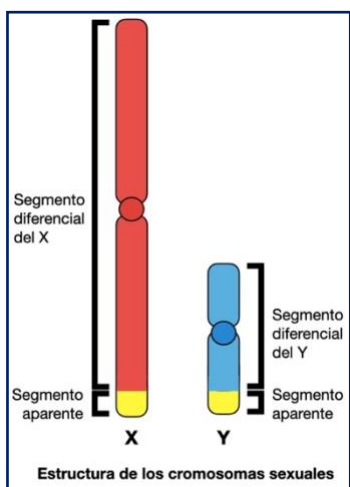


Figura 3. Representación de los cromosomas X e Y, con las regiones homólogas y no homólogas. [Dibujo] R. Rodríguez (2020).

Los machos *Drosophila* carecen de una segunda copia del alelo en el cromosoma **Y**; es decir, su genotipo solo puede ser $X^w Y$ (ojos rojos) o $X^w Y$ (ojos blancos). En contraste, las hembras tienen dos copias alélicas de este gen y pueden ser $X^w X^w$ (ojos rojos), $X^w X^w$ (ojos rojos) $X^w X^w$ (ojos blancos). En un cruce ligado al cromosoma **X**, los genotipos de la descendencia F_1 y F_2 dependen de sí el rasgo recesivo fue expresado por el macho o la hembra en la generación P_1 . Con respecto al color de ojos de *Drosophila*, cuando el macho P_1 expresa el fenotipo de ojos blancos y la hembra es homocigótica de ojos rojos, todos los miembros de la generación F_1 presentan ojos rojos.

Alelos recesivos ligado a cromosomas sexuales (X)

Las enfermedades ligadas al sexo se transmiten de padres a hijos a través de uno de los cromosomas **X** o **Y**. Estos son cromosomas sexuales. La herencia dominante ocurre cuando un gen anormal de uno de los padres causa la enfermedad, aunque el gen compatible del otro padre sea normal. El gen anormal domina. Sin embargo, en la herencia recesiva, ambos genes compatibles deben ser anormales para producir la enfermedad. Si solo un gen del par es anormal, la enfermedad no se presenta o es leve. Alguien que tenga un gen anormal, pero no los síntomas, se denomina portador. Los portadores les pueden transmitir los genes anormales a sus hijos. Con frecuencia, el término "recesivo ligado al sexo" se refiere a recesivo ligado al cromosoma **X**. Las enfermedades recesivas ligadas al cromosoma **X** casi siempre se presentan en los hombres. Ellos solo tienen un cromosoma **X**. Un solo gen recesivo en dicho cromosoma **X** causará la enfermedad. El cromosoma **Y** es la otra mitad del par de genes **XY** en el hombre. Sin embargo, el cromosoma **Y** no contiene la mayoría de los genes del cromosoma **X**. Debido a esto, no protege al hombre. Enfermedades como la **hemofilia** y la **distrofia muscular de Duchenne** ocurren a raíz de un gen recesivo en el cromosoma **X**.

Escenarios típicos. En cada embarazo, si la madre es una portadora de cierta enfermedad (ella tiene solo un cromosoma X anormal) y el padre no es un portador de la enfermedad, el resultado esperado es:

- 25% de probabilidad de un varón sano.
- 25% de probabilidad de un varón con la enfermedad.
- 25% de probabilidad de una niña sana.
- 25% de probabilidad de una niña portadora sin la enfermedad.

Si el padre tiene la enfermedad y la madre no es una portadora, los resultados esperados son:

- 50% de probabilidad de tener un varón sano.
- 50% de probabilidad de tener una niña sin la enfermedad, quien es portadora.

Esto significa que ninguno de los hijos presentaría en realidad signos de la enfermedad, pero el rasgo se puede heredar a los nietos.

Trastornos recesivos ligados al cromosoma X en las mujeres

Las mujeres pueden adquirir un trastorno recesivo ligado al cromosoma **X**, pero esto es muy poco frecuente. Se requeriría un gen anormal en el cromosoma **X** de cada uno de los padres, ya que una mujer tiene dos cromosomas **X**. Esto podría ocurrir en los siguientes dos escenarios:

En cada embarazo, si la madre es una portadora del gen y el padre tiene la enfermedad, los resultados esperados son:

- 25% de probabilidad de un varón sano.
- 25% de probabilidad de un varón con la enfermedad.
- 25% de probabilidad de una niña portadora.
- 25% de probabilidad de una niña con la enfermedad

Si tanto el padre como la madre tienen la enfermedad, los resultados esperados son:

- 100% de probabilidad de que el hijo tenga la enfermedad, sea niño o niña

Las portadoras femeninas pueden tener un cromosoma X normal que está anormalmente inactivado. Esto se denomina "inactivación sesgada del cromosoma X". Estas mujeres pueden tener síntomas similares a los de los hombres o pueden tener solo síntomas leves.

ACTIVIDADES DE APRENDIZAJE





ACTIVIDAD 39

Instrucciones: Elabora un mapa conceptual de variantes de la herencia mendeliana.

ACTIVIDAD 40

Instrucciones: Resuelve los siguientes ejercicios, para ello utiliza el cuadro de Punnett, coloca sus gametos y alelos que correspondan según la información proporcionada.

Caso 1. Una pareja tuvo 4 hijos con los siguientes tipos sanguíneos: A, B, AB y O. Sin embargo, el padre argumenta que el niño con tipo sanguíneo O no es su hijo. ¿Podría tener razón? Pruébalo haciendo la cruce correspondiente. Estos fenotipos solo son posibles si uno de los cónyuges es de tipo sanguíneo A y el otro B, ambos heterocigos como se muestra en la siguiente cruce.

♀ ♂		
		
		

Respuesta:

Caso 2. En una clínica se mezclaron por error cuatro recién nacidos. Los grupos sanguíneos de estos niños son: O (Julia), A (Tomás), B (Fernando), AB (Alison). Los grupos sanguíneos de las cuatro parejas de padres son:

Pareja	Probable hijo (a)
1. ♀AB x ♂O	
2. ♀A x ♂O	
3. ♀A x ♂AB	
4. ♀O x ♂O	

- ¿Cuál sería el hijo más probable de cada pareja?
- La Pareja 1: ¿podrían ser padres de Tomás o Fernando?

En los siguientes cuadros, propongan los gametos de cada padre y los posibles hijos de acuerdo a los gametos.

Pareja 1	Pareja 2	Pareja 3	Pareja 4																																																
<table border="1"> <tr> <td>♀</td> <td>♂</td> <td></td> <td></td> </tr> <tr> <td></td> <td></td> <td></td> <td></td> </tr> <tr> <td></td> <td></td> <td></td> <td></td> </tr> </table>	♀	♂											<table border="1"> <tr> <td>♀</td> <td>♂</td> <td></td> <td></td> </tr> <tr> <td></td> <td></td> <td></td> <td></td> </tr> <tr> <td></td> <td></td> <td></td> <td></td> </tr> </table>	♀	♂											<table border="1"> <tr> <td>♀</td> <td>♂</td> <td></td> <td></td> </tr> <tr> <td></td> <td></td> <td></td> <td></td> </tr> <tr> <td></td> <td></td> <td></td> <td></td> </tr> </table>	♀	♂											<table border="1"> <tr> <td>♀</td> <td>♂</td> <td></td> <td></td> </tr> <tr> <td></td> <td></td> <td></td> <td></td> </tr> <tr> <td></td> <td></td> <td></td> <td></td> </tr> </table>	♀	♂										
♀	♂																																																		
♀	♂																																																		
♀	♂																																																		
♀	♂																																																		

[Dibujo] R. Rodríguez (2020)

Caso 3. El daltonismo es un defecto genético que causa dificultad para distinguir los colores. Se trata de un tipo de herencia ligada al sexo, en concreto, al cromosoma X. La condición de daltonismo tiene un comportamiento recesivo X^d/X^d serán mujeres daltónicas y X^d/Y serán hombres daltónicos.

- ¿Cuál es la probabilidad de una pareja donde la madre con visión normal, pero cuyo padre es daltónico y el padre es de visión normal.
- Plantea el genotipo del padre de la mama (abuelo), el de la madre y el del padre.
- Proponga los gametos de los progenitores y prediga la descendencia (con un cuadro de Punnett).

♀	♂		

ACTIVIDADES DE AUTOEVALUACIÓN

Instrucciones. Lee cuidadosamente la pregunta y sus opciones, selecciona y marca solo la opción correcta.

- 1. Si se aparean ratones blancos y negros de reproducción real y el resultado es una descendencia de ratones con manchas blancas y negras, ¿de qué patrón de herencia sería indicativo?**
 - A) Dominio.
 - B) Codominancia.
 - C) Alelos múltiples.
 - D) Dominancia incompleta.
- 2. Una mujer “portadora” que es heterocigota para el carácter recesivo, ligado al sexo que causa daltonismo (o alternativamente, hemofilia), se casa con un hombre normal. ¿Qué proporción de sus hijos varones tendrán daltonismo (o alternativamente serán hemofílicos)?**
 - A) 100%
 - B) 75%
 - C) 50%
 - D) 25%
- 3. En la herencia ligada al sexo:**
 - A) El fenotipo no depende del genotipo sino del sexo del individuo.
 - B) Las hembras se ven más afectadas que los varones.
 - C) Los genes están situados en el cromosoma Y.
 - D) Los varones se ven más afectados que las mujeres.
- 4. Las variaciones de las leyes de Mendel tienen como consecuencia:**
 - A) Ninguna.
 - B) Aumentan solo los genotipos de la descendencia.
 - C) Aumentan los fenotipos.
 - D) Intervienen varios cromosomas.

5. De las siguientes afirmaciones menciona si es falsa o verdadera, de acuerdo con la información antes mencionada.

- a) En la herencia de codominante intervienen mas de dos genes: _____.
- b) Los hombres son homocigóticos debido a la diferencia de tamaño de sus cromosomas sexuales: _____.
- c) Los alelos se forman por mutación de alelos preexistentes: _____.
- d) Los genes pueden tener solo dos alelos: _____.

REFERENCIAS

Sadava D. et al. (2009). Vida. la ciencia de la biología. (8a. ed) Argentina Médica panamericana pp. 218-219.

Griffiths, A.J.F., et. Al. (2008). Genética (9a edición) Cap. 6 McGraw-Hill/Interamericana. Traducción al castellano A. Barbadilla. Recuperado de <https://bit.ly/3jaiwSM>

(s/a) (2020) Alternativas a la dominancia y la recesión. Recuperado el 17/10/2020 de <https://bit.ly/3dASzL7>

(s/a) (2020) Gen recesivo ligado al sexo recuperado el 18/10/2020 de: <https://bit.ly/3dCOE0k>

Imágenes:

(s/a) (2017) Grupos sanguíneos. Recuperado 17/10/2020 de: <https://bit.ly/3rJI5QL>

s/a (2020) Alternativas a la dominancia y la recesión. OpenStax. Recuperado 18/10/2020. <https://bit.ly/3dASzL7>

(s/a) (2019) Expresión génica Recuperado 18/10/2020 de: <https://bit.ly/39Y1shK>

TEMA 2. HERENCIA

Teoría cromosómica de la herencia.

Elaborado por: Lucia Herrera Velázquez

APRENDIZAJE. El alumno distingue la herencia teoría cromosómica de la herencia como la explicación en la transmisión de caracteres.

CONCEPTOS CLAVE. Cromosoma, gen, recombinación genética, genes ligados, principio de segregación.

DESARROLLO DE CONTENIDOS

Teoría cromosómica de la Herencia

Alguna vez te has preguntado ¿Cómo se transmiten las características de una generación a otra?, ¿Qué estructuras están involucradas? ¿Por qué te pareces a tus padres? ¿Cuáles son los procesos que permiten que las características de los organismos sean distintas de generación en generación?, estas y muchas otras preguntas fueron planteadas antes de que se consolidara en el siglo XX **La teoría cromosómica de la herencia.**

Como te habrás dado cuenta, la biología está construida a partir de un gran número de ideas de diferentes investigadores, se formulan hipótesis, se someten a prueba, se obtiene evidencia y se formula una teoría. Hasta el momento has revisado dos pilares fundamentales del conocimiento biológico, la Teoría celular (describe la estructura básica de los sistemas vivos) y la Teoría de la evolución por selección natural (explica por qué las especies cambian con el tiempo). La tercera teoría importante para la biología se empezó a gestar gracias a los trabajos de Gregorio Mendel y Charles Darwin quienes comenzaron a explorar los mecanismos de la herencia, pero como no tenían prueba de ello, sus trabajos fueron ignorados durante mucho tiempo. Fue hasta que se obtuvieron avances en el área de la citología que se logró evidenciar la relación entre los cromosomas y la herencia genética.

¿Quién descubrió los cromosomas? Diferentes biólogos europeos cerca de 1880 observaron la actividad de las estructuras celulares recién evidenciadas gracias al perfeccionamiento del microscopio; sin conocer los trabajos de Mendel, concluyeron

que cualquier factor que gobernara las características heredadas debía pasar de una célula a otra. Fue el biólogo alemán **Walther Flemming** quien observó en **células de salamandra** -que se caracterizan por presentar núcleos grandes - que, durante la división celular, el material genético contenido en el núcleo se organizaba en filamentos visibles, que hoy reciben el nombre de cromosomas (“corpúsculos coloreados”).

¿Hay una relación entre los cromosomas y los mecanismos de la herencia?

Posteriormente, se describió el proceso de meiosis y en 1892 **August Weismann** describió la formación del ovulo y el espermatozoide del parásito (**lombriz intestinal**) *Ascaris megalocephala*, él propuso que durante este proceso el número de cromosomas disminuía a la mitad después de la formación de los gametos y posteriormente se restaura durante la fertilización. **Theodor Heinrich Boveri** por su parte señaló que los óvulos de *Ascaris* retuvieron solo dos cromosomas y que el número normal de cuatro cromosomas se restauró después de la unión del espermatozoide y del óvulo. El trabajo de Boveri proporcionó una de las primeras descripciones de la meiosis y también reconoció que hay una relación entre el comportamiento de los “factores” propuestos por Mendel y los cromosomas. Con esta información se dedujo que la mitad de los cromosomas que tiene un individuo proviene del padre y la otra mitad de la madre.

Trabajando de forma independiente los hallazgos de Boveri fueron confirmados por un destacado genetista estadounidense **Walter Sutton**, quien en 1903 publicó un artículo en el que destacó que **los cromosomas son los portadores de la información genética**. Esta conclusión la obtuvo al estudiar la formación de las células sexuales en **machos de saltamontes**, que tiene cromosomas grandes y de fácil observación. Él se percató que, durante la meiosis, los pares de cromosomas se dividen, formando dos células hijas. Por lo que encontró **una correspondencia entre el proceso de meiosis y el principio de segregación planteado por Mendel**. Cuando Sutton examinó los cromosomas en la primera etapa de la meiosis (**profase I**) encontró que se asocian en **pares homólogos** y forman un complejo bivalente. En el saltamontes él observó 11 pares de cromosomas unidos, junto con un cromosoma adicional al que posteriormente se le denominó cromosoma X

determinante del sexo. **La primera división en la meiosis asegura la separación de los cromosomas homólogos en las células hijas**, por lo que las células recién formadas solo tienen la mitad de la información genética. Sutton posteriormente propuso la base de la variación entre los rasgos hereditarios cuando se separaron en gametos, el conjunto de cromosomas en cada célula hija contiene una combinación de los rasgos paternos, pero no es la misma que las células hijas. Esto es debido a que los cromosomas son estructuras independientes por lo que al **recombinarse** durante la meiosis el número de posibles combinaciones cromosómicas para cada gameto podría calcularse en función del número de cromosomas en el organismo.

La confirmación de la teoría

En la investigación científica como te has dado cuenta a menudo de utilizan organismos como modelos experimentales. Al respecto, la mosca de la fruta ***Drosophila melanogaster*** es un organismo muy utilizado en los estudios de genética. Entre sus ventajas se puede desatacar: Su ciclo de vida corto (14 días), es de tamaño pequeño aproximadamente 3 mm, solo cuenta con cuatro pares de cromosomas uno de los cuales corresponde a los cromosomas sexuales, es fácil de criar y mantener en condiciones de laboratorio. Por estas razones Thomas H. Morgan, lo eligió para realizar su trabajo y con ello consolidar la teoría cromosómica de la herencia.

Morgan al estar realizando sus experimentos observó que nació una mosca de ojos blancos y cuando esta se apareo con una hembra de ojos rojos todos los hijos tuvieron esta característica (**Figura 1**). Por lo que se pensó que esta característica era recesiva. El continuo con sus experimentos y cuando realizó el cruce de la segunda generación obtuvo un 75 % de moscas de ojos rojos y un 25 % de moscas con ojos blancos, hecho que concuerda con los establecido

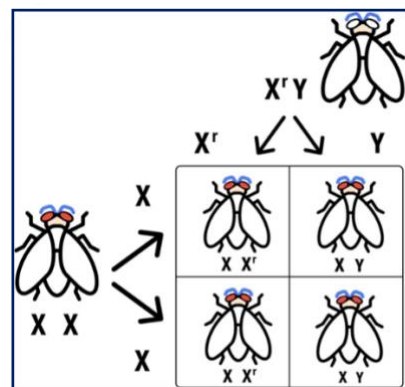


Figura 1. Ilustra la cruce de hembra de ojos rojos con un macho de ojos blancos.

anteriormente con Gregorio Mendel (**Figura 2**). Cuando determino el sexo de las moscas se percató que todas las moscas con ojos blancos (mutación recesiva en el gen) eran machos, por lo que dedujo que no hay hembras de ojos blancos debido a que esta característica recesiva se encuentra asociada al cromosoma sexual femenino en la mosca de la fruta. Así que las moscas macho siempre mostrarían el color de ojos codificado en su único cromosoma X. Por el contrario, las moscas hembras desarrollarían un color de ojos blanco solo cuando hereden dos versiones mutantes del gen del color de ojos (**Figura 3**). Este trabajo demostró de manera concluyente que los caracteres hereditarios están controlados por genes que se disponen en orden lineal en los cromosomas y son transmitidos a través de los gametos, manteniendo la continuidad genética de generación en generación. En otros trabajos realizados por Morgan fue capaz de demostrar que **la transmisión independiente** no se aplica si los dos loci están muy juntos en el mismo par de cromosomas homólogos a lo que el denominó **genes ligados**. Con estas y otras investigaciones que se realizaron posteriormente se puede concluir en relación con la **teoría cromosómica de la herencia** que:

- Los genes se sitúan en los cromosomas.
- El orden de los genes en los cromosomas es lineal.
- La recombinación genética está relacionado con el intercambio de segmentos cromosómicos durante la meiosis.
- Los genes que se encuentran en el mismo cromosoma tienden a heredarse juntos de tal forma que se denominan genes ligados.
- Los genes que están en diferentes cromosomas se distribuyen independientemente en los gametos durante el proceso de Meiosis.

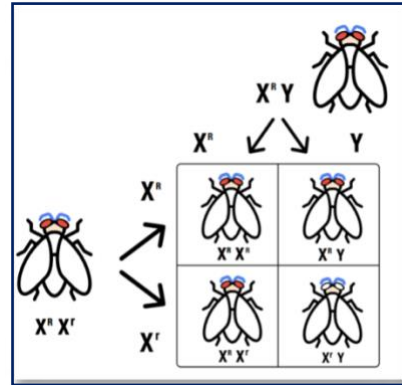


Figura 2. Cruza de hembra de ojos rojos con un macho de ojos blancos

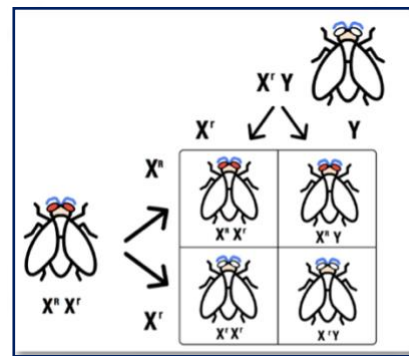


Figura 3. Cruza de hembra heterocigota con macho de ojos blancos.

ACTIVIDADES DE APRENDIZAJE

ACTIVIDAD 41

Instrucciones: Con la información de la lectura completa la siguiente tabla.

¿Cómo se construyó la teoría cromosómica de la herencia?

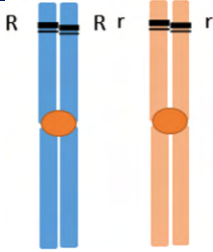
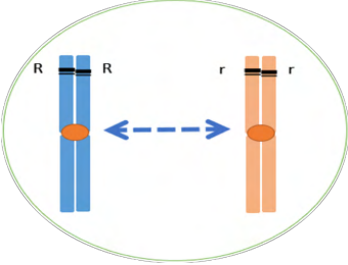

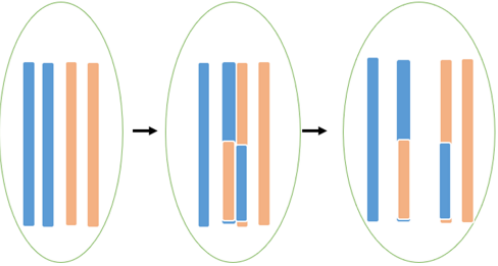
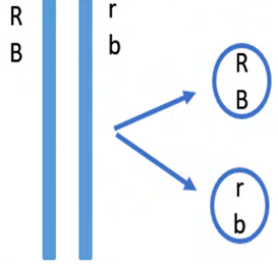
Investigador	Año	Organismo modelo utilizado	Contribución a la Teoría Cromosómica

ACTIVIDAD 42

Instrucciones: Analiza las siguientes imágenes y anota debajo de cada una de ellas el punto de la teoría cromosómica al que hace referencia. Posteriormente, selecciona las frases que explican en que consiste cada uno de ellos.

Postulados: **I.** Principio de segregación. **II.** Recombinación genética. **III.** Los genes están en los cromosomas. **IV.** Genes ligados. **V.** Ordenamiento lineal.

Explicaciones: **a)** Se produce un intercambio de la información genética, por lo que hay diferencias entre los padres y la descendencia, **b)** Los alelos del mismo gen se separan durante la meiosis I, **c)** Los genes de los cromosomas homólogos presentan una idéntica localización a lo largo de los cromosomas, **d)** Los genes están muy cerca uno del otro, no hay posibilidad de intercambiar información genética y se heredan de forma simultánea, **e)** Los genes son fragmentos de ADN y son considerados una unidad de herencia, se localizan en los cromosomas.

	Postulado	Explicación
		
		
		
		
		

ACTIVIDAD 43

Instrucciones: Para plantear la teoría cromosómica de la herencia se utilizaron diferentes organismos modelo. Anota tres argumentos a favor y tres en contra sobre el uso de estos organismos a nivel científico.

Argumentos a favor	Argumentos en contra

ACTIVIDADES DE AUTOEVALUACIÓN

Instrucciones. Lee cuidadosamente la pregunta y sus opciones, selecciona y marca solo la opción correcta.

- 1. Dos genes que están muy cerca en el mismo cromosoma cuando se hereden:**
 - A) lo harán de forma cruzada.
 - B) tienden a heredarse juntos.
 - C) lo harán de forma independiente.
 - D) tendrán mucho intercambio de ADN.
- 2. Estos investigadores establecieron de forma independiente que los genes están localizados en los cromosomas.**
 - A) Flemming y Sutton.
 - B) Sutton y Boveri.
 - C) Mendel y Morgan.
 - D) Boveri y Flemming.
- 3. Son características que deben tener un organismo para ser utilizado como modelo experimental.**
 - A) Son de gran tamaño y se conoce su morfología.
 - B) Producen mucha descendencia y ciclo de vida largo.
 - C) Fácil de criar y producen poca descendencia.
 - D) Ciclo de vida corto y producen mucha descendencia.

4. Los genes forman parte de estructuras visibles llamadas:

- A) Tétradas.
- B) Cromátidas.
- C) Cromosomas.
- D) Nucleosomas.

5. El Progreso en estos dos campos fue determinante para la construcción de la teoría cromosómica.

- A) Microscopía y citología.
- B) Citología y fisiología.
- C) Embriología y microscopía.
- D) Fisiología y embriología.

REFERENCIAS

Freeman S. (2009) Biología. México. Pearson Educación.

Solomon P., Berg R., Martin. W. (2013). Biología. México, D.F.: Cengage Learning.

Starr C., Taggart R., Evers C., Starr L. (2013). Biología: La unidad y la diversidad de la vida. Cengage Learning Editores.

TEMA 2. HERENCIA

Mutación y cambio genético.

Elaborado por: Itzel Georgina Meneses Ochoa

APRENDIZAJE. El alumno aprecia que las mutaciones son fuente de cambio en los sistemas biológicos.

CONCEPTOS CLAVE. Mutación, DNA, material genético, células somáticas, células sexuales, cromosoma.

DESARROLLO DE CONTENIDOS

Instrucciones: Lee cuidadosamente la siguiente lectura y subraya las ideas que te parezcan más importantes.

Una mutación se define como cualquier cambio en el material genético, o bien como cambios en la secuencia de las bases del DNA (ácido desoxirribonucleico). El término fue acuñado por Hugo de Vries en 1901 en su publicación “Teoría de la mutación” al redescubrir las “Leyes de Mendel”, donde observó que algunas especies experimentaban grandes cambios de una generación a otra.

Las mutaciones pueden ocurrir en regiones de un gen que codifican para una proteína o en regiones no codificantes (mutaciones silenciosas), las mutaciones pueden o no manifestarse fenotípicamente; esto depende en que región del gen se presente. La frecuencia en la tasa de mutación es muy alta, sin embargo, existen mecanismos de reparación del DNA, cuando sucede que una secuencia de DNA se ha modificado y esta no fue corregida, la replicación del DNA se ve alterada, haciendo que la mutación se pueda fijar en el individuo, si ocurrió en células somáticas, o en la población si ocurrió en células germinales (las que dan origen a los gametos). Existen diferentes clasificaciones para las mutaciones basadas en aspectos tan diversos como: el tipo de células en que se presentan (germinales y somáticas), la extensión del material genético que abarcan (génicas, cromosómicas y genómicas), su efecto sobre el fenotipo (“perjudicial”, neutral y “benéfica”) y según su origen (espontáneas e inducidas).

SEGÚN EL TIPO DE CÉLULA DONDE SE PRESENTA:

- a) **Somática:** Como su nombre lo indica, se presentan en células somáticas (células no sexuales), por lo que no se heredan a la descendencia, pero se transmiten a las células hijas por mitosis. Puede no tener efecto cuando es reparada, sin embargo, cuando esto no ocurre puede estimular la división celular de forma descontrolada provocando cáncer.
- b) **Germinal:** Se presenta en línea germinal y puede transmitirse en generación a generación. Son la base de la diversidad genética, la evolución y de enfermedades genéticas.

SEGÚN SU EXTENSIÓN EN EL MATERIAL GENÉTICO:

- a) **Génica o molecular:** Cambio “relativamente pequeño” en la secuencia de nucleótidos de un único gen. Existen diferentes clasificaciones para este tipo de mutación (**Figura 1**).

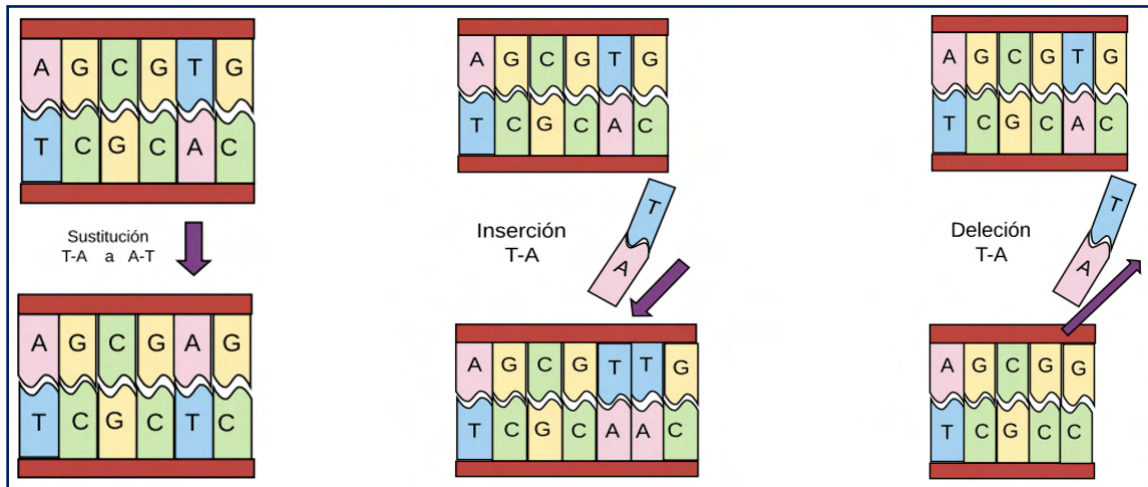


Figura 1. Mutación génica o molecular. Sustitución, inserción y deleción de bases.

Tomado de: Meneses 2020

Sustitución de bases o puntual: Cambio en un par de bases complementarias, este puede cambiar el triplete de tal manera que siga codificando el mismo aminoácido por lo que es indetectable (**silenciosa**), cambiarlo por uno diferente (**cambio de sentido**) o incluso por un codón de término lo que generalmente impide la función del producto génico (**sin sentido**). Además, otras clasificaciones se basan en si el cambio es de una pirimidina por otra pirimidina o una purina por otra purina

lo que se conoce como **transición**, o si es de una purina por una pirimidina o viceversa a lo que se le llama **transversión**.

Inserción y delección: Consiste en la adición o eliminación de uno o más pares de nucleótidos complementarios, cuando estos no son múltiplos de tres, provocan un cambio en el marco de lectura a partir de la mutación produciendo que se traduzca un nuevo producto génico generalmente no funcional.

b) Cromosómica o aberración cromosómica: Alteraciones que incluyen duplicación o delección de segmentos o genes de un cromosoma, cambios en la disposición de genes o segmentos dentro o entre cromosomas y cambios en el número de cromosomas individuales. La variación en el número de cromosomas

individuales se conoce como **aneuploidia (Figura 2)**, la cual consiste en la adición o eliminación de cromosomas, las más comunes son la *monosomía* (perdida de un solo cromosoma de un genoma diploide) y la *trisomía* (ganancia de un cromosoma en un genoma diploide). A la alteración en la estructura de un cromosoma se le conoce como **reordenamiento cromosómico (Figura 3)** estas abarcan **duplicación, delección o inversión** de segmentos dentro de un cromosoma, o el paso del segmento de un cromosoma a otro no homólogo, lo que se conoce como **translocación**.

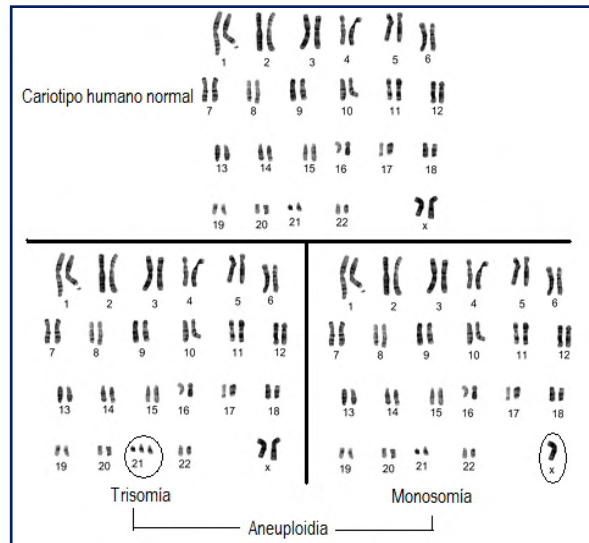


Figura 2. Aberraciones cromosómicas.
Tomado de: Meneses, 2020.

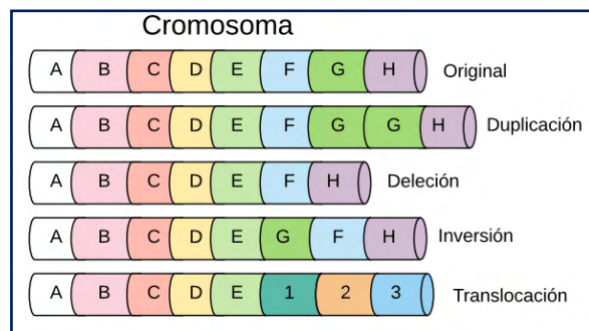


Figura 3. Reordenamiento cromosómico.
Tomado de: Meneses 2020.

c) **Genómica:** Son alteraciones en el número de juegos completos de cromosomas del genoma típicos de una especie (**euploidias**). Cuando se pierden juegos de cromosomas se le nombra **haploidia** y cuando se ganan juegos completos se les llama **poliploidia**, éste último se presenta frecuentemente en plantas. La inducción artificial de la poliploidía ha sido empleada mediante técnicas biotecnológicas para mejorar plantas de interés medicinal, ornamental y agrícola (**Figura 4**).

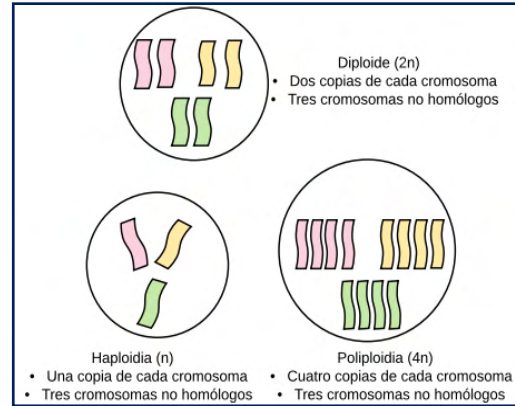


Figura 4. Mutación genómica, euploidías.
Tomado de: Meneses, 2020.

SEGÚN SU EFECTO SOBRE EL FENOTIPO

Cuando una mutación resulta ser desfavorable para el organismo, estos llegan a morir de inmediato o se desencadena un cáncer, cuando resulta ser adecuada se fija a través de las generaciones, siendo estas favorecidas por la selección natural, que es la base fundamental para la evolución. Cuando no ejercen ningún efecto en el organismo, no tienen relevancia y son conocidas como *mutaciones silenciosas*.

SEGÚN SU ORIGEN (ESPONTANEAS E INDUCIDAS).

Las causas que provocan las mutaciones pueden ser de manera espontáneas ó inducida, las primeras ocurren de manera natural, esto por errores durante el proceso de la replicación del ADN o por la acción de procesos celulares que alteran a las bases nitrogenadas y las segundas pueden surgir por sustancias químicas, por radiaciones o bien por el ambiente.

a) Espontaneas

Cambios tautoméricos: Las bases nitrogenadas (**Figura 5**) (purinas y pirimidinas) se presentan en dos formas químicas alternativas (tautoméricas) denominadas isómeros estructurales, diferenciándose en un protón desplazado

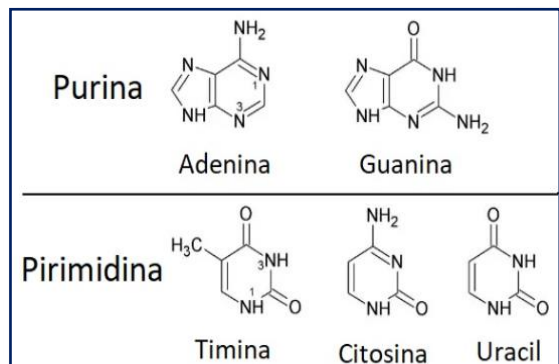


Figura 5. Bases nitrogenadas.
Tomado de: <https://bit.ly/2N6dPiu>

en la molécula, los tautómeros más estables de las bases nitrogenadas son los resultados de los emparejamientos de éstas (entre una pirimidina y una purina), que sirven de base al modelo de doble hélice del DNA. Los cambios **tautoméricos** (Figura 6) pueden resultar en cambios en el emparejamiento de bases, que conducen a la mutación y esto se produce durante la replicación del DNA.

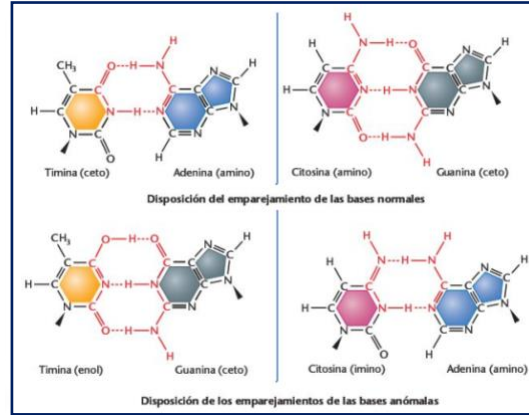


Figura 6. Comparación de las relaciones de emparejamiento de bases normales con los anómalos, producidos como resultado de cambios tautoméricos. Tomado de: Klug, S., Cummings R y Spencer A., 2006

Despurinación y desaminación: La despurinación (Figura 7) implica la pérdida de bases nitrogenadas en una molécula de DNA, mediante la ruptura del enlace glucosídico que une el C1 de la desoxirribosa y la posición 9 de la purina, formándose un sitio apurínico, esto implica que no haya ninguna base en esa posición que actué como molde durante la replicación y que se introduzca un nucleótido al azar. En la desaminación, el grupo amino de la adenina o de la citosina

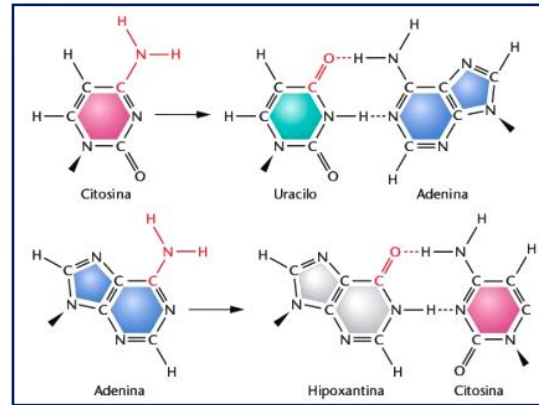


Figura 7. Desaminación de la citosina y la adenina, dan lugar a nuevos emparejamientos de bases y a mutaciones. Tomado de: Klug, S., Cummings R. Y Spencer A., 2006.

se convierte en grupo ceto, por ataque hidrolítico, da lugar a emparejamiento de bases nuevos, la citosina se convierte en uracilo, que se empareja con la adenina. La adenina se convierte en hipoxantina, que se empareja con la citosina.

Transposones: Son segmentos de DNA que varían de unos pocos cientos a varios miles de bases, esta mutación es provocada por secuencias (transposones, elementos móviles génicos) de DNA que “saltan” en medio de un gen, estos pueden interrumpir o desactivar las funciones de los genes. Se conoce que en los humanos casi la mitad del genoma consiste en transposones, estos son de gran importancia a nivel evolutivo (Figura 8).

Daño oxidativo: Es producto de diversos tipos de oxígeno reactivo que se produce durante la respiración aeróbica como superóxidos, radicales hidroxilo y peróxido de hidrogeno, o producidos por exposición a radiación de alta energía, esto conduce a un mal emparejamiento en la replicación.

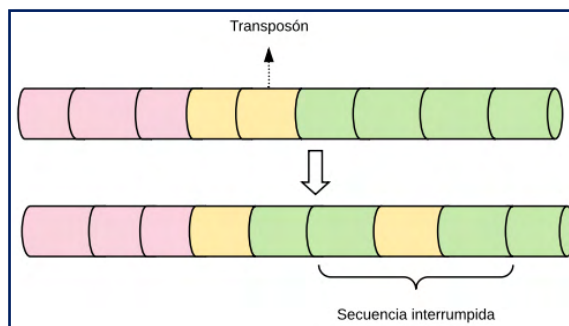


Figura 8. Transposón. Tomado de: Meneses, 2020.

b) Inducidas

Radiación ionizante: Implicados los rayos X, gamma y los cósmicos, todos estos provocan la ionización de moléculas, provocando que se transformen en radicales libres y en iones reactivos que incitan a diversas reacciones químicas pudiendo afectar directa o indirectamente el material genético, logrando alterar a las bases nitrogenadas o rompiendo los enlaces fosfodiéster o bien provocando aberraciones cromosómicas.

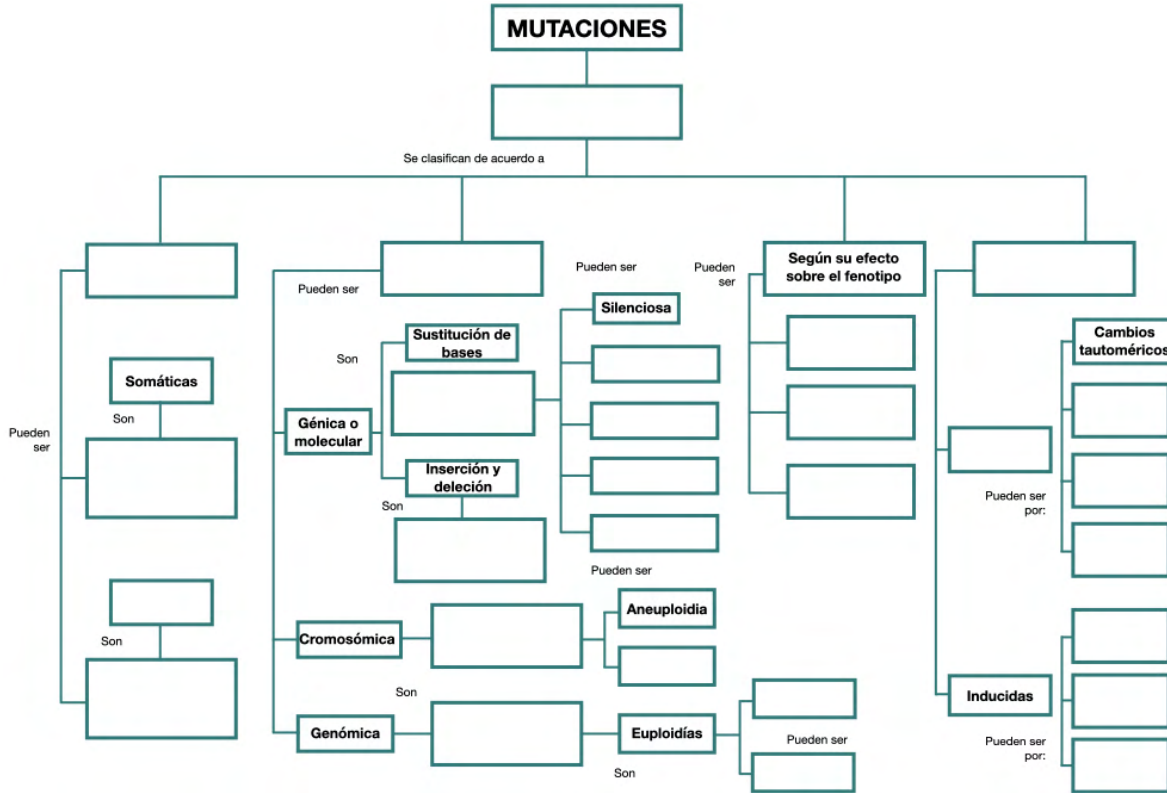
Radiación ultravioleta y dímeros de timina: Cualquier longitud de onda menor a la luz visible tiene un efecto perjudicial sobre las moléculas orgánicas provocando la formación de dímeros de pirimidina, estos distorsionan la conformación del DNA e inhibiendo la replicación normal.

Agentes alquilantes: Dañan el material genético mediante la formación de enlaces covalentes entre los grupos alquilo principalmente de las bases nitrogenadas, bloqueando la síntesis de DNA, algunos ejemplos de estos agentes son el gas mostaza, el etilmetano sulfonato y el etiletano sulfonato.

ACTIVIDADES DE APRENDIZAJE

ACTIVIDAD 44

Instrucciones: Completa el siguiente mapa conceptual.



ACTIVIDAD 45

Instrucciones: Responde a cada interrogante.

1. ¿De qué manera ocurren las mutaciones?
2. ¿Las mutaciones son heredables? ¿De qué manera? Justifica tu respuesta.
3. ¿Por qué se considera a las mutaciones como fuerza evolutiva?
4. ¿De qué manera las personas se pueden proteger del cáncer? ¿De acuerdo a las clasificaciones, de qué tipo de mutación se estarán protegiendo?
5. ¿Las mutaciones pueden favorecer a la preservación de las especies? Justifica tu respuesta.

ACTIVIDADES DE AUTOEVALUACIÓN

Instrucciones. Lee cuidadosamente la pregunta y sus opciones, selecciona y marca solo la opción correcta.

- 1. Se presenta en células asexuales, esta mutación se transmite a las células hijas a través de la división mitótica.**
 - A) Mutaciones somáticas.
 - B) Aberraciones línea germinal.
 - C) Mutación cromosómica.
- 2. Este tipo de mutación produce modificaciones en la secuencia de nucleótidos de un único gen.**
 - A) Mutaciones génicas.
 - B) Mutaciones genómicas.
 - C) Aberraciones cromosómicas.
- 3. Mutación que produce un cambio en la disposición de los genes dispuestos en el cromosoma.**
 - A) Mutaciones somáticas.
 - B) Mutaciones línea germinal.
 - C) Mutación cromosómica.
- 4. Mutación caracterizada por alterar el número de cromosomas típicos de la especie.**
 - A) Mutaciones génicas.
 - B) Mutaciones genómicas.
 - C) Aberraciones cromosómicas.
- 5. En este tipo de mutación se presentan las transiciones, transgresiones, adiciones y deleciones.**
 - A) Mutaciones génicas.
 - B) Mutaciones genómicas.
 - C) Aberraciones cromosómicas.

REFERENCIAS

- Audesirk T., Audesirk G. y Bruce E. (2008). Cap. 9. *DNA: La molécula de la herencia*. En *Biología: La vida en la Tierra* (pp. 148-165). México: Pearson Educación.
- Fernández J., Fernández A., Santos J. y González J. (2002). Cap. 23. *Bases moleculares de las mutaciones génicas*. En *Genética* (pp. 309-322). Madrid, España: Editorial Ariel.
- Klug, S., Cummings R. y Spencer A. (2006). Cap. 15. *Mutación génica, reparación del ADN y transposición*. En *Conceptos de genética* (pp. 415-4228). Madrid, España: Pearson Educación.
- Klug, S., Cummings R. y Spencer A. (2006). Cap. 15. *Mutaciones cromosómicas: variación en el número y ordenación de los cromosomas*. En *Conceptos de genética* (pp. 213-244). Madrid, España: Pearson Educación.
- Lagunas F. (2018). *Daño y reparación del ADN*. [versión electrónica]. *Novedades científicas*. Vol. 69 (4), 7-11.
<https://www.revistaciencia.amc.edu.mx/online/DanoADN.pdf>
- Solomon E., Berg L. y Martin D. (2013). Cap. 13 *Mutaciones*. En *Biología* (pp. 300-303). México: Cengage Learning Editores.

TEMA 2. HERENCIA

Manipulación del DNA.

Elaborado por: Iztzel Pérez Olivares

APRENDIZAJE. El alumno reconoce las implicaciones biológicas y ética de la manipulación del material genético.

CONCEPTOS CLAVE. Manipulación del DNA, biotecnología, ingeniería genética, organismos transgénicos, clonación, terapia génica, bioética.

DESARROLLO DE CONTENIDOS

Instrucciones: Lee cuidadosamente la siguiente lectura y subraya de un color los argumentos a favor y de otro los argumentos en contra en relación a los organismo transgénicos, la terapia génica y la clonación.

¿Qué es eso llamado manipulación del ADN?

El conocimiento de los genes comenzó desde que Watson y Crick descubrieron la estructura de DNA, esto llevó a los investigadores a descubrir cómo se puede modificar o insertar genes en otros organismos para fines diversos. Así fue cómo surgió la **ingeniería genética**, la cual consiste en el desarrollo de técnicas para cortar genes, modificarlos, insertarlos y lograr que se expresen dentro de otro organismo, a esto se le denomina **tecnología del DNA recombinante**.

Para hablar de DNA recombinante, es necesario entender el proceso que permite obtenerlo; esta tecnología se basa en el uso de enzimas que son capaces de cortar el DNA en segmentos específicos, estas son las **enzimas de restricción**, también se necesitan de otras que puedan pegar estos segmentos estas son las **ligasas**, al trabajar juntas permiten cortar y pegar genes, como cuando se coloca un parche en la ropa. También ha sido de gran utilidad el desarrollo de la reacción en **cadena de la polimerasa** o **PCR**, la cual permite obtener varias copias de un solo segmento de DNA en un periodo corto de tiempo. Finalmente se requiere un medio o **vector**, el cual permite insertar el gen deseado en la célula que se va a transformar, para ello se utilizan **virus** o **plásmidos** de bacterias, un ejemplo de este, es el proceso de obtención de la insulina (**Figura 1**).

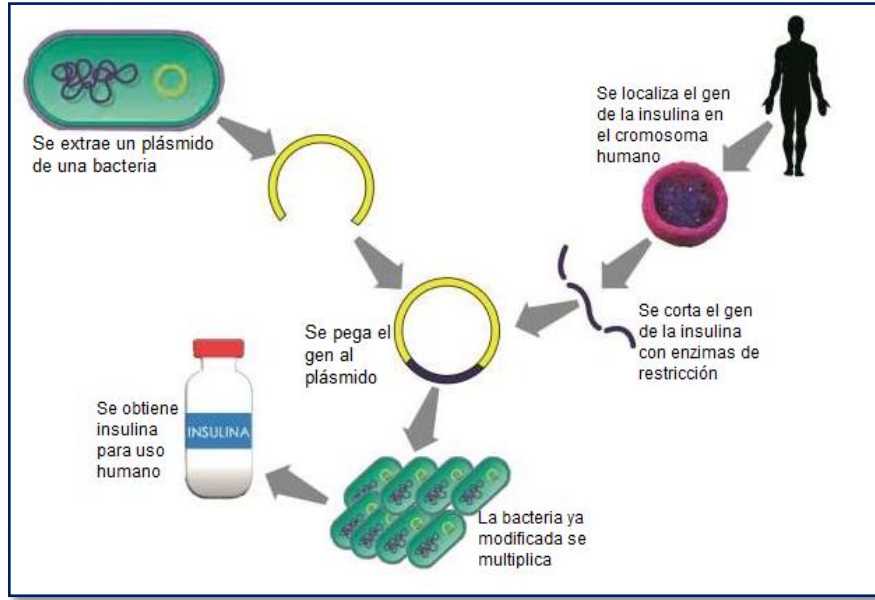


Figura 1. Proceso de elaboración de insulina transgénica

Las aplicaciones de este procedimiento son muy variadas y cada día aparecen más, a continuación, se explicarán algunos ejemplos de dichas aplicaciones.

ORGANISMOS GENÉTICAMENTE MODIFICADOS Y TRANSGENICOS.

Los organismos genéticamente modificados (**OGM**) son aquellos a los que mediante técnicas de ingeniería genética, se les han alterado su DNA y los individuos **transgénicos** se crean introduciendo un **gen** de un organismo, en el DNA de otro organismo de **especies distintas**, por ejemplo, se puede introducir en el DNA de una planta, un gen de una bacteria, de esta forma se consiguen organismos con características distintas a los organismos naturales, esta técnica tiene como finalidad la mejora de los organismos.

Los transgénicos tienen diferentes aplicaciones, por ejemplo, en la agricultura, permiten que las plantas tengan una mayor producción, ya que a estas se les pueden agregar genes que permitan resistir el ataque de insectos; por ejemplo, en algunas plantas de maíz, algodón y papa, se ha logrado que sean resistentes a las plagas, ya que se les han insertado genes que han logrado que sus células producen una sustancia tóxica para aquellos insectos que pueden ocasionarles algún daño. Otra característica que han logrado darles a las plantas es poseer una mayor tolerancia a factores ambientales, por ejemplo, se les han insertado el gen

de una proteína anticongelante que poseen algunos peces de la Antártida en plantas de fresas, lo cual les permite resistir el frío, otra característica que se ha logrado es el alargamiento de la vida de los frutos, mediante la modificación de genes para retrasar su maduración. En la ganadería también se ha hecho uso de los transgénicos, por ejemplo usan animales a los que se les ha insertado genes de la hormona del crecimiento, para así mejorar la eficiencia de la producción de leche, ganancia de peso corporal y la composición de músculo/grasa a la carne, obteniendo así vacas, puercos y conejos transgénicos; otro ejemplo es la inserción en carpas del gen de la hormona de crecimiento de la trucha arcoíris, con la cual se ha logrado obtener carpas con crecimiento más rápido. Otro campo en donde se ha hecho uso de los transgénicos es en la Medicina, por ejemplo, se han desarrollado cabras y ovejas que producen leche con antitrombina II, la cual es utilizada para la prevención de coágulos sanguíneo, también se han desarrollado plantas transgénicas en las cuales se pueden sintetizar de sus semillas hormonas humanas, factores de coagulación y anticuerpos.

TERAPIA GÉNICA. La **terapia génica**, es un proceso mediante el cual se inserta material genético en células afectadas con el fin de reemplazar genes defectuosos y corregir el daño que han causado al organismo, o dotar a las células de una nueva función que cubra ciertas deficiencias de los organismos. La terapia génica se puede realizar en **células somáticas**, en este tipo de terapia, se modifica la dotación genética de todas las células que no son sexuales, es decir sólo a nivel de tejido u órgano, por esta razón, esta modificación no puede transmitirse a la descendencia del paciente y solo se permite el uso para estudios en donde se requiera potenciar algún carácter, como la altura o el color, y no tratar ningún tipo de enfermedad. Esa terapia es la más aplicada en la clínica médica. Además de las células somáticas, también se puede realizar en **células germinales o sexuales**, está va dirigida a modificar la dotación genética de óvulos y espermatozoides, lo cual origina un cambio permanente en el individuo y su descendencia, e intenta corregir patologías congénitas. Esta terapia tiene muchos limitantes por la manipulación de las células y ha ocasionado muchas controversias en el terreno de

la ética. Para introducir el gen se utilizan varios procedimientos, con base a esto la terapia génica puede clasificarse en *in vivo* y *ex vivo* (**Figura 2**).

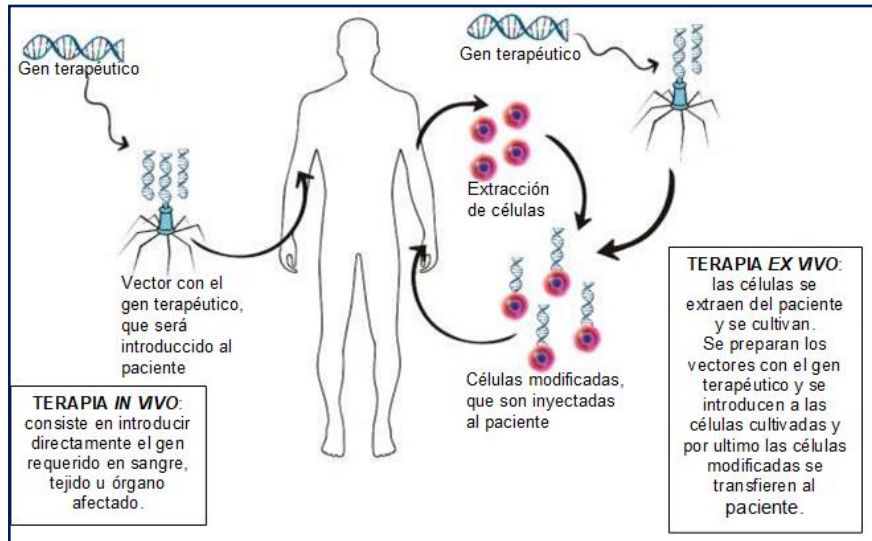


Figura 2. Terapia génica in vivo y ex vivo

Algunas enfermedades en las que se puede aplicar protocolos de terapia génica son: enfisema, fibrosis quística, hemofilia A y B, talasemia, anemia falciforme, hipercolesterolemia familiar, distrofia muscular Duchenne, inmunodeficiencia combinada grave, entre otras. En este tipo de técnica, es necesario salvaguardar la integridad de las personas y que no se alteran genéticamente sus células sexuales y se vea afectada su descendencia.

CLONACIÓN. En la naturaleza, algunas plantas y organismos unicelulares, tales como las bacterias, producen descendientes genéticamente idénticos a través de un proceso llamado reproducción asexual, en este tipo de reproducción, un nuevo individuo se genera de una copia de una sola célula del organismo progenitor, otro ejemplo de clones naturales son los gemelos idénticos, lo cuales se presentan en los seres humanos y en otros mamíferos. Pero la clonación también se puede hacer de forma artificial, por ejemplo, los investigadores han clonado una gran variedad de materiales biológicos, entre ellos genes, células, tejidos e incluso organismos enteros, tales como una oveja; de forma general se pueden destacar tres tipos de clonación **génica, reproductiva y terapéutica**, a continuación, se explicará cada una.

La **clonación génica**, en esta se producen copias de genes o segmentos de DNA, esta consiste en insertar un gen de un organismo, a menudo denominado "DNA exógeno", en el material genético de un portador denominado vector. Una vez que se ha insertado el gen, el vector se pone bajo condiciones de laboratorio que promueven su multiplicación, lo cual hace que el gen se copie muchas veces. La **clonación reproductiva** produce copias de animales enteros, en este tipo de clonación se extrae una célula somática madura, como una célula de la piel, del organismo que se desee copiar. Luego, se transfiere el DNA de la célula somática del animal donante a un óvulo u ovocito, al que se le ha extraído su propio núcleo que contiene DNA. La incorporación del DNA de la célula somática al óvulo vacío se puede dar de dos maneras, una es por medio de extracción del núcleo que contiene el DNA de la célula somática con una aguja y lo inyectan en un óvulo vacío, o bien usando una corriente eléctrica para unir la célula somática entera al óvulo vacío. En ambos procesos, se deja que el óvulo se desarrolla para convertirse en un embrión en las primeras etapas en un tubo de ensayo, y luego se implanta en el vientre de una hembra adulta. Al final, la hembra adulta da a luz a un animal que tiene la misma composición genética que el animal que donó la célula somática. A esta cría se le conoce como clon. (**Figura 3**).

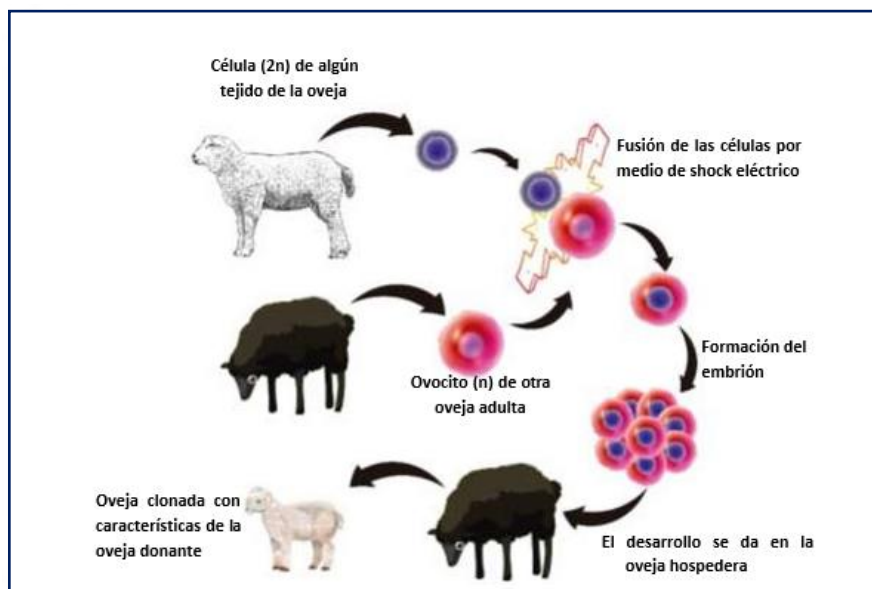


Figura 3. Proceso de clonación reproductiva.

La **clonación reproductiva** puede hacer posible que los investigadores hagan copias de animales con posibles beneficios en la medicina y la agricultura. Por ejemplo, se han clonado ovejas que han sido modificadas genéticamente para producir leche que contiene una proteína humana esencial para la coagulación sanguínea, otro posible uso de los animales clonados es para evaluar nuevos medicamentos y estrategias de tratamiento. También existe la posibilidad de crear clones para producir poblaciones de especies animales en peligro de extinción; aunque algunos expertos piensan que la clonación puede salvar a muchas especies que de otra manera desaparecerían, otros argumentan que la clonación produce una población de individuos genéticamente idénticos que carecen de la variabilidad genética necesaria para la supervivencia y evolución de las especies. Por último, **la clonación terapéutica** consiste en crear un embrión con el único propósito de producir células madre embrionarias con el mismo DNA que la célula donante; estas células madre pueden usarse en experimentos con el objetivo de entender enfermedades y desarrollar nuevos tratamientos para enfermedades.

¿Cuáles son algunos problemas éticos relacionados al DNA recombinante?

Como te pudiste dar cuenta, todas las técnicas mencionadas anteriormente ofrecen la promesa, pero también se podría considerarse amenazas de cambiar de manera importante las vidas de los seres humanos y de los demás organismos que habitan la Tierra; esto debido a que todavía no se tiene un conocimiento pleno de los efectos y/o consecuencias de todas estas manipulaciones, por lo cual es importante analizar las posibles consecuencias, sobre todo hacia el medio ambiente y muy especialmente hacia la dignidad y salud humana. Ante este panorama, surgió la **Bioética**, dicho término fue utilizado por Van Rensselaer Potter en 1971, quien mencionó que debe pensarse en una ética por la vida, esto surge para dar respuesta a la enorme cantidad de conflictos generados por el rápido avance en el conocimiento científico y tecnológico, además para la detección de algunos efectos nocivos hechos al medio ambiente y a la vida de los organismos en general, es decir que la Bioética aborda diferentes cuestiones de tipo social, político y ambiental relacionado con la salud.

Por ejemplo, en el caso de los **animales y plantas transgénicas**, es necesario considerar las implicaciones que tienen sobre todo en aspectos ecológicos, ya que estos organismos presentan ventajas frente a las especies nativas, lo que podría llevar a la extinción de estas, lo cual provocaría una disminución en la variabilidad de las especies nativas. Por ejemplo, en México donde existe una gran variedad de especies nativas de maíz, los transgénicos podrían desplazar a las especies nativas, perdiendo así la riqueza de especies de maíz. Otro punto para considerar es que algunas personas pueden resultar alérgicas a las plantas genéticamente modificadas, un ejemplo de esto fue en los años 90'S, un gen de nueces de Brasil se insertó a la soja para mejorar el equilibrio de aminoácidos y pronto se descubrió que las personas alérgicas a la nuez de Brasil podrían resultar alérgicas a la soja transgénica. Otro punto, del cual aún no se tiene una conclusión clara, es que los genes pueden llegar a lugares imprevistos, es decir que los genes introducidos pueden transferirse a otros organismos de la misma especie y aún de especies distintas; por ejemplo, si los genes resistentes a los herbicidas llegan a transferirse a la maleza, esto constituiría un grave problema para los agricultores y sus cosechas.

En cuanto a efectos socioeconómicos, uno que preocupa bastante a los agricultores y campesinos, es perder el acceso al material vegetal; ya que el sector privado predomina en la investigación biotecnológica del sector agrícola y existe la preocupación de que unas cuantas empresas dominen este mercado, provocando consecuencias negativas para los campesinos y pequeños agricultores en todo el mundo, puesto que los campesinos tendrían que pagar la adquisición de semillas a las empresas que tengan las patentes de ciertos procedimientos de modificación genética específicos, a pesar de que esas variedades comerciales de cultivos fueran obtenidas a partir de material genético originario de los campos de los agricultores.

En cuanto a **la terapia génica**, también existe la probabilidad de algunos problemas o daños, cabe aclarar que, aunque aún no son contundentes o no existen conclusiones claras, es importante tenerlos en cuenta, por ejemplo, mediante la manipulación genética se pueden proponer objetivos terapéuticos o fines de intensificación o perfeccionamiento de características del ser humano y, por tanto,

se corre el riesgo de caer en la eugenesia (mejoramiento). Esta situación se empeoraría si la terapia que se aplica es de tipo germinal, pues se crearía una descendencia con características beneficiosas sobre el resto de las personas, no beneficiadas con dicha terapia. Al hablar de **terapia germinal**, resulta aún más complicado que la **somática**, debido a que la terapia germinal en un futuro pueda contribuir a erradicar defectos genéticos en las generaciones futuras, teniendo efectos de modificación definitiva en los componentes genético para la especie humana, entonces, la pregunta que surge es ¿si tenemos derecho a decidir por las generaciones futuras?, se ha planteado que la terapia génica germinal viola la dignidad humana, al cambiar el contenido genético de las siguientes generaciones, cuyo consentimiento no puede ser obtenido y cuyo interés es difícil de aclarar. También afectaría la integridad del patrimonio genético humano, seleccionando y determinando características de las futuras generaciones.

De manera general, las técnicas del **DNA recombinante** generan una gran polémica, pero sin duda una de las que más nos causa curiosidad o llama nuestra atención es la **clonación**, y aún más la clonación reproductiva, ya que la sola idea de que exista otro de nosotros es inquietante, y es entonces cuando entran en juego muchas especulaciones, desde económicas, sociales y políticas; aunque de manera general la comunidad científica y la mayor parte de la sociedad la considera un poco inconveniente, ya que a pesar que lleva tiempo desarrollándose, aún algunas técnicas están en carácter experimental y el riesgo de fracaso es alto, lo que daría como resultado el nacimiento de organismos con graves daños. Otros argumentos se centran en la parte ética, ya que el tener la posibilidad de clonar organismos para algunos implicaría acciones malas, como un mercado de genoma, en el que se valore a los donantes dispuestos a permitir su clonación a cambio de dinero: estrellas de cine, atletas o incluso premios Nobel. Y ¿qué pasa con los derechos del individuo que nace mediante este procedimiento? Un ser humano ¿acaso no tiene derecho a tener un padre y una madre biológicos-genéticos?

Por último, tenemos la parte política, ya que esto implicaría la legislación de esta técnica y los derechos se les deberían otorgar a los clones, y así es como en muchos países han desarrollado legislaciones que prohíben la clonación reproductiva, pero

que a su vez son permisibles con la clonación terapéutica. Se trata por tanto de llevar, en paralelo a la investigación científica, la ética, la jurídica y la social o dicho de otra manera investigar al mismo tiempo sobre los principios que rigen los procesos y las consecuencias de lo que se investiga, aceptando y limitando sus riesgos.

ACTIVIDADES DE APRENDIZAJE

ACTIVIDAD 46

Instrucciones: Con base a la lectura anterior completa la siguiente tabla.

	Campos/sectores de aplicación	Ejemplos de aplicación	Beneficios	Desventajas	Opinión
Organismos transgénicos					
Terapia génica					
Clonación					

ACTIVIDAD 47

Instrucciones: Relaciona las siguientes columnas.

() Transgénico	A. Un ejemplo de producto obtenido con la tecnología del ADN recombinante.
() Bioética	B. Produce células madre embrionarias para experimentos dirigidos.
() Enzimas de restricción	C. Se utilizan para cortar segmentos de ADN.
() Ligasas	D. Organismo que, mediante técnicas de ingeniería genética, se les han alterado su ADN.
() Clonación terapéutica	E. Organismo al que se le ha insertado un gen de otra especie.
() Clonación de genes	F. Produce copias de animales enteros.
() Plásmidos	G. Se utilizan para pegar segmentos de ADN.
() Insulina	H. Se utilizan como vectores para introducir un gen a una célula.
() Terapia génica	I. Produce copias de genes o segmentos de ADN.
() OGM	J. Establece los límites para la aplicación de la biotecnología.
() Clonación reproductiva	K. Consiste en corregir genes en personas con enfermedades hereditarias.

ACTIVIDADES DE AUTOEVALUACIÓN

Instrucciones. Lee cuidadosamente la pregunta y sus opciones, selecciona y marca solo la opción correcta.

- 1. Se considera una implicación negativa en el uso de organismos transgénicos.**
 - A) Disminución en la variabilidad de las especies nativas.
 - B) Aumento en la variabilidad de las especies nativas.
 - C) Lograr una mayor producción de alimentos.
- 2. Se considera una implicación positiva en el uso de organismos transgénicos en la agricultura.**
 - A) Aumento en la variabilidad de las especies nativas.
 - B) Aparición de alergias en personas que consumen transgénicos.
 - C) Plantas resistentes a plagas y tolerantes a cambios en el ambiente.
- 3. Es una aplicación de la terapia génica.**
 - A) Hacer copias de animales y lograr beneficios en la medicina.
 - B) Mayor producción de alimento y de forma económica.
 - C) Reemplazar genes y corregir daños en el organismo.
- 4. ¿Cuáles son los tres tipos de clonación?**
 - A) Genética, reproductiva y terapéutica.
 - B) Somática, germinal y terapéutica.
 - C) Génica, somática y terapéutica.
- 5. Surge por la necesidad de controlar el uso de la Biotecnología.**
 - A) Biocentrismo.
 - B) Bioética.
 - C) Zoética.

REFERENCIAS

- Alonso-Tejeda, M. E. (2003). *Biología II. Un enfoque integrador*. (2.^a ed.). McGraw-Hill.
- De erice, E., & González, A. (2012). *BIOLOGÍA. La ciencia de la vida* (2.^a ed.). McGraw-Hill.
- Larson-Guerra, J. (2001). Transgénicos: ciencia y ciudadanía. *Biodiversitas*, 34, 1-7.
<https://www.biodiversidad.gob.mx/Biodiversitas/Articulos/biodiv34art1.pdf>
- García-Miniet, R. S., & González -Fraguela, M. E. (2008). Terapia génica: perspectivas y consideraciones éticas en relación con su aplicación. *Revista Habanera de Ciencias Médicas*, 7(1), 1-7.
http://scielo.sld.cu/scielo.php?script=sci_arttext&pid=S1729519X2008000100014&lng=es&tlng=e
- Prieto-Herrera, M. J. (2002). Consideraciones genéticas, éticas y legales sobre las terapias génicas. *Derecho y Cultura.*, 5, 105-113. <https://revistas-colaboracion.juridicas.unam.mx/index.php/derecho-cultura/article/view/7343/6613>.
- Torres-Darias, N. V. (2011). Clonación y clonación humana: La parábola del sexto día. *Encuentros con la Biología*, 4(133), 19-23.
<http://www.encuentros.uma.es/encuentros133>.
- Torres-Darias N. V. (2011). Terapia Génica. *Encuentros con la Biología*. 4 (134), 19-23.
<http://www.encuentros.uma.es/encuentros134/terapias.pdf>.

RESPUESTAS DE LAS ACTIVIDADES DE AUTOEVALUACIÓN

Unidad I: ¿Por qué la biología es una ciencia y cuál es su objeto de estudio?	
Tema 1: Panorama actual del estudio de la biología.	<ul style="list-style-type: none"> Bases de la biología como ciencia: 1: A, 2: B, 3: D, 4: C, 5: B
Tema 2: Objeto de estudio de la biología.	<ul style="list-style-type: none"> Características generales de los sistemas biológicos: 1: B, 2: A, 3: D, 4: B, 5: C Niveles de organización: 1: A, 2: D, 3: A, 4: B, 5: B.

Unidad II: ¿Cuál es la unidad estructural y funcional de los sistemas biológicos?	
Tema 1: Teoría celular.	<ul style="list-style-type: none"> Construcción de la Teoría celular, sus principales aportaciones y postulados: 1: B, 2: C, 3: D, 4: A, 5: D
Tema 2: Estructura y función celular.	<ul style="list-style-type: none"> Moléculas presentes en las células: carbohidratos o glúcidos, lípidos, proteínas y ácidos nucleicos: 1: D, 2: B, 3: C, 4: C, 5: D Estructura de la célula procariota y eucariota: 1: D, 2: C, 3: A, 4: A, 5: B Las células y su entorno: 1: B, 2: C, 3: C, 4: B, 5: C Forma y movimiento: 1: C, 2: D, 3: A, 4: C, 5: D Transformación de energía: 1: B, 2: A, 3: B, 4: C, 5: B Flujo de información genética: 1: A, 2: C, 3: A, 4: A, 5: B
Tema 3: Continuidad de la célula	<ul style="list-style-type: none"> Ciclo celular: mitosis: 1: , 2: , 3: , 4: , 5:

Unidad III: ¿Cómo se transmiten los caracteres hereditarios y se modifica la información genética?	
Tema 1: Reproducción	<ul style="list-style-type: none"> Meiosis y gametogénesis: 1: C, 2: B, 3: C, 4: A, 5: C Nivel de individuo: 1: B, 2: C, 3: C, 4: C, 5: D
Tema 2: Herencia	<ul style="list-style-type: none"> Herencia mendeliana: 1: , 2: , 3: , 4: , 5: Variantes de la herencia mendeliana: 1: B, 2: D, 3: D, 4: C, 5: a) (F), b) (V), c) (V), d) (F) Teoría cromosómica de la herencia: 1: , 2: , 3: , 4: , 5: Mutación y cambio genético: 1: , 2: , 3: , 4: , 5: Manipulación del DNA: 1: A, 2: D, 3: C, 4: A, 5: C