

UNIVERSIDAD NACIONAL AUTÓNOMA DE MÉXICO



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



**SEMINARIO INTERDISCIPLINARIO DE PRODUCCIÓN ACADÉMICA EN BIOLOGÍA
(SEIPABI ORIENTE)**



GUÍA DE ESTUDIO PARA EXAMEN EXTRAORDINARIO

BIOLOGÍA I

PROGRAMAS DE ESTUDIO 2024



ELABORADO POR:
ARGUELLO HERNÁNDEZ KARINA
GARCÍA GARCÍA ANGEL EMMANUEL
JIMENEZ OLIVARES CANDELARIO
MARTINEZ PARRA CARMEN LEONOR
MONTES RODRIGUEZ JOSUE
OCHOA LOPEZ SOFIA
PAZ CARDENAS LAURA KARINA
PERALTA OLEMDO CARLOS
PEREZ OLIVARES IZTZEL

ABRIL 2025

ÍNDICE

Introducción.	5
Instrucciones y recomendaciones.	6
Contenido temático general.	8
UNIDAD 1 ¿Por qué la biología es una ciencia, cuál es su objeto de estudio y cuáles son las teorías que permitieron su reconocimiento como disciplina científica autónoma?	
Propósito.	9
Presentación.	10
Contenido temático de la unidad 1.	12
Panorama actual de la Biología como ciencia ante las situaciones emergentes del siglo XXI.	
Teoría celular: del naturalismo a la Biología del siglo XXI.	13
Generalidades sobre los conceptos, principios y metodologías de las teorías base de la Biología.	31
Objeto de estudio de la Biología.	
Características generales de los sistemas vivos.	40
Niveles de organización.	46
Referencias de la unidad 1 para alumnos.	52
UNIDAD 2 ¿Cuál es la unidad estructural y funcional de los sistemas vivos?	
Propósito.	53
Presentación.	54
Contenido temático de la unidad 2.	55

Composición química de la célula.	
Moléculas presentes en las células: carbohidratos, lípidos, proteínas, ácidos nucleicos, agua y minerales.	56
Tipos celulares.	
Estructuras de las células procariotas y eucariotas.	73
La célula: procesos de regulación y conservación.	
Estructuras celulares relacionadas con la regulación, comunicación y transporte de materia.	79
Estructuras celulares relacionadas con el proceso de transferencia y transformación de energía.	92
Proceso de síntesis de proteínas y las estructuras celulares participantes.	100
La homeostasis como un proceso de regulación y conservación de la célula y su relación con el entorno.	108
Referencias de la unidad 2 para alumnos.	117
UNIDAD 3 ¿Cómo se hereda, modifica, expresa y manipula la información genética en los sistemas vivos?	
Propósito.	119
Presentación.	120
Contenido temático de la unidad 3.	122
Procesos de continuidad biológica: Reproducción.	
Ciclo celular: proliferación celular, apoptosis y diferenciación celular.	123
Mitosis y meiosis.	129
Tipos de reproducción.	140

Herencia, variación genética y desarrollo.	
Bases de la herencia. Dominancia-recesividad.	147
Teoría cromosómica de la herencia.	156
Patrones de la herencia.	161
Mutación y la relación genes-ambiente.	170
Morfogénesis.	182
Manipulación genética.	189
Referencias de la unidad 3 para alumnos.	198

INTRODUCCIÓN

Hola, tu Guía de Estudio para presentar el examen extraordinario de Biología I de los Programas de Estudio 2024 del CCH, tiene el propósito de apoyar tu autonomía académica y acreditar tu asignatura. Te proporciona una serie de textos con información básica sobre los temas del programa y actividades de autoevaluación para conocer el grado de desarrollo de tu aprendizaje, así como preguntas similares que podrían ocupar los profesores al diseñar los exámenes.

El programa de Biología I (2024), al igual que esta guía cuenta con tres unidades. La primera se titula ¿Por qué la biología es una ciencia, cuál es su objeto de estudio y cuáles son las teorías que permitieron su reconocimiento como disciplina científica autónoma? la segunda ¿Cuál es la unidad estructural y funcional de los sistemas vivos? y la tercera ¿Cómo se hereda, modifica, expresa y manipula la información genética en los sistemas vivos? Al inicio de cada unidad se encuentra su propósito y presentación. Cada unidad, tiene una serie de temas y subtemas para el logro de aprendizajes.

En cada subtema encontrarás: a) aprendizaje de acuerdo con el Programa de estudio 2024, b) conceptos clave, c) marco teórico, d) actividades de aprendizaje, e) actividades de autoevaluación, f) respuestas de las actividades de autoevaluación.

INSTRUCCIONES Y RECOMENDACIONES

Para el manejo de la guía

Identifica cada una de las unidades de tu guía de estudio.

Analiza cada uno de los aprendizajes que se encuentran en cada tema, localiza los conceptos clave y con base en ellos realiza las lecturas tomando notas, subrayando y desarrollando organizadores gráficos.

Realiza las actividades de autoevaluación y corrobóralas con las respuestas que tiene la guía.

Consulta las fuentes propuestas y videos en youtube con los temas de estudio.

Recuerda que cuentas con el apoyo adicional del Programa Institucional de Asesorías, allí los profesores podrán darte atención personalizada, consulta sus horarios.

Recomendaciones antes del examen

1. No inscribas en más de dos exámenes extraordinarios, si adeudas varias materias acércate al Programa Institucional de Tutorías o Control Escolar y elabora un plan de egreso.
2. Realiza un calendario de estudio con base a los temas, los días y horarios en que puedes estudiar.
3. Designa un lugar propicio para estudiar.
4. Identifica las temáticas que se te dificultan y acude al Programa Institucional de Asesorías con preguntas concretas sobre esas temáticas.
5. Elabora materiales de apoyo para tu estudio, tales como resúmenes, mapas conceptuales, fichas de síntesis, etc.
6. Contesta las actividades de autoevaluación de la guía.

7. Inmediato de adquirir tu guía, consulta los requisitos que solicita la Academia de Ciencias Experimentales para poder presentar el examen. Por lo regular solicitan la presentación de esta guía resuelta completa y a mano, sellada y firmada por un asesor oficial del Programa Institucional de Asesorías (PIA) y el sello de la Academia de Ciencias Experimentales.

8. Si no compras tu guía en la folletería, puedes descargarla e imprimir solamente las hojas de las actividades y ejercicios además de la portada para que anotes tu nombre.

Recomendaciones para el examen

Llega 15 o 30 minutos antes a la Jefatura del Área de Ciencias Experimentales para identificar el lugar donde presentarás tú examen.

Asegúrate de poner tu nombre en la portada de tu guía de estudios.

Lleva tu credencial oficial de estudiante de la UNAM o INE y comprobante de inscripción. Lleva lápiz, bolígrafo, goma y una tabla para recargarte.

Si presentarás dos exámenes y se empalman de horario, decide con cual iniciar, contacta lo antes posible y coméntalo con los profesores de los exámenes antes de que inicien.

CONTENIDO TEMÁTICO GENERAL

UNIDAD 1 ¿Por qué la biología es una ciencia, cuál es su objeto de estudio y cuáles son las teorías que permitieron su reconocimiento como disciplina científica autónoma?

- Panorama actual de la Biología como ciencia ante las situaciones emergentes del siglo XXI.
- Objeto de estudio de la Biología.

UNIDAD 2 ¿Cuál es la unidad estructural y funcional de los sistemas vivos?

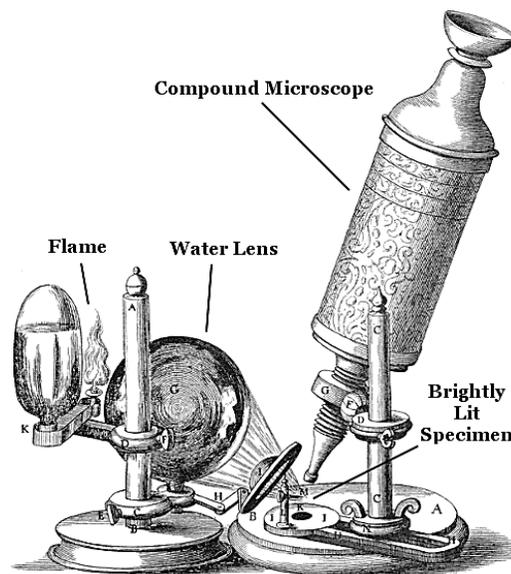
- Composición química de la célula.
- Tipos celulares.
- La célula: procesos de regulación y conservación.

UNIDAD 3 ¿Cómo se hereda, modifica, expresa y manipula la información genética en los sistemas vivos?

- Procesos de continuidad biológica: Reproducción.
- Herencia, variación genética y desarrollo.

UNIDAD 1

¿Por qué la biología es una ciencia, cuál es su objeto de estudio y cuáles son las teorías que permitieron su reconocimiento como disciplina científica autónoma?



<https://cienciaycientificos.blogspot.com/2020/02/robert-hooke-y-el-termino-celula.html>

PROPÓSITO

Al finalizar la unidad, el alumnado:

Reconocerá cómo trabaja la Biología en la producción del conocimiento científico a través de la reconstrucción histórica de sus teorías base para comprender que es una ciencia en constante desarrollo, autónoma y con metodologías propias determinadas por su objeto de estudio.

PRESENTACIÓN

La primera unidad del programa de Biología I presenta un panorama general de cómo trabaja la ciencia, que orienta al estudiantado al reconocimiento de la Biología como una disciplina científica en constante construcción, con métodos y técnicas propias determinadas por su objeto de estudio: los sistemas vivos. Esta aproximación destaca e impulsa la visión de ciencia que propone el Plan de Estudios del Colegio, misma que se fundamenta en varios de los principios de la naturaleza de la ciencia, razón por la cual esta primera unidad tiene un carácter estructurante en los Programas de Estudio de Biología I y II, pues introduce nociones sobre la construcción del conocimiento científico que sientan las bases para abordar los siguientes aprendizajes y contenidos, desde una perspectiva que resalta que el conocimiento y productos derivados de éste son resultado del quehacer humano, que están en constante reestructuración y vinculados con los avances tecnológicos del contexto en el que se desarrollan. De esta forma, los aprendizajes planteados para la primera temática pretenden ofrecer al alumnado una visión global sobre el camino que llevó al establecimiento de la Biología como ciencia, tomando como modelo la reconstrucción histórica de la teoría celular. La intención es revisar de manera general las explicaciones y situaciones que emergen en distintos espacios de representación histórica que permitan visualizar cómo el hallazgo de nueva evidencia lleva a la reestructuración de ideas y que estas interpretaciones son resultado del avance tecnológico de la época.

Para el caso particular de la teoría celular se pueden mencionar como ejemplos el uso de lentes, la posterior confección de los primeros microscopios y su perfeccionamiento, la emergencia del concepto de célula y el desarrollo de técnicas de tinción, situaciones que llevaron a la formulación de sus postulados.

Con la teoría celular como modelo, se busca valorar las aportaciones del naturalismo en el desarrollo de las otras teorías que permitieron el reconocimiento de la Biología como ciencia: la teoría de la evolución por selección natural, los principios de la herencia mendeliana y la teoría de la homeostasis; no para abordar de manera detallada su reconstrucción, sino para poner en el plano de la discusión y reflexión, que de manera similar a los acontecimientos que llevaron a la formulación de la teoría celular, surgieron otros principios que explicaron de manera fundamentada la naturaleza de los sistemas vivos y que son la base del conocimiento actual que se tiene de ellos. Por esta razón, es pretensión que se haga mención, sin entrar en detalles, de los acontecimientos sucedidos después del siglo XIX en los distintos campos de estudio que se derivaron de estas teorías, como son el desarrollo de la biología molecular, la biología de sistemas y la síntesis moderna, por mencionar algunas. Con ello, desde la perspectiva de la naturaleza de la ciencia, se pretende acercar al alumnado al conocimiento de los diversos métodos, conceptos y principios que llevaron a la Biología a ser reconocida como una ciencia.

Por su parte, el planteamiento de los aprendizajes vinculados con la segunda temática busca introducir al alumnado a la caracterización general de los sistemas vivos a partir de la identificación de su estructura y de los procesos de cambio, herencia y regulación formulados en sus teorías base. Asimismo, pretende que el estudiantado reconozca que dichas características se ubican en distintos niveles de organización.

CONTENIDO TEMÁTICO DE LA UNIDAD 1

Panorama actual de la Biología como ciencia ante las situaciones emergentes del siglo XXI.

- Teoría celular: del naturalismo a la Biología del siglo XXI.
- Generalidades sobre los conceptos, principios y metodologías de las teorías base de la Biología.

Objeto de estudio de la Biología.

- Características generales de los sistemas vivos.
- Niveles de organización.



<https://depositphotos.com/mx/photos/plantas-dibujo.html>

TEMA: Panorama actual de la Biología como ciencia ante las situaciones emergentes del siglo XXI.

SUBTEMA: Teoría celular: del naturalismo a la Biología del siglo XXI.

APRENDIZAJE: Identifica las explicaciones que llevaron a la formulación de los postulados de la teoría celular en las etapas históricas de su construcción y sus implicaciones en la actualidad.

CONCEPTOS CLAVE: Ciencia, investigaciones, evolución, selección natural.

MARCO TEÓRICO

El surgimiento del estudio de la vida tiene sus orígenes en la Antigua Grecia de la mano de Aristóteles (384 a. C.-322 a. C.), quien es considerado el primer naturalista. Desde entonces, y por muchos siglos, las investigaciones sobre los sistemas biológicos continuaron sin ser reconocidas por su estatus científico. Ya en el siglo XX, la Biología fue desacreditada por el Círculo de Viena 1, el cual concebía a la Física como modelo de ciencia (Lorenzano, 2001; 2002). Sin embargo, con el reconocimiento de que sus objetos de estudio no podían ser reducidos a sus partes constituyentes -fenómeno conocido como reduccionismo biológico-, con la formulación de la teoría de evolución por selección natural, y con el abandono de las explicaciones metafísicas y religiosas que impregnaban las elucubraciones acerca del origen de la vida, la Biología comenzó a ser vista como una ciencia respetable y autónoma. Muchos de estos cambios fueron propiciados por verdaderas revoluciones científicas, como la generada por el naturalista inglés Charles Darwin, con la publicación de su libro Sobre el origen de las especies por medio de la selección natural en 1859.

La biología actual es una ciencia experimental, aplicada y muy amplia. Estudia los seres vivos en sus distintos aspectos: la organización molecular, estructural y fisiológica de los organismos, la diversidad de los seres vivos o biodiversidad de las relaciones de éstos con el medio ambiente, en forma de sistemas ecológicos; las formas de reproducción y transmisión hereditaria, el origen y evolución de la vida en el planeta Tierra, etc. Hoy en día, cada uno de estos aspectos constituye un área muy especializada de la biología. Sin embargo, la biología actual sigue teniendo los mismos objetivos que la biología de otros tiempos: llegar a comprender la naturaleza de la vida, cómo fue su origen, por qué mecanismo se rige y cómo será la vida en el futuro del hombre.

En los momentos actuales es muy difícil predecir el futuro de cualquier ciencia, pues éste está muy ligado al destino de la humanidad que crea y desarrolla la ciencia. En el caso de la biología, la predicción es aún más difícil, pues el hombre, al mismo tiempo autor de la ciencia, es también, por lo menos en parte, objeto de estudio en esta ciencia, y esta situación introduce factores éticos en la investigación biológica, los cuales pueden interferir en el desarrollo de algunas de sus direcciones, acelera o retarda su ritmo o su aplicación. Por el avance y repercusión de las nuevas investigaciones en el campo científico de la biología, nos encontramos en los comienzos de una asombrosa revolución, igual o más importante que aquella que ocurrió con la física hace unos años, cuando las investigaciones nucleares del átomo y de las reacciones atómicas, lo que ha originado un avance irreversible en la civilización. Nos hallamos frente a una extraordinaria perspectiva que despierta el entusiasmo y al mismo tiempo asombra a los especialistas de la biología. La contribución de la ciencia y la tecnología generada por la biología a la protección del medio ambiente y la promoción del desarrollo sostenible ha sido ampliamente documentada en el ámbito internacional.

La Biología realizó significativos aportes en la historia del pensamiento mundial acerca de aspectos claves como la existencia de variabilidad espacial y temporal, la aleatoriedad, las características emergentes y la noción sistémica de los niveles de organización, la evolución constante y el lugar del humano en la escala evolutiva.

Fueron escasos los acontecimientos de la ciencia que impactaron de manera tan inmediata y radical en la sociedad como lo fue la teoría de evolución por selección natural de Charles Darwin. Aun recibiendo fuertes críticas desde su presentación, esta teoría ha podido mantenerse en pie hasta nuestros días, incluso luego de que se conocieran las bases de la herencia de Gregor Mendel y la estructura del ácido desoxirribonucleico (ADN), de la mano de J.D. Watson y F.H.C. Crick. Con tales descubrimientos, la unión de sus cuerpos teóricos se denominó Teoría sintética de la evolución, cuyos máximos representantes fueron T.H. Morgan y R. Fisher, y cuyos preceptos son esencialmente válidos hasta el presente. Si bien la genómica y los avances tecnológicos en la secuenciación del material genético han dado lugar a teorías como los equilibrios puntuados, propuesta por Niles Eldredge y Stephen Gould, ambas conviven y explican distintos procesos y aspectos de la evolución biológica. Las diferencias principales radican en establecer el principal factor evolutivo: la deriva génica, para los que apoyan los equilibrios puntuados -con base en el conocimiento de que la mayoría de las mutaciones son, en efecto, neutrales-, y la selección natural, para los sintéticos darwinistas -lo que sugiere que una gran proporción de genes, sino todos, están sometidos a procesos de selección, pudiendo derivar en adaptación-.

ACTIVIDADES DE APRENDIZAJE

Instrucción. Con base a lo revisado en la lectura anterior, realiza la sopa de letras (actividad 1), una vez localizadas las palabras, utiliza algunas de esas mismas palabras para la siguiente actividad, que es completar las oraciones (actividad 2).

Actividad 1

SOPA DE LETRAS

J E Q V K O V E Q I G C X P M W W Z X E E
O S O F I P E K A O O L I A E R A Q E L U
A A I Y K M I O A U J C E B K E A H B I T
W X I Y A O I O A X T N V N G R T A Y Q S
A C X Z Z L I F N U M Ó U D M V T G V M E
R O H I Q É R A N B I L N B R N I E I X L
A N Z A S C B G D N A A I O E C B N H R E
R B E W R U K V P N R A N T M Z E E O Y C
P K I K J L T M G U X F S M M A E S H H C
K M G I C A E Q A P D U E P O P S A I N I
L J O U Y S N S L E S D B I O L O G Í A Ó
S Z Q V Y E I A D O G J A W A V L A J R N
U B V G G D O E L A U I K K Q J A A I K N
E D U I A F A L I N R U E I O D L Q I D A
O Z R E Z M O O I O H W E A O E E U F A T
Y O S H L R U A E P L I I M H A E V X A U
D I G S R B I E C U R O I N H U A E B N R
D P O A U X A R I S T Ó T E L E S A A U A
P O S L I V U D W X J E I V O U D I R K L
A E R C A B Z A L O A Z N A N Y F N Z R F
D O Y U I S A W J E I A B U F K O C E J D

Actividad 2

COMPLETA LAS ORACIONES.

GENES	DESARROLLO SOSTENIBLE	ARISTÓTELES	
CHARLES DARWIN	ADN	ORIGEN	
SELECCIÓN NATURAL	BIOLOGÍA	MOLÉCULAS	AUTÓNOMA

- 1.- _____ fue un filósofo griego que propuso una teoría sobre el origen de la vida, y aunque años más tarde se refutó su teoría, se considera que inicia el estudio de la biología.
- 2.-La biología como ciencia, empezó a ser vista respetable y _____ a partir de la publicación de la teoría de la selección natural.
- 3.- En 1859 el naturalista _____ publicó un libro, el cuál completó una revolución científica que se inició en el Renacimiento contra el creacionismo, sobre las teorías científicas más importantes sobre la evolución. Este libro es considerado por muchos como la obra que sentó gran parte de las bases de la biología evolutiva.
- 4.-La biología como ciencia experimental, se encarga de estudiar a los seres vivos desde distintos aspectos, pero principalmente estudia su _____ y evolución.
- 5.-Conforme avanza el estudio de la ciencia como la tecnología, se van tomando más en cuenta en la actualidad temas en el ámbito ambiental como _____.
- 6.- El descubrimiento del _____ llevó a establecer las bases de la herencia, el código genético, las técnicas de secuenciación y, en general, el desarrollo de la biología molecular, y la secuenciación del genoma humano, todo lo cual ha tenido un gran impacto en la ciencia.

TEMA: Panorama actual de la Biología como ciencia ante las situaciones emergentes del siglo XXI.

SUBTEMA: Teoría celular: del naturalismo a la Biología del siglo XXI.

APRENDIZAJE: Reconoce a la teoría celular como modelo para caracterizar los elementos que conforman a las teorías en Biología

CONCEPTOS CLAVE: teoría celular, microscopio, organismos unicelulares, célula.

MARCO TEÓRICO

¿Te imaginas que todo lo que está vivo, desde el árbol más grande hasta el organismo más diminuto, está formado por pequeñas unidades llamadas células? Las células son como los ladrillos que construyen los seres vivos, pero a diferencia de los ladrillos comunes, ¡están llenas de vida y actividad! Lo más sorprendente es que este mundo microscópico permaneció oculto durante siglos, hasta que los primeros científicos se animaron a observarlo con instrumentos que cambiaron la historia: los microscopios.

El estudio de las células no comenzó de la nada. Los antiguos egipcios, griegos y árabes ya intentaban comprender cómo funcionaban los seres vivos. Aunque no podían ver las células, hicieron importantes avances al estudiar el cuerpo humano y la naturaleza a su alrededor. Más adelante, en el siglo XVII, científicos curiosos como Robert Hooke y Anton van Leeuwenhoek descubrieron que había todo un universo invisible a simple vista, ¡y comenzó la revolución del microscopio! Esto nos llevó a una gran pregunta: ¿de qué están hechos los sistemas vivos? La respuesta comenzó a formarse poco a poco hasta que, en el siglo XIX, nació la Teoría Celular, una idea tan poderosa que transformó nuestra manera de entender la vida. Esta teoría nos enseñó que todas las plantas, animales, y hasta nosotros mismos, estamos hechos de células y que todas las células provienen de otras ya existentes. Con esta base, se han descubierto cosas increíbles sobre la vida, como: ¿Cómo se dividen las células?, ¿Cómo llevan la información genética?, y ¿Cómo trabajan juntas para que podamos existir?

Antecedentes históricos

En el antiguo Egipto, el interés por el cuerpo humano y su funcionamiento estaba profundamente relacionado con prácticas religiosas y médicas. Los papiros médicos, como el de Ebers (1550 a.C.), revelan un conocimiento rudimentario sobre anatomía y fisiología, que, aunque limitado a la observación a simple vista, marcó un intento de comprender la estructura interna del cuerpo. Los embalsamadores, encargados de la preservación de los cuerpos, adquirieron un conocimiento práctico de los órganos, aunque su interés se centraba más en el mantenimiento ritual que en la exploración científica.

Los griegos, por su parte, llevaron estas ideas a un plano más filosófico. Pensadores como Empédocles y Aristóteles buscaron explicar la composición de los sistemas vivos desde perspectivas naturalistas. Aristóteles, en particular, desarrolló un sistema de clasificación de los organismos basado en la observación, aunque no llegó a proponer la existencia de una unidad fundamental de la vida. Su enfoque teleológico, que interpretaba los organismos como sistemas diseñados para un propósito, influyó profundamente en la biología medieval.

Con la expansión del conocimiento árabe durante la Edad Media, los textos griegos fueron preservados, traducidos y enriquecidos. Filósofos y médicos como Avicena y Al-Razi profundizaron en el estudio de la anatomía y la fisiología. Aunque el estudio celular aún no era posible debido a la ausencia de instrumentos ópticos, los árabes realizaron importantes avances en química y alquimia los cuales incluyeron el perfeccionamiento de técnicas como la destilación, el desarrollo de equipos de laboratorio como el alambique y el crisol, y una clasificación sistemática de sustancias en ácidos, bases y sales. Además, su conocimiento de reacciones químicas y su promoción del método experimental sentaron las bases para la preparación de reactivos, colorantes y fijadores esenciales en la microscopía. Estos aportes influyeron en el desarrollo de técnicas y herramientas que permitirían posteriormente el análisis biológico detallado mediante el uso del microscopio.

La transición hacia el estudio de las células como unidad biológica comenzó con la llegada del Renacimiento, cuando el interés por la anatomía humana resurgió gracias a disecciones más sistemáticas y a la invención de herramientas como el microscopio. Este periodo marcó el paso definitivo de una biología basada en la especulación filosófica a una ciencia observacional, preparando el camino para descubrimientos fundamentales como los realizados por Robert Hooke y Anton van Leeuwenhoek en los siglos XVII y XVIII.

La Invención del Microscopio

La invención del microscopio marcó un punto de inflexión en la historia de la ciencia, abriendo una ventana al mundo invisible y permitiendo a la humanidad explorar estructuras demasiado pequeñas para ser vistas a simple vista. Este instrumento revolucionario surgió como resultado de avances acumulativos en la óptica durante el Renacimiento, cuando la curiosidad científica se unió con la innovación tecnológica.

El uso de lentes se remonta a las civilizaciones antiguas, como los egipcios y los romanos, quienes empleaban cristales pulidos para ampliar imágenes. Sin embargo, no fue hasta el siglo XIII cuando los artesanos italianos comenzaron a fabricar lentes convexas utilizadas en gafas para corregir la visión, sentando las bases para el desarrollo de instrumentos ópticos más complejos.

En el siglo XVI, los avances en la fabricación de lentes en los Países Bajos permitieron a científicos y artesanos experimentar con combinaciones de lentes. Estos primeros microscopios compuestos, aunque rudimentarios y con una calidad óptica limitada, proporcionaron las primeras imágenes ampliadas del microcosmos.

El crédito de la invención del microscopio compuesto suele atribuirse a Hans y Zacharias Janssen, un dúo de padre e hijo fabricantes de lentes en los Países Bajos. En la década de 1590, descubrieron que, al combinar varias lentes en un tubo, podían ampliar objetos pequeños. Aunque sus microscopios ofrecían un aumento limitado, representaron un avance crucial en la tecnología óptica.

La verdadera revolución en el uso del microscopio comenzó en el siglo XVII con Robert Hooke y Anton van Leeuwenhoek. Hooke, utilizando un microscopio compuesto mejorado, publicó en 1665 su obra *Micrographia*, donde describió estructuras como las "celdillas" del corcho, acuñando el término "célula". Su trabajo inspiró un interés generalizado en la observación microscópica.

Por su parte, Anton van Leeuwenhoek, un comerciante holandés con un talento excepcional para pulir lentes, construyó microscopios simples que alcanzaban aumentos mucho mayores que los compuestos de su época. Con estas herramientas, Leeuwenhoek observó por primera vez bacterias, protozoos, espermatozoides y glóbulos rojos, revelando un universo microscópico desconocido y marcando el inicio de la microbiología.

Durante los siglos XVIII y XIX, el microscopio experimentó mejoras significativas en su diseño. Científicos como Joseph Jackson Lister mejoraron la corrección de aberraciones ópticas mediante sistemas de lentes acromáticas. Estos avances hicieron posible obtener imágenes más claras y precisas, sentando las bases para el estudio de tejidos y células.

La introducción del microscopio óptico moderno (figura 1), con sistemas de iluminación más sofisticados como el condensador de Abbe y los avances en la microscopía electrónica en el siglo XX, ampliaron aún más las posibilidades de observación. Los microscopios electrónicos, capaces de alcanzar resoluciones a nivel atómico, revolucionaron el estudio de las estructuras subcelulares.

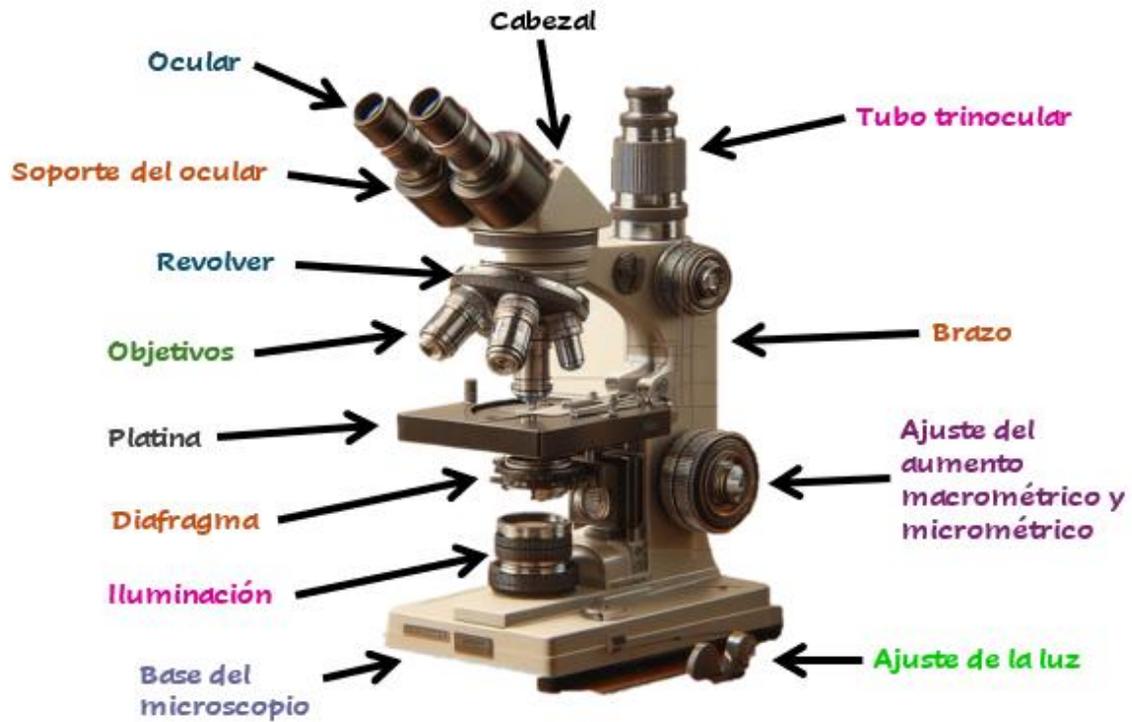


Figura1. Microscopio binocular óptico con sus partes imagen realizada con Microsoft Bing generador de imágenes.

Consolidación de la Teoría Celular

La Teoría Celular es uno de los fundamentos más importantes de la biología moderna. Su consolidación como marco teórico fue un proceso gradual que abarcó desde las primeras observaciones microscópicas en el siglo XVII hasta su formulación definitiva en el siglo XIX. Este desarrollo histórico marcó un cambio crucial en la comprensión de la vida, estableciendo que la célula es la unidad estructural, funcional y reproductiva de todos los organismos vivos.

El camino hacia la Teoría Celular comenzó con el trabajo de Robert Hooke en 1665. Aunque su descripción era de paredes celulares muertas, abrió la puerta al estudio de las estructuras microscópicas.

A pesar de estos descubrimientos iniciales, la idea de que las células eran la unidad básica de la vida no se consolidó hasta el siglo XIX, gracias al trabajo de científicos como Matthias Jakob Schleiden, Friedrich Theodor Schwann y Rudolf Ludwig Karl Virchow

Matthias Jakob Schleiden (1838) propuso que todas las plantas están compuestas por células y que el crecimiento vegetal ocurre a través de la formación de nuevas células.

Rudolf Ludwig Karl Virchow (1839), inspirado por los hallazgos de Schleiden, extendió este principio a los animales, estableciendo que los tejidos animales también están compuestos por células. Ambos concluyeron que la célula es la unidad estructural básica de los seres vivos.

Posteriormente, en 1855, Rudolf Ludwig Karl Virchow agregó un tercer principio crucial al afirmar que "*omnis cellula e cellula*" (toda célula proviene de otra célula). Esta idea eliminó la noción de generación espontánea y destacó la importancia de la división celular en los procesos de reproducción y desarrollo.

Avances y Aplicaciones

La Teoría Celular ha evolucionado significativamente desde su formulación inicial, gracias a avances tecnológicos como el microscopio electrónico y la biología molecular. Estos desarrollos han permitido explorar las células en detalle, comprender procesos esenciales como la división celular y la transmisión genética, y lograr hitos como la secuenciación del genoma humano. Tecnologías recientes como la microscopía de superresolución han ampliado aún más nuestra capacidad para observar y entender la célula a nivel molecular.

En medicina, el conocimiento celular ha impulsado terapias revolucionarias como el uso de células madre para regenerar tejidos, la terapia génica para tratar enfermedades hereditarias y las inmunoterapias contra el cáncer.

En paralelo, la biotecnología y la ingeniería genética han transformado la agricultura y la industria, con aplicaciones como cultivos transgénicos más resistentes y microorganismos diseñados para producir biofármacos, biocombustibles y compuestos químicos sostenibles.

Hacia el futuro, la biología sintética y las células artificiales prometen innovaciones aún más disruptivas. Estas tecnologías permiten diseñar organismos con funciones específicas, como limpiar contaminantes o producir medicamentos en el cuerpo. Así, la Teoría Celular no solo es un principio fundamental de la biología, sino también una herramienta clave para enfrentar retos globales y avanzar en áreas como la medicina, la industria y la sostenibilidad.

ACTIVIDADES DE APRENDIZAJE

Instrucción. Con base a lo revisado en la lectura anterior, contesta lo que se solicita en las siguientes actividades.

Actividad 1

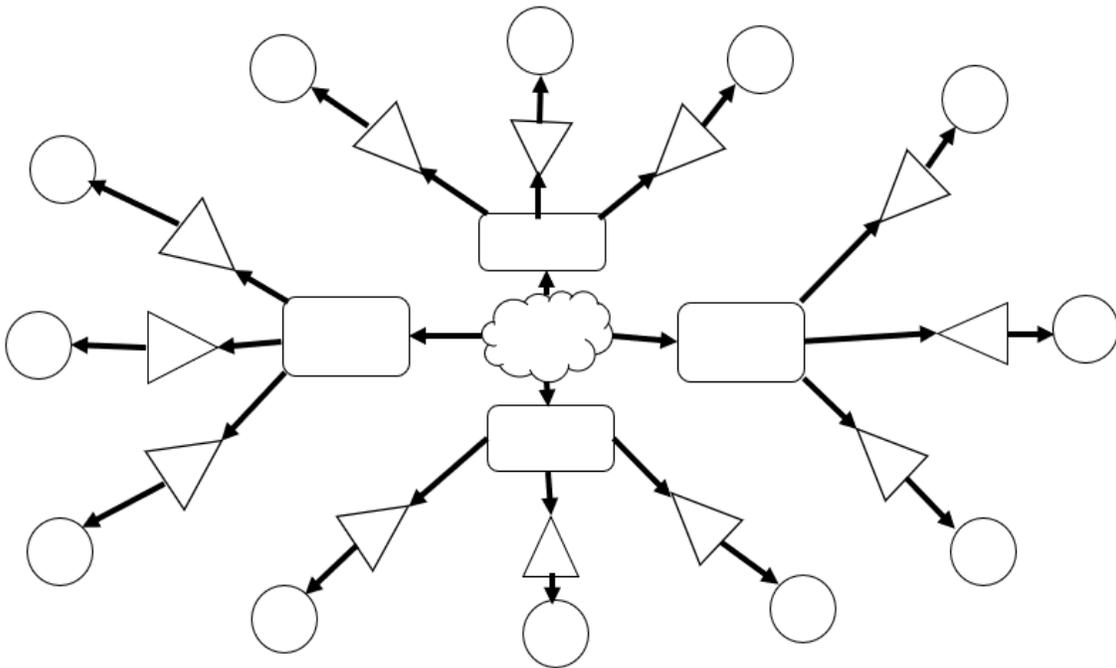
Lee cuidadosamente el cuadro incompleto y analiza el contexto de cada fila para identificar los espacios vacíos. Utiliza los conceptos adecuados para completar cada columna de manera lógica, basándote en el material de apoyo:

Tiempo	Pensamiento	Acción
Antiguo Egipto	Interés por el cuerpo humano, relacionado con prácticas médicas y religiosas.	
Antigua Grecia		Clasificación de organismos basada en observaciones.
	Preservación y traducción de textos griegos por científicos árabes como Avicena y Al-Razi.	Desarrollo de conocimientos en química y anatomía que influirían en la microscopía.
Siglo XVI		Disecciones humanas más sistemáticas y fabricación de lentes convexas.
1590	Idea de ampliar objetos pequeños con lentes.	
		Robert Hooke describe "celdillas" en su obra <i>Micrographia</i> , acuñando el término "célula".

	Observación de microorganismos vivos, como bacterias y protozoos.	
1838		Matthias Schleiden formula este principio basándose en observaciones microscópicas.
1839	Extensión del principio celular a los animales.	
		Rudolf Virchow establece que "toda célula proviene de otra célula", rechazando la generación espontánea.

Actividad 2

Completa el mapa conceptual, revisa los conceptos clave relacionados con: los antecedentes históricos, la invención del microscopio, los principios de la teoría celular y sus aplicaciones actuales. Posteriormente, identificará las figuras en el mapa y escribirá el número correspondiente dentro de cada una, asegurándose de que las conexiones entre los conceptos sean coherentes, de manera opcional podrá colorear y decorar las secciones para resaltar los temas principales.



1. Innovaciones tecnológicas
2. Contribución egipcia
3. Aplicaciones en medicina
4. Civilizaciones antiguas
5. La invención del microscopio
6. Antecedentes históricos
7. Consolidación de la teoría celular
8. Principios fundamentales
9. Impacto en la biología
10. Influencia griega y árabe
11. Primeras observaciones
12. Avances y aplicaciones de la teoría celular
13. Primeros microscopios

14. Impacto en la ciencia
15. Teoría celular
16. Desarrollo de instrumentos ópticos
17. Futuro de la biología sintética
18. El conocimiento celular ha impulsado terapias innovadoras como el uso de células madre y la terapia génica que han transformado el tratamiento de diversas enfermedades.
19. La biología sintética y las células artificiales prometen innovaciones disruptivas al permitir el diseño de organismos con funciones específicas para abordar retos globales.
20. Los antiguos egipcios, griegos y árabes entraron la base del conocimiento biológico a través de la observación y el análisis del cuerpo humano y la naturaleza.
21. Los avances en microscopía electrónica y biología molecular han permitido explorar las células a detalle y comprender procesos esenciales como la división celular y transmisión genética.
22. En el antiguo Egipto los papiros médicos y el trabajo de los embalsamadores reflejaron un intento por la anatomía y la fisiología, aunque limitado a la observación a simple vista.
23. Robert Hooke en 1665 observó celdillas en el corcho y acuñó el término de célula.
24. los griegos como Aristóteles y los árabes como Avicena desarrollan teorías sobre la vida y la anatomía que, aunque no incluían el estudio celular fueron fundamentales para el avance de la biología celular.
25. Matthias Jakob Schleiden y Friedrich Theodor Schwann establecieron que todos los organismos están compuestos por células mientras que Rudolf Ludwig Karl Virchow añadió que toda la célula proviene de otra célula.
26. La llegada del microscopio marcó una punta de inflexión en la historia de la ciencia permitiendo a los científicos explorar el mundo invisible.
27. Transformó la comprensión de la vida al establecer que la célula es la unidad estructural funcional y reproductiva de todos los organismos vivos.
28. Los primeros microscopios compuestos, aunque rudimentarios ofrecieron las primeras imágenes ampliadas del microorganismo que abrieron la puerta a la observación científica.
29. La invención del microscopio fue posible gracias a los avances de la fabricación de lentes durante el renacimiento.

ACTIVIDADES DE AUTOEVALUACIÓN

1. ¿Quién acuñó el término "célula" y en qué obra?

- A) Anton van Leeuwenhoek en "Micrographia"
- B) Robert Hooke en "Micrographia"
- C) Matthias Schleiden en "Teoría celular"
- D) Theodor Schwann en "La estructura de los organismos"

2. ¿Cuál de las siguientes afirmaciones corresponde al tercer postulado de la teoría celular?

- A) Toda célula proviene de otra célula.
- B) Las plantas están compuestas de células.
- C) Los tejidos animales no están formados por células.
- D) La célula no es la unidad estructural de los organismos vivos.

3. ¿Qué científico observó por primera vez bacterias y protozoos con microscopios simples?

- A) Robert Hooke
- B) Anton van Leeuwenhoek
- C) Matthias Schleiden
- D) Rudolf Virchow

4. ¿Cuál de los siguientes eventos marcó un punto de inflexión en el estudio de la biología celular?

- A) El desarrollo de la alquimia en el mundo árabe.
- B) La invención del microscopio compuesto en el siglo XVI.
- C) La observación de celdillas en el corcho por Robert Hooke.
- D) La publicación de textos anatómicos en el Renacimiento.

5. ¿Cuál fue la contribución de Rudolf Virchow a la teoría celular?

- A) Descubrió microorganismos vivos con microscopios simples.
- B) Introdujo el postulado de que toda célula proviene de otra célula.
- C) Describió estructuras celulares en tejidos vegetales.
- D) Estableció que las plantas están formadas por células.

Respuestas: 1B, 2A, 3B, 4C, 5B

TEMA: Panorama actual de la Biología como ciencia ante las situaciones emergentes del siglo XXI.

SUBTEMA: Generalidades sobre los conceptos, principios y metodologías de las teorías base de la Biología.

APRENDIZAJE: El alumno reconoce a la teoría celular como modelo para caracterizar los elementos a las teorías en Biología.

CONCEPTOS CLAVE: biología, ciencia, evolución, selección natural, teoría, teoría celular, método científico.

MARCO TEÓRICO

Ciencia

Con base a la Real Academia Española, *ciencia* es el conjunto de conocimientos obtenidos mediante la observación y el razonamiento, sistemáticamente estructurados a través del método científico, de los que se deducen principios y leyes generales con capacidad predictiva y comprobables experimentalmente. La ciencia es un instrumento para entender, interpretar y explicar la naturaleza, a través del *método científico*, éste es una ruta organizada, dirigida, con un punto de partida para cumplir un propósito, su número de pasos puede variar, pero siempre deben realizarse en orden: observación, planteamiento del problema, marco teórico, hipótesis, diseño de la investigación, experimentación, análisis de resultados, conclusión, difusión.

Biología

La biología es una ciencia debido a que todos sus conceptos, principios, metodologías, teorías y leyes han sido descubiertos y seguirán siendo manifiestos por el método científico. La *biología* es la ciencia que trata de los sistemas vivos considerando su estructura, funcionamiento, evolución, distribución e interacciones, ofrece un entendimiento de los sistemas vivos en el planeta, con lo que contribuye a apreciar y valorar la naturaleza.

La gran variedad de conocimientos obtenidos por la biología y la diversidad de sus objetos de estudio, han obligado la división de esta ciencia en varias ramas, las cuales permiten a los investigadores enfocarse en determinados aspectos de los sistemas vivos y organizar de manera más eficiente la información obtenida, algunas de estas ramas son: zoología, botánica, micología, paleontología, ecología, taxonomía, sistemática, embriología, fisiología, citología, microbiología, genética, anatomía, histología, etología, evolución... éstas guardan una estrecha relación entre sí, es necesario el conocimiento de las otras para poder proporcionar una explicación integral a todo fenómeno biológico.

La biología tiene diferentes aplicaciones en la vida cotidiana, por ejemplo, en la medicina y salud, área pecuaria, agricultura, medio ambiente, investigación, biotecnología, genética, alimentación, reproducción, entre otras.

Desarrollo del conocimiento biológico

Aristóteles (384-322 a.C.) fue precursor de la biología, escribió un libro de zoología (*De Animalia*) en el cual se refirió a la reproducción y a la anatomía de varios animales. Especuló que las formas sencillas de vida evolucionaban a formas cada vez más complejas durante largos espacios de tiempo. Hizo una categorización de diferentes organismos, con lo cual creó una taxonomía que influyó en la biología contemporánea.

Durante la Edad Media algunas obras muy interesantes fueron los bestiarios medievales, resumían las características simbólicas y teológicas de diferentes animales (león, toro águila, y fantásticos como el unicornio y el dragón) que, a pesar de su tratamiento religioso, ya describía cuestiones morfológicas y anatómicas de los animales estudiados.

En el siglo XII, durante la Alta Edad Media, surgieron las grandes universidades, como las de Bolonia, París y Oxford. En la Universidad de Oxford Roger Bacon (1214-1294), contribuyó a la introducción del método experimental.

En la época del Renacimiento las colecciones de especies animales y vegetales alcanzaron gran importancia y se formaron herbarios, jardines botánicos, parques zoológicos y colecciones de animales conservados.

En la época de la Ilustración o el llamado siglo de las luces se describió por primera vez las cadenas alimenticias y se habló de las poblaciones. En Europa aparecen los primeros museos y se forman grandes colecciones de plantas medicinales exóticas. Lazzaro Spallanzani (1729-1799), reviso los experimentos de Francesco Redi (1626-1697), y refuto la teoría de la generación espontánea vigente en ese momento. Carlos Linneo (1707-1778), elaboro la primera gran clasificación de la mayor parte de los sistemas vivos con base en una nomenclatura binomial, publicada en su obra *Systema Naturæ* (1727).

En el siglo XIX Louis Pasteur (1822-1895) refutó la teoría de la generación espontánea, mientras el monje alemán Gregor Mendel (1822-1884), con sus famosos experimentos realizados con plantas de chícharo, sentó las bases de la genética moderna.

Teorías base en la Biología

Actualmente se consideran cuatro teorías base en la Biología:

1. Teoría de la evolución de las especies mediante la selección natural.
2. Teoría celular.
3. Principios de la herencia Mendeliana.
4. Homeostasis.

En el siglo XIX uno de los estudios que tuvieron grandes repercusiones fue el de la *evolución*. Jean-Baptiste-Pierre-Antoine de Monet, caballero de Lamarck (1744-1829), un naturalista francés, propuso la teoría de “los caracteres adquiridos” o “teoría del uso y desuso”. Sin embargo, fue el naturalista inglés Charles Robert Darwin (1809-1882), y su compatriota Alfred Russel Wallace (1823-1913), quienes a través de sus investigaciones de manera independiente consolidaron la *teoría de la evolución de las especies mediante la selección natural*.

Por otro lado, el término *célula* surgió por primera vez en 1665 y se atribuye a Robert Hooke, quien a través de un microscopio óptico primitivo observó una preparación de corcho, tejido vegetal que proviene de la corteza exterior seca de una especie del árbol de roble. En esa preparación observó los espacios vacíos que dejan las células del corcho cuando mueren y acuñó el término *célula* -diminutivo de la voz *celle-*, que en latín significa “hueco pequeño”. Ya para el siglo XIX con los microscopios perfeccionados, Matthias Schleiden un botánico alemán (1804-1881), Theodor Schwann (1804-1881) un fisiólogo y anatomista prusiano, y el médico alemán Rudolf Virchow (1821-1902) plantearon la *teoría celular*.

ACTIVIDADES DE APRENDIZAJE

Instrucción. Con base a lo revisado en la lectura anterior, contesta lo que se solicita en las siguientes actividades.

Actividad 1

Responde lo siguiente:

1. Escribe por que la Biología es una ciencia.

2. Escribe en orden los pasos del método científico.

3. Redacta en un párrafo, tu definición de biología.

4. Menciona dos aplicaciones concretas y actuales de la biología que se esté desarrollando en tu país.

5. ¿Cuáles son las dos teorías base de la Biología?

6. Investiga cuáles son las explicaciones que llevaron a la formulación de las dos teorías base de la Biología.

Actividad 2

Realiza una investigación y completa la siguiente tabla de las ramas de la Biología.

RAMA DE LA BIOLOGÍA	CAMPO DE ESTUDIO
ZOOLOGÍA	
	Plantas y sus interacciones tanto con otros vegetales y como con animales.
MICOLOGÍA	
	Sistemas vivos que existieron en épocas remotas a partir de los fósiles.
	Interacción entre los organismos y el medio ambiente que los rodea.
TAXONOMÍA	
SISTEMÁTICA	La biodiversidad con base en las relaciones jerárquicas de los linajes de los sistemas vivos.
	Formación y el desarrollo de los organismos a partir del embrión.
FISIOLOGÍA	
CITOLOGÍA	
	Organismos que ocasionan enfermedades a otros sistemas vivos.
GENÉTICA	
ANATOMÍA	
	Tejidos celulares de hongos, vegetales y animales.
ETOLOGÍA	
	Cambios y adaptaciones que las poblaciones han presentado a lo largo del tiempo y como ha dado lugar a extinciones y nuevas especies.
	Sistemas vivos que habitan en el océano.

ACTIVIDADES DE AUTOEVALUACIÓN

1. Las teorías de la _____ y _____ son unificadoras de la biología.

- A) herencia y cromosómica
- B) evolución y atómica
- C) evolución y celular
- D) herencia y celular

2. La biología se apoya en diferentes ciencias, EXCEPTO:

- A) física y química.
- B) matemática y estadística.
- C) geología y astronomía.
- D) astrología y cosmología.

3. La _____ sistematiza el conocimiento de un objeto de estudio, a partir de métodos, este conocimiento es respaldado por comunidades científicas.

- A) teoría
- B) ciencia
- C) tecnología
- D) metodología

4. Mecanismo que explica la sobrevivencia y reproducción de los más aptos.

- A) Evolución
- B) Transformismo
- C) Selección natural
- D) Caracteres adquiridos

5. Teoría que estableció que todos los sistemas vivos presentan una unidad morfológica y funcional.

- A) Celular
- B) Genética
- C) Evolución
- D) Cromosómica

Respuestas: 1C, 2D, 3B, 4C, 5A

TEMA: Objeto de estudio de la Biología.

SUBTEMA: Características generales de los sistemas vivos.

APRENDIZAJE: Identifica las características generales de los sistemas vivos a partir de los principios de las teorías base de la Biología.

CONCEPTOS CLAVE: teoría celular, homeostasis, metabolismo, teoría, biología, sistemas biológicos, características, célula, reproducción, mitosis, meiosis, irritabilidad.

MARCO TEÓRICO

Los sistemas biológicos son estructuras complejas y organizadas que permiten la existencia de aquello que hace especial a nuestro planeta: la vida. Se caracterizan por una organización jerárquica que abarca desde moléculas y células hasta tejidos, órganos y organismos completos. Además, los sistemas biológicos son altamente **adaptables**, lo que les permite responder a los cambios en el medio externo.

Características de los sistemas biológicos

Para comprender mejor qué es un sistema biológico, es fundamental contextualizar las bases que lo definen, comenzando con la célula, la esencia fundamental de la vida. Todos los organismos, ya sean unicelulares o complejas colecciones multicelulares, están **constituidos por células**. Por lo tanto, la célula es la piedra angular, tanto estructural como funcional, de los sistemas biológicos y es donde se llevan a cabo todas las funciones vitales.



Figura 2. Estructura de una célula, interpretada por una IA. (Copilot, 2024)

Ahora bien, ¿de dónde provienen las células? La teoría celular establece que **"toda célula proviene de otra célula preexistente"**. Este principio, formulado por Rudolf Virchow y conocido como *"omnis cellula e cellula"*, sostiene que las células solo surgen mediante la división de células ya existentes.

Tomando en cuenta lo anterior podemos decir que una de las características que definen a un sistema biológico es la capacidad de la reproducción (división celular), ya sea por medio de mitosis o por meiosis.

Así, las células tienen a una molécula que permite el paso de información entre generaciones de células: el **ADN**. Esta molécula se transmite de una célula madre a sus descendientes durante la división celular. Además, contiene toda la información esencial para la construcción y funcionamiento de cada célula. Sin embargo, el ADN no se mantiene idéntico generación tras generación ya que posee la cualidad de la variabilidad genética.

La **variabilidad genética** hace referencia a la diversidad en las frecuencias de los genes dentro de una especie o población. Esta variabilidad es fundamental para la evolución y la adaptación de los organismos, ya que les permite a las poblaciones reaccionar ante cambios ambientales y diferentes adversidades. Esta variabilidad genética puede conducir a cambios evolutivos a través de las generaciones.

La **evolución** de los sistemas biológicos es un proceso complejo que involucra cambios genéticos acumulativos en las poblaciones de organismos a lo largo de múltiples generaciones. Este fenómeno ha generado la vasta diversidad en las formas de vida que observamos en la actualidad y se fundamenta en varios mecanismos esenciales, siendo la **adaptación** uno de los más destacados.

Las células son similares en su composición química y en sus **procesos metabólicos**, conteniendo **biomoléculas** básicas como **carbohidratos, lípidos, proteínas y ácidos nucleicos**, lo que indica que comparten una esencia bioquímica común y realizan rutas metabólicas semejantes. Sin embargo, para llevar a cabo estos procesos, es indispensable un **intercambio de materia y energía** tanto dentro como fuera de la célula.

Además, los sistemas biológicos poseen una característica conocida como **irritabilidad**, esta les permite responder a estímulos gracias a su capacidad para reaccionar a influencias externas e internas, facilitando el adaptarse a los cambios en su entorno. Asimismo, pueden autorregularse mediante mecanismos internos que les permiten mantener la **homeostasis** y operar con eficacia.

Un sistema biológico **se nutre** mediante procesos que permiten la obtención y utilización de energía y nutrientes esenciales para mantener sus funciones vitales. Un claro ejemplo pueden ser los organismos autótrofos o los heterótrofos. Los autótrofos, como las plantas, producen su propio alimento mediante la fotosíntesis, mientras que los heterótrofos, como los animales, obtienen sus nutrientes al consumir otros organismos.

En los organismos heterótrofos, la digestión es el proceso mediante el cual los alimentos se descomponen en moléculas más pequeñas, facilitando su absorción. Este proceso se lleva a cabo a través de reacciones químicas catalizadas por **enzimas**. Los nutrientes descompuestos para ser absorbidos incluyen glucosa, aminoácidos, ácidos grasos y vitaminas.

Una vez absorbidos, los nutrientes se utilizan en diversas **reacciones metabólicas** para producir energía. Por ejemplo, la glucosa se metaboliza a través de la glucólisis y la respiración celular para generar **ATP**, la principal molécula energética en las células. La energía y los nutrientes se distribuyen a las células del organismo para realizar funciones esenciales como la síntesis de proteínas, la reparación celular, el crecimiento y la reproducción. Además, son esenciales para mantener un equilibrio interno estable (homeostasis) al regular la concentración de nutrientes, el pH y la temperatura, entre otros factores.

ACTIVIDADES DE APRENDIZAJE

Instrucción. Con base a lo revisado en la lectura anterior, contesta lo que se solicita en las siguientes actividades.

Actividad 1

Responde lo siguiente:

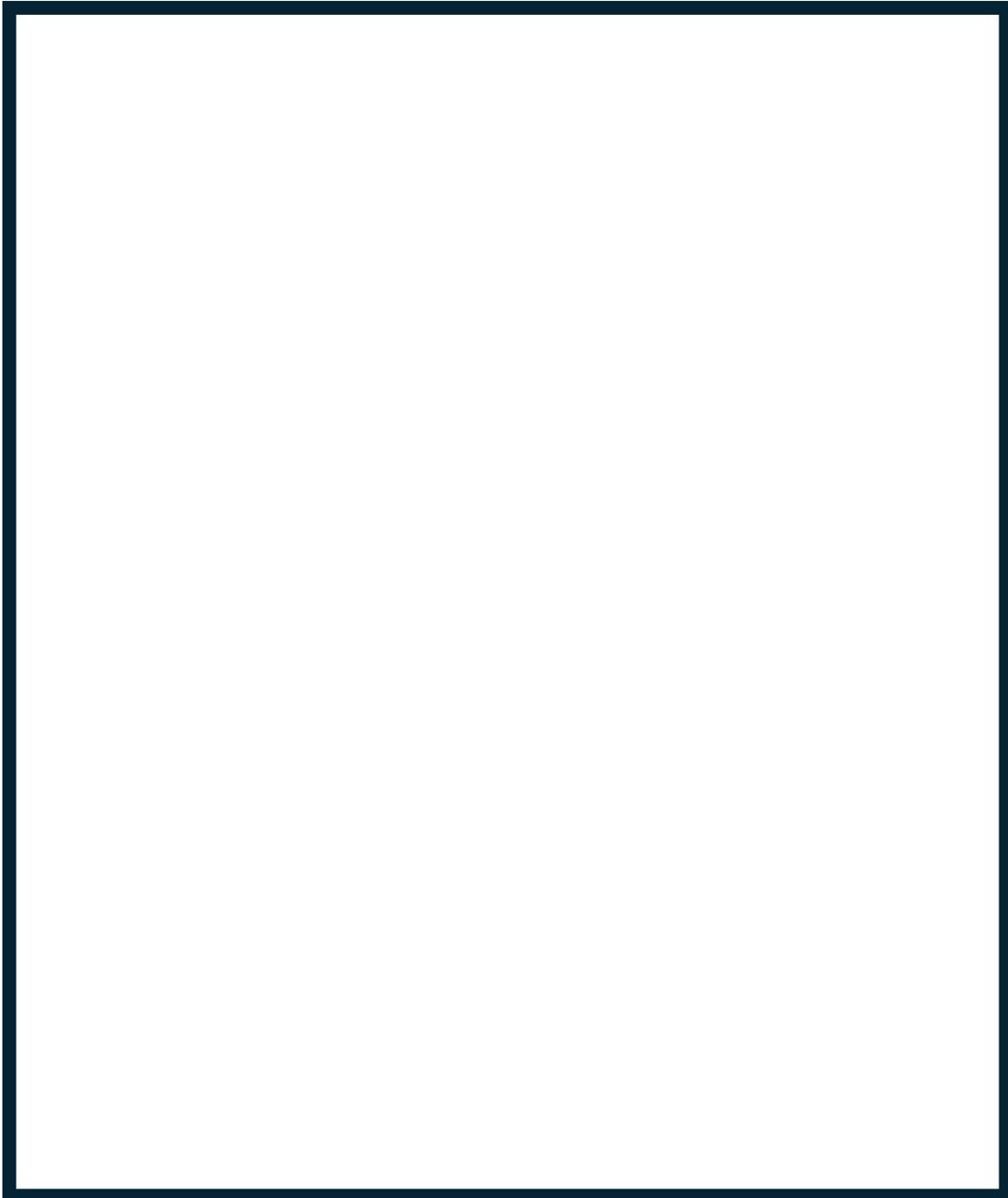
8. Menciona 5 características comunes que poseen los sistemas biológicos. Considera a representantes de los diferentes grupos (animales, plantas, bacterias, hongos, etc.)

	Características
1	
2	
3	
4	
5	

9. Tomando en cuenta las características que enlistaste en la tabla anterior ¿Sería posible que todos los sistemas biológicos tengan un origen en común? Fundamenta tu respuesta.

Actividad 2

Realiza un mapa mental acerca de las características de los sistemas biológicos.



ACTIVIDADES DE AUTOEVALUACIÓN

1. ¿Cuál de las siguientes opciones establece la organización jerárquica de los sistemas biológicos?

- A) Moléculas, células, tejidos, órganos, organismos.
- B) Células, moléculas, órganos, tejidos, organismos.
- C) Organismos, órganos, tejidos, células, moléculas.
- D) Tejidos, células, moléculas, organismos, órganos.

2. ¿Qué característica de los sistemas biológicos permite mantener un equilibrio interno estable?

- A) Adaptabilidad
- B) Irritabilidad
- C) Reproducción
- D) Homeostasis

3. ¿Cuál es la unidad estructural y funcional de los sistemas biológicos?

- A) Los tejidos
- B) Las células
- C) Los órganos
- D) Las moléculas

4. ¿Qué proceso celular es esencial para la transmisión de información genética de una célula madre a sus células hijas?

- A) Fotosíntesis
- B) Respiración celular
- C) División celular
- D) Homeostasis

5. ¿Cuál de las siguientes opciones es verdadera sobre la composición química de las células?

- A) Tienen una composición química completamente diferente entre sí
- B) Comparten una composición química básica y procesos metabólicos similares
- C) No contienen material genético
- D) No requieren energía para sus funciones

Respuestas: 1A, 2D, 3B, 4C, 5B

TEMA: Objeto de estudio de la Biología. **SUBTEMA:** Niveles de organización.

APRENDIZAJE: Identifica los niveles de organización de los sistemas vivos.

CONCEPTOS CLAVE: átomos, moléculas, compuesto, enlace químico, organismo, población, comunidad, ecosistema

MARCO TEÓRICO

Átomos y moléculas.

Los átomos son las unidades estructurales fundamentales de la materia. Éstos se componen de un núcleo atómico central, el cual, a su vez, se encuentra conformado por protones y neutrones. Los protones tienen carga positiva, mientras que los neutrones carecen de una carga. Además, los átomos contienen electrones que poseen carga negativa y se encuentran en la misma cantidad que los protones.

En la naturaleza encontramos 92 tipos de átomos que forman una unidad estructural de un elemento diferente. Un elemento es una sustancia que no puede ser descompuesta en otras sustancias mediante procesos químicos ordinarios. El número de protones que contiene un elemento es igual al número de electrones, y este número se conoce como el número atómico. El número atómico es característico de cada elemento, por ejemplo, un átomo de carbono cuyo número atómico es seis, tiene seis protones y electrones. Cada elemento además tiene propiedades químicas exclusivas basadas en el número y la configuración de los protones, neutrones y electrones. En los sistemas biológicos, los elementos químicos más comunes son: hidrógeno, carbono, nitrógeno, oxígeno, sodio, magnesio, fósforo, azufre, cloro, potasio y calcio.

Una molécula está conformada por dos o más átomos del mismo elemento o de elementos distintitos. Los átomos pueden interactuar dependiendo de cómo este estructurada la última capa de electrones del átomo.

En el caso de que la última capa se encuentre llena, este átomo no puede unirse a otro. Pero cuando la última capa está sólo parcialmente llena, este átomo puede interactuar con otra. Estos átomos se mantienen unidos debido a las interacciones que existen entre sus capas de electrones más externas. Un compuesto se forma cuando se unen átomos de diferentes elementos. Esta unión se llama enlace químico, los cuales funcionan como fuerzas de atracción que mantienen unidos a los átomos. La formación y ruptura de estos enlaces entre los átomos se llaman reacciones químicas. Existen cuatro principales moléculas que conforman a los sistemas vivos: carbohidratos, lípidos, proteínas y ácidos nucleicos. Estas moléculas interactúan entre al conformar a las células, la unidad de los sistemas biológicos. Cada biomolécula tiene una función específica en la célula.

De célula a organismo.

Como ya lo mencionamos, la célula es una unidad mínima que conforma todos los sistemas vivos. Los organismos más pequeños que conocemos, las bacterias, están conformados por una sola célula. En contraste, los seres humanos estamos conformados por millones de células, con formas y funciones diferentes. Estas células obtienen energía y biomoléculas del ambiente, y sintetizan a su vez proteínas y otras moléculas necesarias para su crecimiento y reproducción. Las células se diferencian y tienen funciones específicas, cuando estas células especializadas se agrupan, forman tejidos. Las células que se agrupan forman uniones entre ellas. Este tipo de tejidos tienen funciones específicas y existen cuatro tipos principales de tejidos en animales: epitelial, conjuntivo, muscular y nervioso. A modo de ejemplo en los animales, el tejido epitelial reviste el cuerpo y sus cavidades, formando una lámina continua. Las células epiteliales tienen forma cuboidea, cilíndrica o aplanada, y estas se organizan en varias capas. Dada su forma, el tejido epitelial tiene la función de una barrera casi impermeable.

Los tejidos se conforman en unidades funcionales llamadas órganos. Estas estructuras se pueden conformar por tipos de tejidos diferentes. Por ejemplo, el estómago está conformado por tejido epitelial, conjuntivo, tejido nervioso y músculo liso. En conjunto, el estómago cumple la función de degradar los alimentos ingeridos. Estos órganos trabajan en conjunto y conforman los sistemas, el sistema digestivo en conjunto procesa los alimentos, asimilando los nutrientes necesarios para el cuerpo y excretando los desechos. Un organismo multicelular está conformado por varios sistemas de órganos. Los organismos tienen características morfológicas, fisiológicas y genéticas similares que son capaces de reproducirse entre sí, lo que constituye una especie.

Poblaciones, Comunidades y Ecosistemas.

Los niveles de organización siguen más allá de los individuos. Estos individuos viven en conjunto y conforman a las poblaciones, los cuales habitan en un mismo espacio y tiempo. Estas poblaciones tienen propiedades únicas, producto de la organización que existe entre los individuos de que la conforman. Por ejemplo, podemos mencionar la densidad, la estructura y la jerarquía. A su vez, estas poblaciones se organizan en comunidades, en las cuales ocurren diferentes tipos de interacciones. Las interacciones se pueden dar entre organismos de especies diferentes o dentro de la misma especie. Estas interacciones pueden ser positivas o negativas para los interactores. Las comunidades no se encuentran aisladas, éstas también interactúan con los elementos abióticos, por ejemplo: el aire, el suelo, el agua, etc. De esta forma se conforman los ecosistemas. En estos, ocurren la interacción entre los elementos bióticos y abióticos que generan el flujo de la materia y energía. Cuando se amplía el análisis de las interacciones entre lo vivo y lo no vivo a la escala global, podemos referirnos a este nivel como la biosfera. Esta incluye todas las aguas superficiales y profundidades de los océanos. También incluyen todos los tipos de superficies terrestres y tipos de biomas sobre estos.

ACTIVIDADES DE APRENDIZAJE

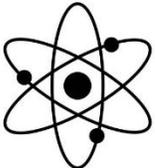
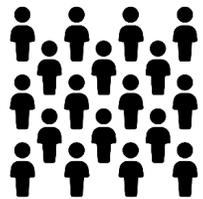
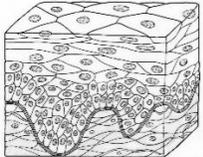
Instrucción. Con base a lo revisado en la lectura anterior, contesta lo que se solicita en las siguientes actividades.

Actividad 1

1. Compara los siguientes niveles de organización señalando sus diferencias y similitudes.

	Similitudes	Diferencias
Células y átomos		
Organismos y comunidades		
Tejidos y células		

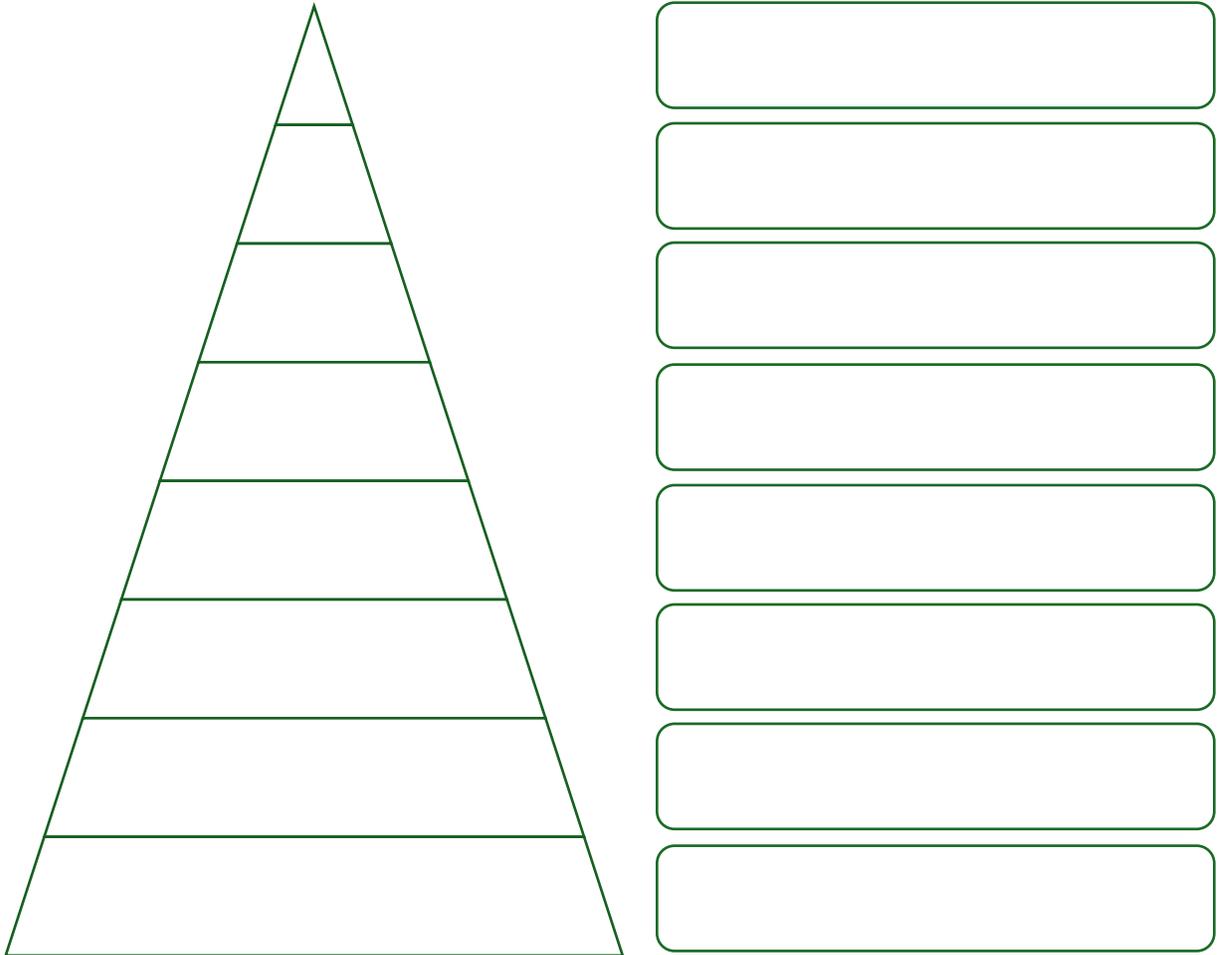
2. Observa los siguientes esquemas y coloca el nombre del nivel de organización que representa.

Actividad 2

Investiga las definiciones de cada uno de los niveles de organización de los sistemas vivos. Después, colócalos en la tabla en orden jerárquico.

Átomo	Órgano	Tejido	Comunidad	Ecosistema	Organismo	Población	Célula
-------	--------	--------	-----------	------------	-----------	-----------	--------



ACTIVIDADES DE AUTOEVALUACIÓN

1. ¿Cuál es la unidad fundamental de los sistemas biológicos?

- A) Átomo
- B) Célula
- C) Núcleo
- D) Material genético

2. ¿Cuál es la unidad fundamental de la materia?

- A) Átomo
- B) Célula
- C) Núcleo
- D) Material genético

3. Es un grupo de células que tienen funciones y morfología similares.

- A) órgano
- B) tejido
- C) organismo
- D) estructura

4. Es un grupo de órganos que se complementan para dar funcionalidad al individuo.

- A) órgano
- B) tejido
- C) organismo
- D) estructura

5. Grupo de organismos que habitan en un mismo tiempo y espacio.

- A) Organismo
- B) Ecosistema
- C) Comunidad
- D) Población

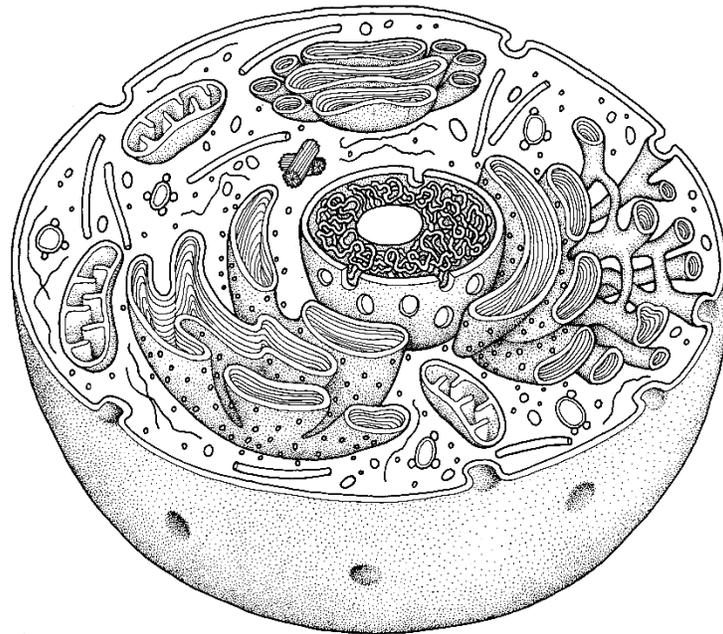
Respuestas: 1B, 2A, 3B, 4C, 5D

REFERENCIAS DE LA UNIDAD 1 PARA ALUMNOS

1. Alberts, B., Johnson, A., Lewis, J., Raff, M., Roberts, K., y Walter, P. (2016). *Biología molecular de la célula* (6ª ed.). Omega.
2. Alcocer, M. (2011). *La nueva biología y el bienestar de la sociedad*. Revista Ciencia UANL, vol. XIV, núm. 1. Universidad Autónoma de Nuevo León Monterrey, México.
3. Audesirk, T., Audersirk, G., Byers, B. E. (2008). *Biología: Ciencia y naturaleza*. Person Education.
4. Barberá, O., y Sendra, C. (2015). *La biología y el mundo del siglo XXI. Biología y geología, complementos de formación disciplinar*. (1ª. Edición)
5. Curtis, H., Barnes, N., Schnek, A., y Massarini, A. (2015). *Curtis Biología*. 7ª ed. Editorial Medica panamericana. Madrid, España.
6. Eronen, Markus I. y Daniel Stephen Brooks. (2024). *Levels of Organization in Biology, The Stanford Encyclopedia of Philosophy* (Summer 2024 Edition), Edward N. Zalta y Uri Nodelman (eds.)
7. Erice, E., y González, A. (2020). *Biología. La ciencia de la vida*. 3ª ed. McGraw-Hill Interamericana. México.
8. Freeman, S. (2009). *Biología* (3ª ed.). Pearson.
9. Solomon, E., Berg, L., Martin, D. y Martin, C. 2019. *Biología*. 11 edición. Cengage Learning Editores. United States of America.
10. Taylor, M., Simon, E., Dickey, J., Hogan, K., y Campbell, N. (2022). *Campbell Biology Concepts & Connections*. 10 ed. Pearson Education Limited. United Kingdom.
11. Urry, L., Cain, M., Wasserman, S., Minorsky, P., Orr, R. (2021). *Campbell Biology. 12 edition. Pearson. U.S.*
12. Valdivia, B., Granillo, P., y Villareal, M. S. (2002). *Biología, La vida y sus procesos*. Publicaciones Cultural.

UNIDAD 2

¿Cuál es la unidad estructural y funcional de los sistemas vivos?



<https://webdelmaestro.com/la-celula/>

PROPÓSITO

Al finalizar la unidad, el alumnado:

Identificará las estructuras asociadas a los procesos celulares, a través del conocimiento de la teoría celular, para que reconozca a la célula como la unidad estructural y funcional de los sistemas vivos.

PRESENTACIÓN

En esta unidad se retomarán los postulados de la teoría celular para comprender a la célula como unidad estructural y funcional de los sistemas vivos. Se con forma por tres temáticas: la composición química de la célula, tipos celulares, además de los procesos de regulación y conservación.

El primer aprendizaje busca que el alumnado identifique las características de los componentes químicos presentes en las células y la importancia en la conformación de éstas.

El segundo aprendizaje está orientado a que el alumnado describa las características de las células procariotas y eucariotas.

En cuanto a los aprendizajes correspondientes a la última temática, los procesos de regulación y conservación se abordan, desde una visión integral, a partir de un enfoque sistémico, con la finalidad de enfatizar las relaciones que se establecen entre los procesos que suceden en la célula, las estructuras que la conforman y su respuesta a los estímulos que le permiten mantener su integridad y funcionalidad.

Finalmente, el aprendizaje relacionado con la homeostasis se plantea con la intención de integrar las temáticas revisadas en esta unidad.

Es importante mencionar que esta temática, en torno a los procesos, componentes y respuestas a estímulos deben contemplar tanto a células procariotas como eucariotas.

CONTENIDO TEMÁTICO DE LA UNIDAD 2

Composición química de la célula.

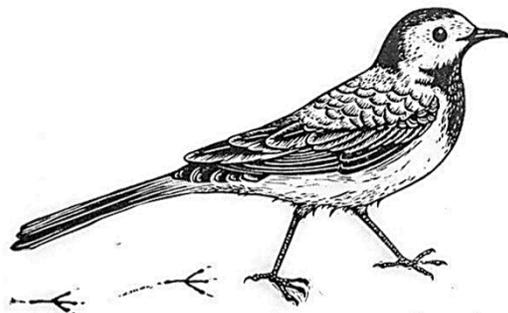
- Moléculas presentes en las células: carbohidratos, lípidos, proteínas, ácidos nucleicos, agua y minerales.

Tipos celulares.

- Estructuras de las células procariotas y eucariotas.

La célula: procesos de regulación y conservación.

- Estructuras celulares relacionadas con la regulación, comunicación y transporte de materia.
- Estructuras celulares relacionadas con el proceso de transferencia y transformación de energía.
- Proceso de síntesis de proteínas y las estructuras celulares participantes.
- La homeostasis como un proceso de regulación y conservación de la célula y su relación con el entorno.



<https://cl.pinterest.com/ibezlearos/aves-en-blanco-y-negro/>

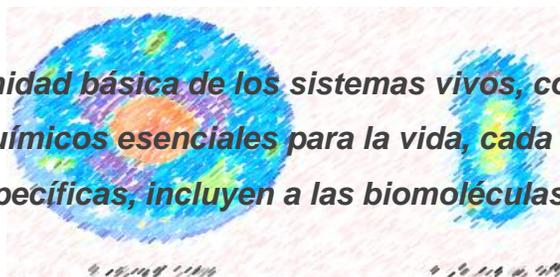
TEMA: Composición química de la célula. **SUBTEMA:** Moléculas presentes en las células: carbohidratos, lípidos, proteínas, ácidos nucleicos, agua y minerales.

APRENDIZAJE: Identifica las características químicas de los componentes celulares.

CONCEPTOS CLAVE: Elemento/átomo, molécula, carbohidratos, lípidos, proteínas, ácidos nucleicos, agua, minerales.

INTRODUCCIÓN.

“La célula, como unidad básica de los sistemas vivos, contiene una variedad de componentes químicos esenciales para la vida, cada uno con funciones y características específicas, incluyen a las biomoléculas, agua y minerales”



MARCO TEÓRICO

A continuación, se describen las propiedades y funciones de estos componentes químicos, y su importancia en el funcionamiento celular.

Las biomoléculas.

Las biomoléculas son compuestos orgánicos que constituyen la base de las estructuras y funciones celulares. Las principales biomoléculas son los **carbohidratos, lípidos, proteínas y ácidos nucleicos.**

- **Carbohidratos.**

Características generales:

Están formados por Carbono, Hidrógeno y Oxígeno; reciben también el nombre de azúcares o glúcidos; son solubles en agua; su importancia biológica principal actuar como fuente importante de energía a demás confieren estructura, tanto a nivel molecular (forman nucleótidos), como a nivel celular (pared vegetal) o tisular (tejidos vegetales de sostén como la celulosa).

Se clasifican en monosacáridos, oligosacáridos y polisacáridos. (ver figura 1)

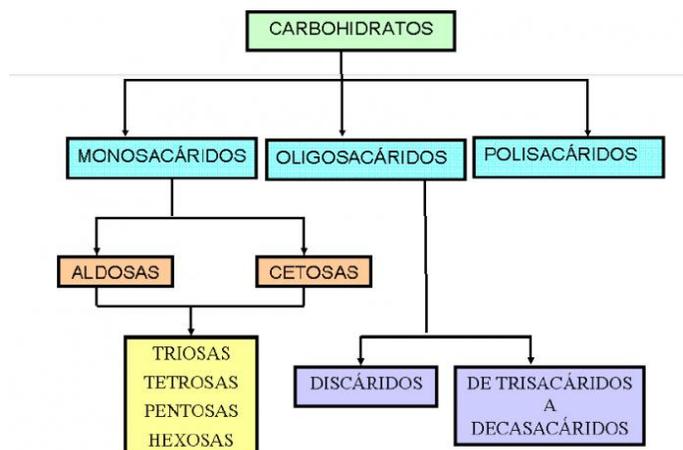
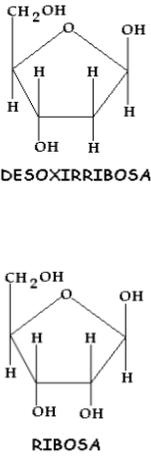


Figura 1. Mapa conceptual de carbohidratos
(MapaConceptualWeb, 2024)

Tabla1. Propiedades de los carbohidratos y estructura en la célula			
	Monosacáridos	Oligosacáridos	Polisacáridos
Propiedades	Algunos monosacáridos como la glucosa y la fructosa son fuentes principales de combustible en el metabolismo celular y pueden ser utilizados de manera rápida; por ejemplo, las células del cerebro, músculos y otros tejidos utilizan los monosacáridos para obtener energía.	Su vida es relativamente corta en las células. Sirven para almacenar energía a corto plazo. ejemplos: sacarosa, lactosa, celobiosa.	No tienen sabor dulce. Su importancia biológica reside como reservas energéticas o pueden conferir estructura al sistema vivo que los tiene. Ejemplos: Quitina, celulosa, glucógeno y almidón.
Estructura en la célula	Otros monosacáridos de gran importancia son la ribosa y la desoxirribosa (ver figura 2) que forman parte de los componentes estructurales de otras biomoléculas como los ácidos nucleicos (DNA, RNA y ATP)	Los oligosacáridos, que se encuentran en forma de cadenas laterales en las membranas de las células, permiten a las células reconocerse entre sí.	La pared celular de las bacterias y plantas está formada principalmente por polisacáridos, como la celulosa. La quitina constituye el exoesqueleto de los artrópodos como los crustáceos, los insectos y en las paredes celulares

	 <p>DESOXIRRIBOSA</p> <p>RIBOSA</p> <p>Figura 2. Monosacáridos (Xunta Portal educativo, sf)</p>		<p>de los hongos y las algas verdes.</p> <p>El almidón es la principal reserva de carbohidratos en las plantas. Se encuentra en las hojas, tallos, raíces, flores, frutos y semillas, utilizan el almidón como fuente de energía durante periodos de estrés o reinicio del crecimiento.</p>
--	--	--	---

- **Lípidos**

Características generales:

Son biomoléculas Formados por Carbono, Hidrógeno y Oxígeno, que pueden aparecer en algunos compuestos el Fósforo y el Nitrógeno. Constituyen un grupo diverso de compuestos hidrofóbicos, lo que significa que no se disuelven en agua. Son moléculas que tienen funciones variadas en las células, como almacenar energía, formar membranas celulares, y proporcionar aislamiento térmico. Entre los lípidos de mayor importancia en la célula se encuentran los fosfolípidos y conforman a la bicapa lipídica de las membranas celulares, y los triglicéridos, que almacenan energía en células especializadas.

Se clasifican en saponificables e insaponificables. (ver figura 3)

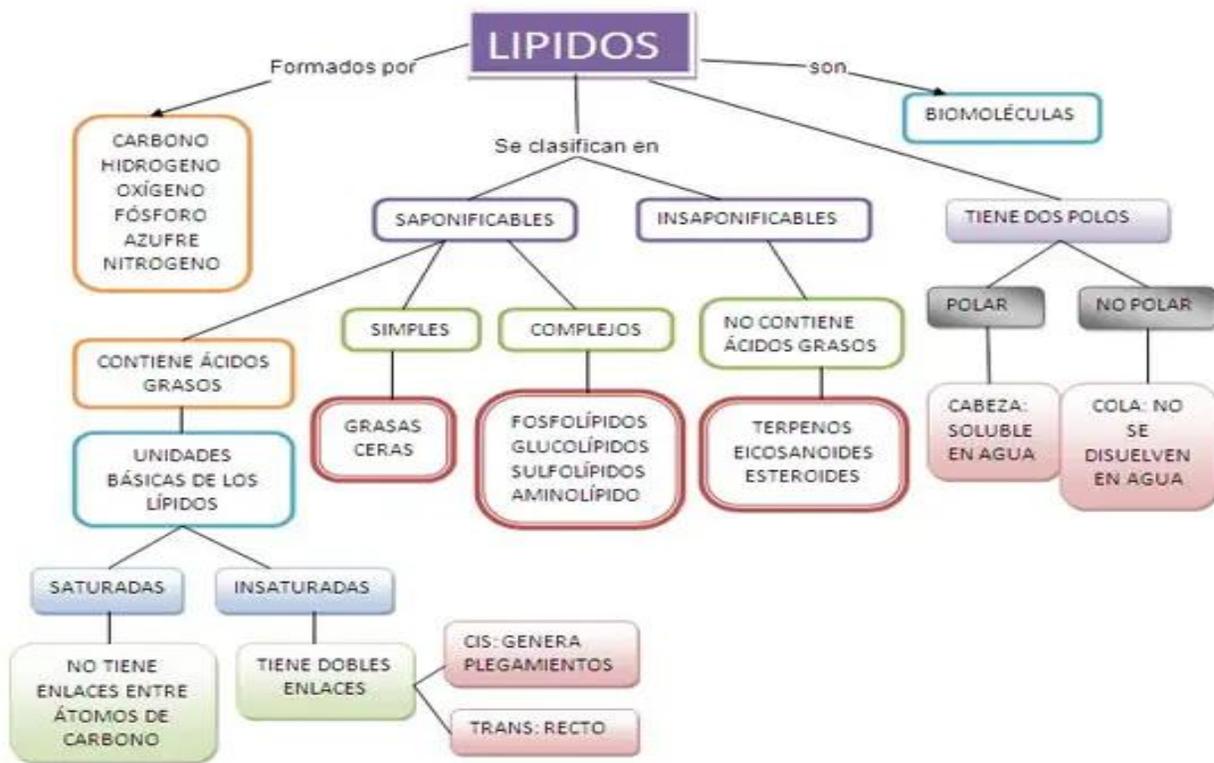
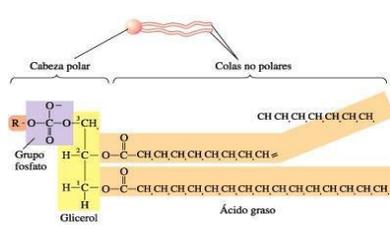
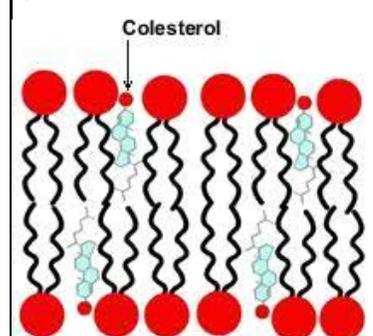


Figura 3. Mapa conceptual de lípidos (MapaConceptualWeb, 2024)

Tabla 2. Propiedades de los lípidos y estructura en la célula		
	Saponificables	Insaponificables
Propiedades	Son lípidos que contienen ácidos grasos. Contienen uno o más grupos éster, lo que les permite sufrir hidrólisis en presencia de una base, ácido o enzimas. Algunos ejemplos de lípidos saponificables son las ceras, triglicéridos, esfingolípidos y fosfolípidos.	Tienen funciones reguladoras en los sistemas biológicos, son moléculas que no contienen ácidos grasos. funciones: Reserva de energía, Soporte estructural, Regulación y comunicación celular, Transporte, Protección térmica
Estructura en la célula	Los tipos principales de lípidos que se encuentran en las membranas celulares son los fosfolípidos y los glucolípidos. Los fosfolípidos presentan una parte polar (cabeza polar, hidrofílica) y una parte no polar (colas apolares, hidrofóbicas).  Figura 4. Fosfolípido (Audesirk, Audesirk y Byers, 2017)	El colesterol es el esteroide más importante de las células animales y el tercer tipo de lípido más abundante en la membrana celular, que le brinda fluidez y permeabilidad.  Figura 6. Membrana celular (Departamento virtual de ciencias, sf)
	Los glucolípidos son lípidos que tienen un grupo de carbohidratos adjunto. permiten a las células	

reconocerse entre sí y ayudan a mantener la estabilidad de la membrana celular.

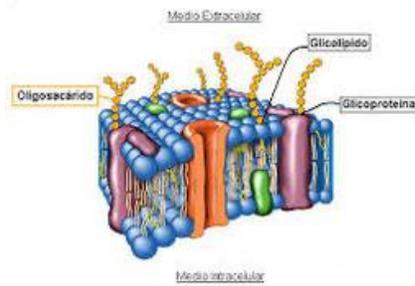


Figura 5. Membrana celular (Departamento virtual de ciencias, sf)

- Proteínas

Características generales:

Están formadas por Carbono, Hidrógeno, Oxígeno y Nitrógeno, en ocasiones aparecen Fósforo y Azufre. Las proteínas son polímeros de aminoácidos que contienen un grupo amino (NH_2) en uno de los extremos de la molécula y un grupo ácido carboxílico (COOH) en el otro extremo (Ver figura 7). Se unen uno tras otro y forman largas cadenas que pueden llegar a sumar hasta varios miles, por tanto, son moléculas de alto peso molecular o macromoléculas.

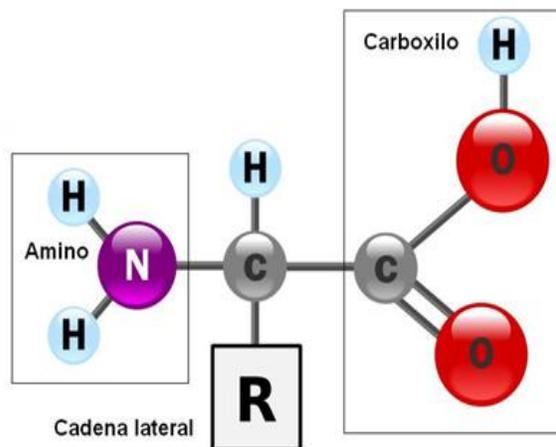


Figura 7. Aminoácido (Audesirk, Audesirk y Byers, 2017)

La principal función de las proteínas en la dieta es la construcción de las estructuras celulares. Las proteínas participan como catalizadores biológicos, en la comunicación celular, en la composición de las hormonas, en el trabajo mecánico, en el transporte y en la defensa celular.

Durante la síntesis de proteínas a medida que el polipéptido crece, se enrolla y acaba por tomar su forma tridimensional, la secuencia de aminoácidos puede adoptar múltiples conformaciones en el espacio que se forma mediante plegamientos formando estructuras primarias, secundarias, terciarias y cuaternarias. (ver figura 8)

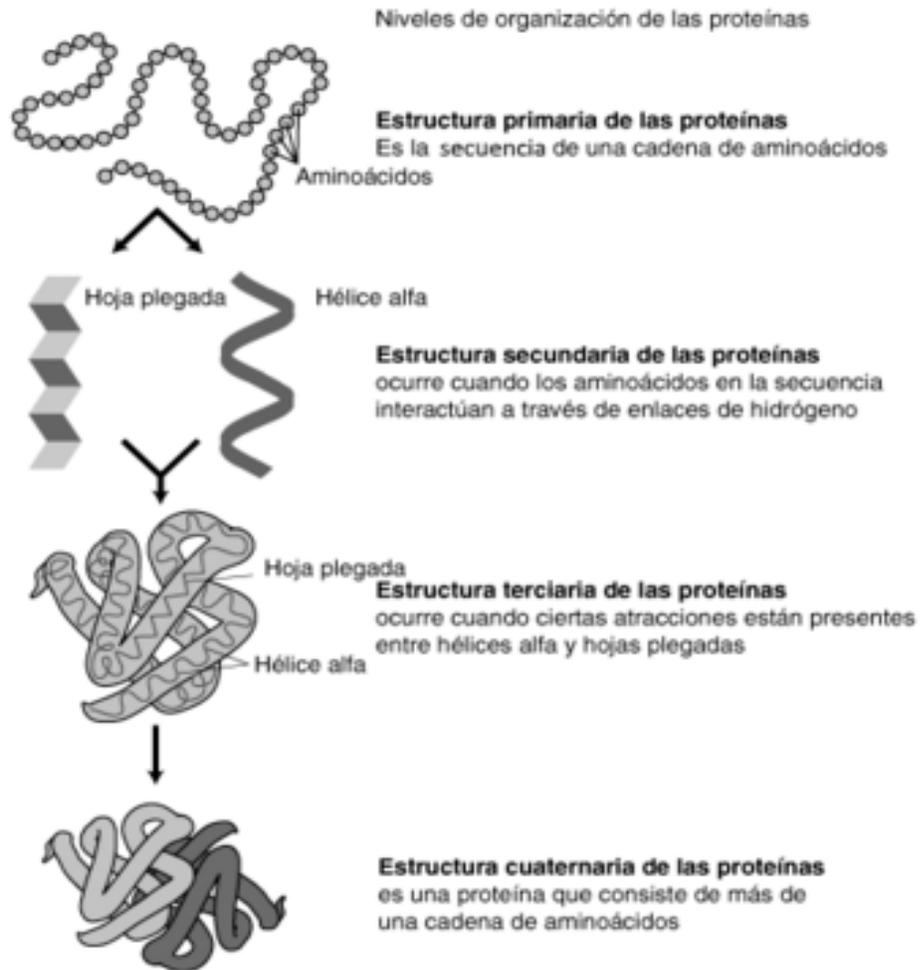


Figura 8. Niveles de organización de proteínas (National Human Genome Research) Institute, 2023)

Tabla 3. Funciones de proteínas y sus propiedades en la célula				
	estructura y soporte	transporte	mensajeras	Enzimáticas
Propiedades en la célula	Ejemplo de proteínas estructurales en las células son la actina y tubulina: forman parte del citoesqueleto, una red de proteínas que da estructura a la célula y le permite mantener la forma de la célula, facilitar el movimiento celular, controlar la división celular.	Este tipo de proteínas, transportan átomos y moléculas pequeñas dentro y fuera de las células a través de las membranas biológicas. Son encargadas de transferir nutrientes, productos del metabolismo, sustancias tóxicas, macromoléculas, moléculas de señales, electrones y otros componentes celulares.	Las proteínas mensajeras transmiten señales para coordinar procesos biológicos entre diferentes células, tejidos y órganos.	Las enzimas llevan a cabo casi todas las miles de reacciones químicas que ocurren en las células. También ayudan con la formación de nuevas moléculas leyendo la información genética almacenada en el DNA.

- Ácidos nucleicos

Características generales:

Son biomoléculas orgánicas formadas por Carbono, Hidrógeno, Oxígeno, Nitrógeno y Fósforo. constituidas por unas unidades básicas llamadas nucleótidos, unidos mediante enlaces fosfodiéster. Por tanto, son polímeros de nucleótidos.

Estructura.

Los nucleótidos están formados por tres tipos de moléculas: pentosas, ácido fosfórico y bases nitrogenadas.

a) Pentosas: Son dos aldopentosas:

- Ribosa en el RNA
- Desoxirribosa en el DNA

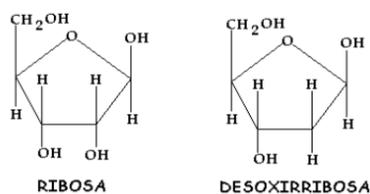


Figura 9. Pentosas (Xunta Portal educativo, sf)

b) Ácido fosfórico o grupo fosfato

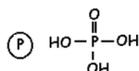


Figura 10. Grupo fosfato (Xunta Portal educativo, sf)

c) Bases nitrogenadas: Son compuestos heterocíclicos de C y N.

Son de dos tipos:

- Bases púricas: Derivan de la purina
- Bases pirimidínicas: Derivan de la pirimidina

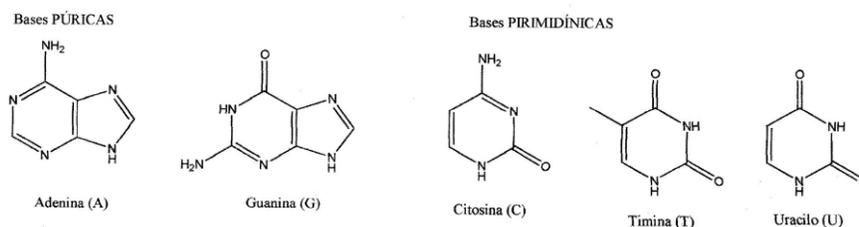
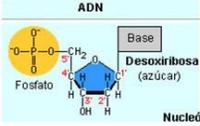
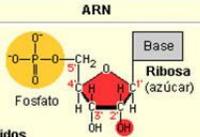
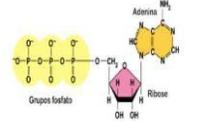


Figura 11. Bases nitrogenadas (Xunta Portal educativo, sf)

De acuerdo con la composición química, los ácidos nucleicos se clasifican en Ácido desoxirribonucleico (DNA), Ácido ribonucleico (RNA) y fosfatos de adenosina (ATP).

Tabla 4. Clasificación de ácidos nucleicos y características				
	Azúcar	Base(s) nitrogenadas	grupo(s) fosfato	función
<p>DNA</p>  <p>Figura 10. Nucleótido (educación navarra, 2010)</p>	Desoxirribosa	Adenina (A), Timina (T), Guanina (G) y Citosina (C)	1 grupo fosfato por nucleótido	Almacena y transmite la información genética. Dirige el proceso de síntesis de proteínas.
<p>RNA</p>  <p>Figura 11. . Nucleótido (educación navarra, 2010)</p>	Ribosa	Adenina (A), Uracilo (U), Guanina (G) y Citosina (C)	1 grupo fosfato por nucleótido	Ejecuta las instrucciones contenidas en el DNA, se encarga de sintetizar proteínas.
<p>ATP</p>  <p>Figura 11. ATP (Audesirk, Audesirk, Byers, 2017)</p>	Ribosa	Adenina (A)	3 grupos fosfatos	Actúa como intermediario en las reacciones metabólicas en las que se libera o consume energía.

El agua y los minerales.

El agua, que en nuestra experiencia cotidiana es una molécula muy familiar y abundante, es un compuesto excepcional desde el punto de vista físicoquímico, por ejemplo, en estado líquido, es el solvente natural de todos los sistemas biológicos, prácticamente todas las reacciones metabólicas que ocurren fuera y dentro de la célula tienen lugar en solución acuosa.

Te sorprenderá que la totalidad de los sistemas vivos unicelulares viven en un medio acuoso. Sin embargo, cuando la evolución de algunos organismos pluricelulares los llevó al medio aéreo (incluyendo a los humanos), las células no dejaron el medio acuoso, de hecho, todas sus células viven en medios acuosos, debidamente compartimentados:

- **medio intracelular**, es el agua contenida en el interior de la totalidad de las células de los sistemas vivos, todas las reacciones del metabolismo tienen lugar en este medio y se encuentra separado del medio extracelular por la membrana.
- **medio extracelular**. Todas las células de un sistema vivo se encuentran en un medio acuoso que las baña a todas ellas. Todas las funciones fisiológicas están encaminadas a mantener constantes condiciones de este medio extracelular, como es su composición iónica, su pH, su temperatura, etc. En cuanto a su composición es rico en sodio, calcio, cloruro y bicarbonato y pobre en potasio, magnesio, fosfatos y sulfatos.
- **medio transcelular**, es el resultado de procesos de secreción por parte de las células como por ejemplo las secreciones digestivas, el sudor, etc.

Los minerales son elementos inorgánicos que, aunque presentes en pequeñas cantidades, son vitales para la estructura y función celular. Entre los más importantes para las células se encuentra:

- Calcio (Ca), actúa como un segundo mensajero en la señalización celular, activando o desactivando ciertas enzimas y procesos celulares.
- Potasio (K) y Sodio (Na), son esenciales para el mantenimiento potencial de membrana, así como también regulan el balance osmótico y son fundamentales en el transporte de nutrientes y desechos en la célula
- Magnesio (Mg), participa en la síntesis de DNA y RNA; participa en el funcionamiento de las mitocondrias donde se produce la mayor cantidad de energía celular en forma de ATP
- Hierro (Fe), a nivel celular participa en la cadena de transporte de electrones en las mitocondrias, lo que permite la producción de energía.

ACTIVIDADES DE APRENDIZAJE

Instrucción. Con base a lo revisado en la lectura anterior, contesta lo que se solicita en las siguientes actividades.

Actividad 1 Completa la siguiente ficha técnica para analizar el texto.

Nombre de la alumna (o):	No. Ficha
Tema:	Fecha de entrega:
Asignatura:	
Identifica las ideas clave relacionadas con los componentes químicos de las células (carbohidratos, lípidos, proteínas, etc.)	
	Palabras Clave
Síntesis	Idea Central
	Glosario

Actividad 2

Lee con atención cada párrafo y completa la oración colocando las palabras en orden correcto que están debajo del texto.

- I. I. Los carbohidratos son la principal fuente de _____ los sistemas vivos. Están formados por una o miles de moléculas unidas entre sí por enlaces químicos que se rompen fácilmente liberando energía que puede ser aprovechada por los sistemas vivos para realizar innumerables funciones metabólicas. También se les conoce con los nombres de _____. Se pueden Clasificar en _____, Oligosacáridos y _____.
- II. II. Los _____ son un grupo de moléculas heterogéneas, formadas por carbono (C) e hidrógeno (H) casi exclusivamente, debido a este tipo de enlaces no polares son hidrofóbicas y, por tanto, insolubles en agua, pero solubles en solventes orgánicos como el benceno, cloroformo, xilol, etc. tienen una amplia gama de funciones biológicas, son la principal _____, forman cubiertas _____ en los cuerpos de plantas y animales, son aislantes _____, amortiguadores mecánicos, actúan como hormonas y vitaminas.
- III. III. Las _____ desempeñan un papel fundamental para la vida, prácticamente todos los procesos biológicos dependen de la actividad de este tipo de moléculas. Son las biomoléculas más versátiles y diversas, debido a lo cual son imprescindibles para la _____ y función de las células. Son moléculas de gran tamaño y estructura compleja, constituidas por largas cadenas de monómeros denominados _____.
- IV. IV. Los _____ son muy importantes, ya que determinan las características de un sistema vivo, tales como el color de ojos, de la piel, determinación del sexo, síntesis de biomoléculas, entre otras. Estas biomoléculas son compuestos orgánicos que contienen carbono (C), hidrógeno (H), oxígeno (O), nitrógeno (N) y fósforo (P). Están hechos de monómeros llamados _____.

monosacáridos, energía, proteínas, reserva energética, estructura, térmicos, aminoácidos, glúcidos, nucleótidos, lípidos, polisacáridos, impermeables, ácidos nucleicos.

ACTIVIDADES DE AUTOEVALUACIÓN

1. ¿Cuál de las siguientes biomoléculas están formadas por Carbono, Hidrógeno y Oxígeno, y tiene como función principal la provisión de energía a corto plazo?

- A) lípidos
- B) proteínas
- C) carbohidratos
- D) ácidos nucleicos

2. ¿Cuál es la principal función de los fosfolípidos en las membranas celulares?

- A) almacenar información genética
- B) Proveer energía inmediata
- C) formar la bicapa lipídica
- D) catalizar reacciones químicas

3. ¿Qué tipo de ácido nucleico se encarga de ejecutar las instrucciones contenidas en la información genética y sintetizar proteínas?

- A) ATP
- B) RNA
- C) DNA
- D) ADP

4. ¿Cuál es la función principal de las proteínas en el contexto de las células?

- A) almacenar energía
- B) proporcionar estructura y soporte
- C) transportar agua
- D) regular el pH celular

5. El agua en las células es crucial debido a su papel en las reacciones metabólicas. ¿Cuál es su principal característica que la convierte en un solvente ideal en los sistemas vivos?

- A) Su baja viscosidad
- B) su capacidad para formar enlaces iónicos
- C) su capacidad para disolver una amplia variedad de compuestos
- D) su alta densidad

Respuestas: 1C, 2C, 3B, 4B, 5C

TEMA: Tipos celulares

SUBTEMA: Estructura de las células procariotas y eucariotas.

APRENDIZAJE: describe las similitudes y diferencias estructurales entre las células procariotas y eucariotas.

CONCEPTOS CLAVE: célula procariota, célula eucariota, organelos celulares, sistemas vivos.

MARCO TEÓRICO

Cuando salimos a caminar, ya sea al mercado, a la playa o a un bosque y vemos a nuestras mascotas, a las aves, los árboles, incluso a nosotros mismos. Podemos notar que todos tenemos algo en común: las células. Este término fue acuñado por Robert Hooke en el año de 1665, al observar un pedazo de corcho. Posteriormente, la teoría celular, propuso que todos los organismos estamos compuestos de células. Estas son compartimentos diminutos que se encargan de organizar todos los sistemas vivos. Las células pueden medir de 1 a 100 micras (la millonésima parte de un metro). En la figura 1, vemos la relación de tamaño que existe entre algunas células con otros elementos presentes en los sistemas vivos.

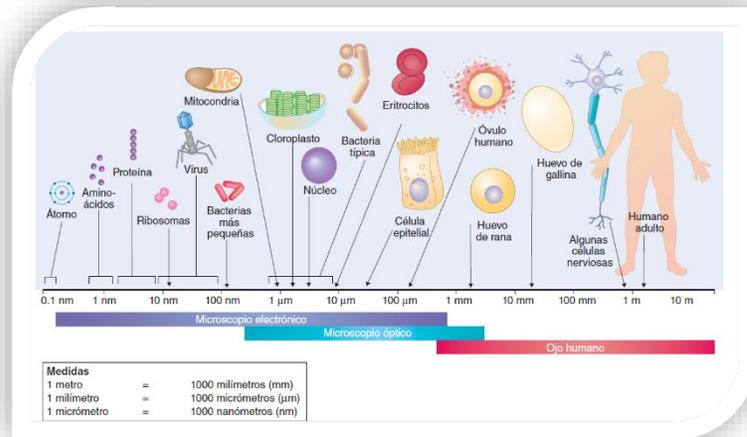


Fig. 1. Tamaños de los diferentes elementos presentes en los sistemas vivos (Solomon *et al.*, 2013)

Sin embargo, no todos los organismos tienen las mismas células. Éstas se clasifican según la presencia de una membrana nuclear, que es una estructura que delimita el material genético de las células. Aquellas que no presentan esta membrana se les denomina células procariotas, mientras que; las células que si la tienen se les llama eucariotas (Fig. 2). Además, las células eucariotas se dividen en célula animal y vegetal. Lo que distingue a estas últimas es la presencia de pared celular (Fig. 3).

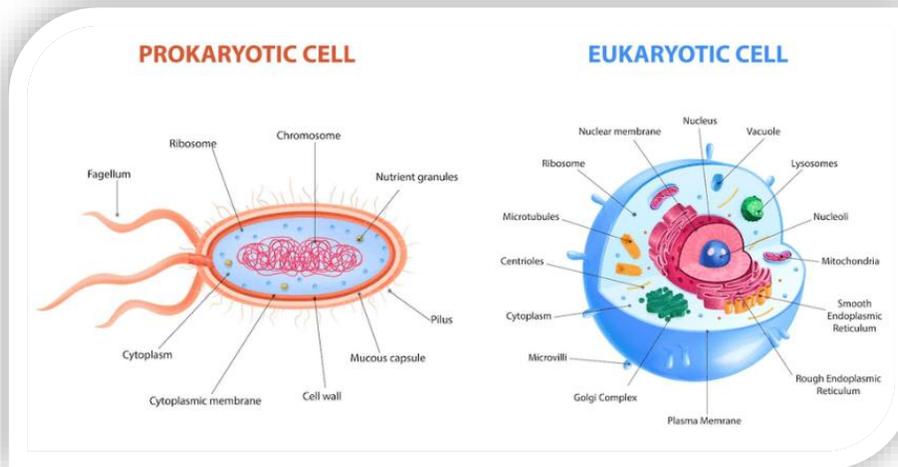


Fig. 2. Estructuras de las célula procariota (izquierda) y eucariota (derecha).
(<https://www.mundoestudiante.com/clasificacion-de-las-celulas/>)

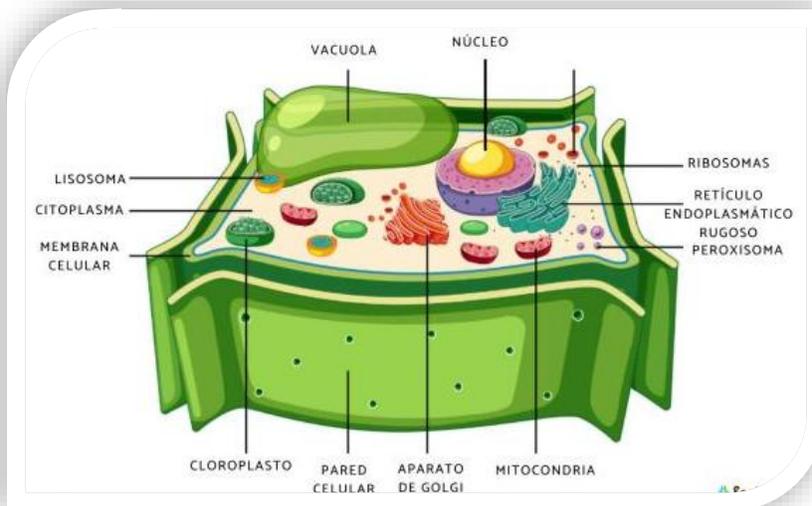


Fig. 3. Célula eucariota vegetal (<https://www.ecologiaverde.com/tipos-de-celulas-que-son-partes-y-funciones-3591.html>)

Todas las células comparten elementos en común como la membrana plasmática, que se encarga de delimitar su tamaño, le ayuda a comunicarse y a unirse con otras células. Además, dentro de la célula se encuentran estructuras funcionales, llamadas organelos, que le permiten sobrevivir, al metabolizar sustancias y realizar sus funciones vitales. En el siguiente cuadro (Tabla 1), se presentan las diferencias entre la célula eucariota y procarionta.

Tabla 1. Estructuras y diferencias entre los tipos de células

Estructura	Función	Procariontas	Eucariota vegetal	Eucariota animal
Pared	Protege y da soporte a la célula	✓	✓	✓
Cilios	Movimiento de la célula			✓
Flagelos	Movimiento de la célula	✓	✓	✓
Membrana plasmática	Aísla la célula de su entorno	✓	✓	✓
Material genético	Capaz de construir otra célula	ADN	ADN	ADN
Cromosomas	Contiene el ADN	Circular	En forma de X con proteínas	En forma de X con proteínas
Núcleo	Protege el material genético		✓	✓
Envoltura nuclear	Regula la entrada y salida de material del núcleo		✓	✓
Nucleolo	Sintetiza ribosomas		✓	✓
Mitocondria	Produce energía		✓	✓
Cloroplasto	Realiza la fotosíntesis		✓	
Ribosomas	Sintetiza proteínas	✓	✓	✓
Retículo endoplásmico	Sintetiza componentes de la membrana, lípidos y proteínas		✓	✓
Aparato de Golgi	Empaqueta proteínas y lípidos		✓	✓
Lisosoma	Contiene enzimas digestivas		✓	✓

Plástidos	Almacena alimento y sirven como pigmentos		✓	✓
Vacuola central	Almacena agua		✓	✓
Citoesqueleto	Da forma y sostén a la célula		✓	✓
Centriolos	Produce los microtúbulos de cilios y flagelos			✓

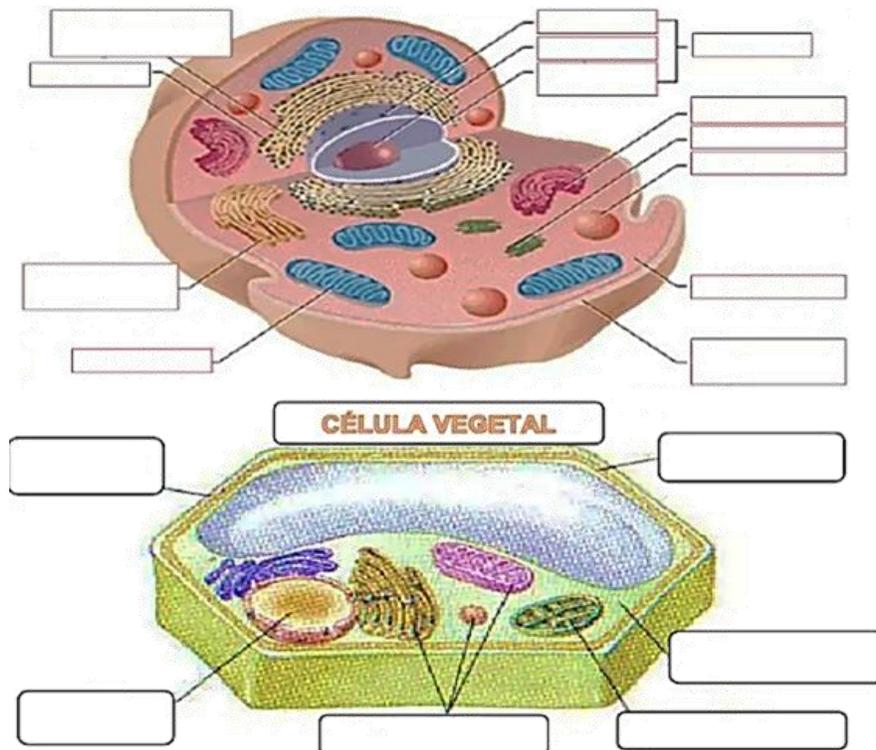
Como se puede observar en la tabla anterior, las células eucariotas poseen organelos delimitados por membranas, las cuales aíslan su interior del entorno. Para conocer más del tema podrán revisar el siguiente video que explica las diferencias significativas entre estos tipos de células: <https://www.youtube.com/watch?v=Wq1VLrJ1KB0>

ACTIVIDADES DE APRENDIZAJE

Instrucción. Pon a prueba tus conocimientos, completando correctamente cada una de las siguientes actividades.

Actividad 1

Coloca el nombre de los organelos de cada una de las células



Actividad 2

Completa la siguiente tabla con la función de cada organelo presente en las células.

Organelo	Función
Núcleo	
Membrana plasmática	
Aparato de Golgi	
Pared celular	
Flagelos	
Mitocondria	

ACTIVIDADES DE AUTOEVALUACIÓN

1. ¿Cuál es el principal organelo para diferenciar a las células procariotas de las eucariotas?
 - a) Mitocondria
 - b) Membrana plasmática
 - c) Núcleo
 - d) Flagelos

2. ¿Qué organelo se encuentra solo en las células vegetales?
 - a) Cloroplastos
 - b) Vacuola
 - c) Núcleo
 - d) Mitocondria

3. ¿Qué organelo les permite a las células tener una estructura definida?
 - a) Núcleo
 - b) Citoesqueleto
 - c) Membrana plasmática
 - d) Aparato de Golgi

4. ¿Qué organelo es el encargado de empaquetar proteínas en las células?
 - a) Lisosomas
 - b) Retículo endoplasmático
 - c) Vacuola
 - d) Aparato de Golgi

5. Son los organelos responsables del movimiento de las células
 - a) Mitocondria
 - b) Citoesqueleto
 - c) Cilios y flagelos
 - d) Membrana plasmática

Respuestas: 1c, 2b, 3b, 4d, 5c

TEMA: La célula: procesos de regulación y conservación.
SUBTEMA: Estructuras celulares relacionadas con la regulación, comunicación y transporte de materia.

APRENDIZAJE: Relaciona las funciones de regulación, comunicación celular y transporte de materia intra e intercelular.

CONCEPTOS CLAVE: membrana celular, transporte celular, transporte pasivo, transporte activo, comunicación celular.

MARCO TEÓRICO

En nuestras células los mecanismos que permiten a las sustancias atravesar las membranas son esenciales para la vida y para la comunicación de estas.

La membrana celular, es delgada, semipermeable, transparente y uniforme; para comprender la estructura y funcionamiento de la membrana, en 1972 S. J. Singer y G. L. Nicolson, propusieron el modelo del mosaico fluido, el cual menciona que la membrana celular es un fluido formado por una bicapa de fosfolípidos, con una variedad de diferentes proteínas incrustadas, entre otros componentes como: carbohidratos y colesterol, cada uno de estos tienen funciones específicas dentro de las membranas ver Figura 1.

Las membrabas celulares realizan diferentes funciones como:

- Regular el intercambio de sustancias entre la célula y el fluido intersticial o entre organelos cerrados en membrana y el citosol circundante.
- Permite la comunicación entre las células de organismos

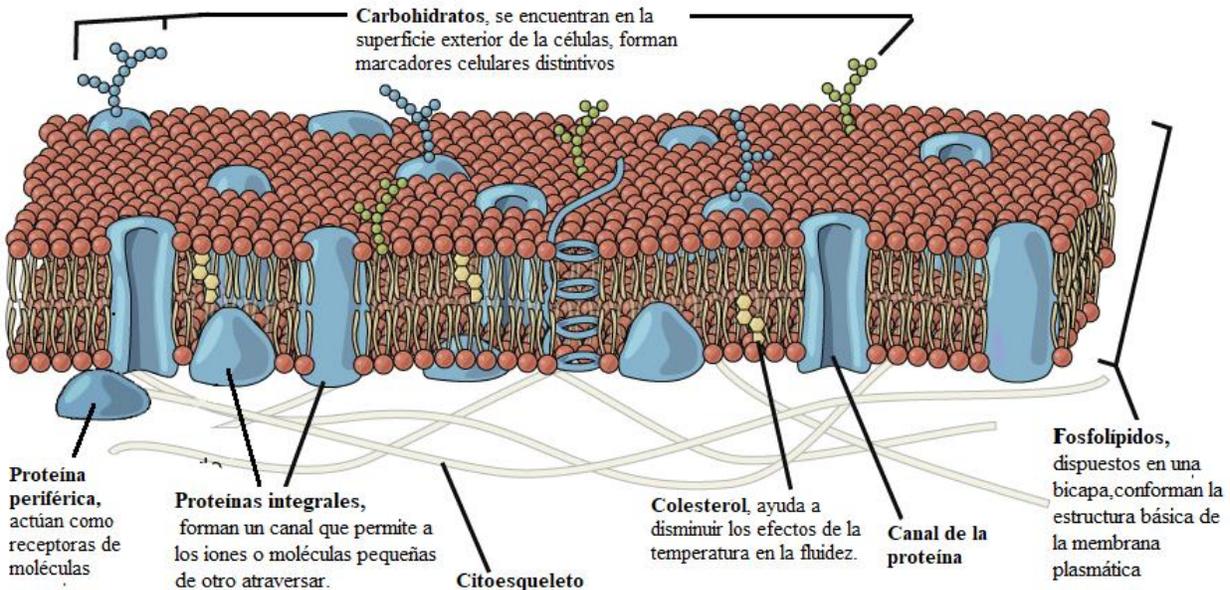


Figura 1. Componentes de la membrana celular y sus funciones (Imagen tomada y editada de *Khan Academy*, 2023)

Transporte celular

Es la capacidad que tiene la membrana de dejar entrar algunas sustancias y expulsar otras, esto se da mediante dos maneras mediante las cuales se pueden transportar moléculas hacia fuera y hacia adentro de ella.

- *El transporte pasivo*: las sustancias atraviesan la membrana celular a favor de sus gradientes de concentración, por lo que no necesita de energía (ATP).
- *El transporte activo*: las sustancias que atraviesan la membrana plasmática lo hacen en contra de un gradiente de concentración, requiriendo aporte energético (ATP).

Transporte pasivo

Puede llevarse a cabo por difusión simple, difusión facilitada u osmosis, a continuación, se explicarán brevemente en que consiste cada uno.

➤ Difusión simple

Se da cuando las moléculas se difunden directamente a través de la bicapa de fosfolípidos de las membranas celulares, para que las moléculas atraviesan por difusión simple, deben ser pequeñas y sin carga (liposolubles), cómo las hormonas esteroideas y tiroideas, también algunos gases como oxígeno y dióxido de carbono; así como sustancias polares, pero sin carga como el etanol glicerol y urea (Figura 2).

➤ Difusión facilitada

Muchas sustancias no pueden difundirse solas por la bicapa lipídica, ya que las membranas son bastante impermeables a la mayoría de las moléculas polares, como los azúcares cuyo tamaño y falta de su solubilidad en lípidos, los mantiene afuera, también los iones como K^+ , Na^+ , Cl^- y Ca^{+2} , para su transporte se deben usar proteínas de transporte específicas para moverse a través de las membranas celulares (Figura 2).

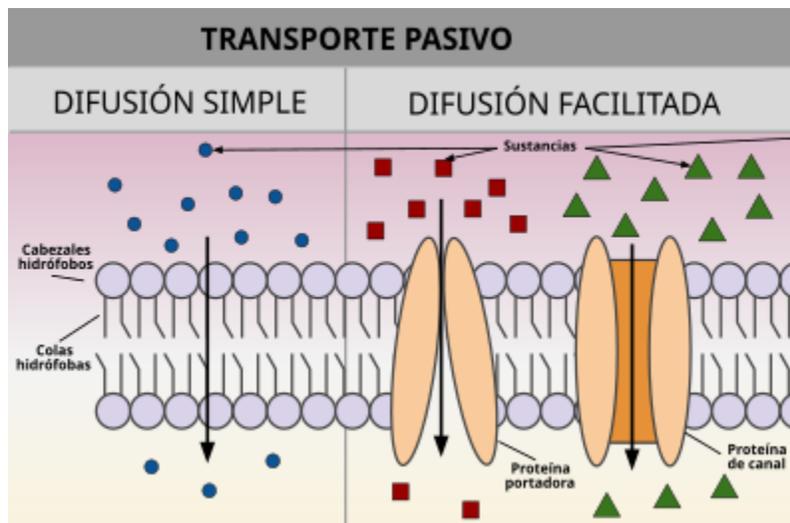


Figura 2. Difusión simple y facilitada (imagen tomad y editada de *Search Media - Wikimedia Commons*, 2023)

➤ Osmosis

Es el movimiento de agua a través de una membrana, donde el agua se mueve desde un lugar donde los solutos están menos concentrados a lugares donde estos están más concentrados. Por lo común las células están rodeadas por un medio acuoso llamado solución del que existen tres tipos de soluciones: hipotónicas, isotónicas e hipertónica, en cada tipo de solución la célula sufre cambios diferentes (Tabla 1 y Figura 3).

Tabla 1. Tipos de solución, características y efectos en la célula			
Tipo de solución	Concentración de solutos	El agua...	La célula...
Hipotónica	Menos soluto en la solución que en la célula.	Entra a la célula	<i>Animal</i> , gana agua, por lo que se hincha, la membrana plasmática no resiste esta presión interna por lo que se rompe, dándose la "lisis". <i>Vegetal</i> , el agua entra a la vacuola de la célula, provocando que se hincha generando presión, pero no se rompe gracias a la pared celular que la rodea; por lo que la célula está "turgente".

Isotónica	Cantidades iguales de soluto en la célula y la solución.	Sale y entra de la célula al mismo tiempo	<p><i>Animal</i>, ni gana ni pierde agua ya que a pesar de que entra agua sale la misma cantidad por lo que el flujo neto es cero.</p> <p><i>Vegetal</i>, comienza a “marchitarse” porque no se produce la presión de agua dentro de la vacuola, ya que el flujo neto de agua es cero.</p>
Hipertónica	Menos soluto en la solución que en la célula.	Sale de la célula	<p><i>Animal</i>, pierde agua, se “deshidrata”, se dice que se crena.</p> <p><i>Vegetal</i>, pierde agua, por lo que el citoplasma se retrae y su membrana se separa de la pared celular, tiene lugar la “plasmólisis”.</p>

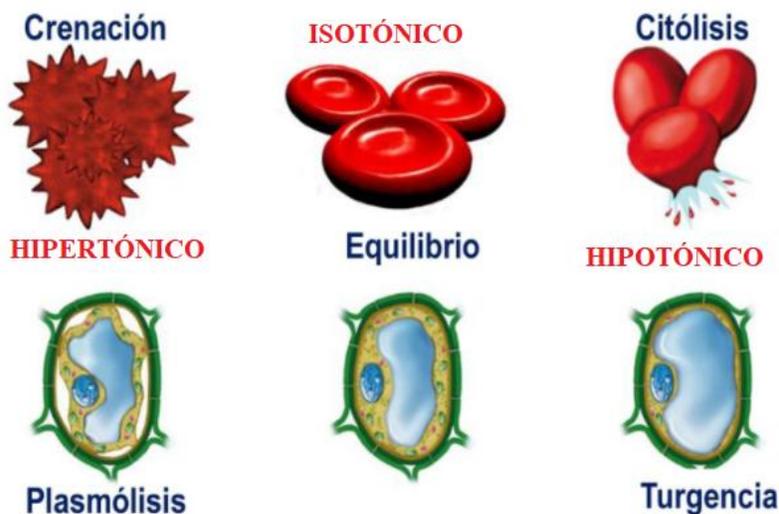


Figura 3. Cambios que sufre la célula animal y vegetal, dependiendo del medio en el que se encuentren hipertónico, isotónico e hipotónico. (Imagen toma y editada de Soc La Lluna, s.f.)

Transporte activo

En este tipo de transporte las proteínas de membrana usan energía en forma de ATP para mover moléculas o iones a través de la membrana contra su gradiente, ya que las sustancias son transportadas desde áreas de mayor concentración hacia áreas de menor concentración.

➤ Bomba de Sodio/Potasio

Esta funciona mediante el gasto de una molécula de que permite bombear tres átomos de Na^+ hacia el exterior y dos átomos K^+ hacia el interior, esta bomba se encuentra presente en casi todas las células de los organismos superiores y es una glucoproteína que se encuentra anclada a la membrana celular.

El proceso se da la siguiente manera (Figura 4):

1. Para su activación requiere que el ATP se encuentre al interior de la célula, lo que provoca que se unan tres iones Na^+ a la cara intracelular de la bomba junto con una molécula de ATP.
2. Después el ATP es hidrolizado en ADP y P_i (fosforo inorgánico), quedándose el fósforo inorgánico unido a una parte de la bomba, una vez acontecido esto la bomba cambia su conformación y los tres iones Na^+ son liberados al exterior de la célula.
3. Lo anterior provoca la introducción de dos iones K^+ dentro de la bomba, después el fósforo inorgánico es liberado al citoplasma celular lo que induce que la bomba cambie su conformación y libere los dos iones K^+ al interior de la célula.

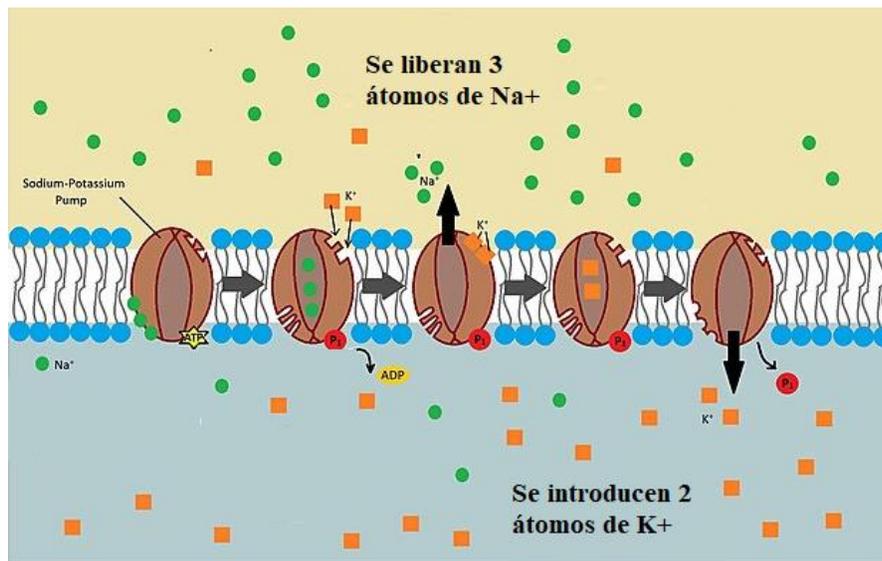


Figura 4. Bomba de Sodio/Potasio, ejemplo de transporte activo (Imagen tomada y editada de *Search Media - Wikimedia Commons, 2024*)

Esta resulta uno de los sistemas más importantes de transporte activo en la célula, ya que mantienen el citoplasma los iones de sodio en una concentración relativamente baja y los iones de potasio en una concentración relativamente alta; con este proceso se contribuye a controlar la presión osmótica intracelular y el potencial de membrana que no es otra cosa que la diferencia de voltaje que existe entre el medio externo e interno de la célula.

Como pudiste darte cuenta hasta este momento has estudiado cómo los iones pequeños son transportados en contra de un gradiente de concentración utilizando la energía del ATP, pero ahora veremos que las moléculas grandes, como las proteínas, ácidos nucleicos, nutrientes y materiales de tamaño similar al de la célula, también pueden entrar y salir de la célula, esto se realiza mediante dos procesos la endocitosis y exocitosis, en ambos procesos son utilizadas vesículas compuestas de porciones de membrana celular y es importante señalar que ambos procesos también requieren el aporte energético del ATP.

➤ Endocitosis

Permite engullir diferentes materiales y transportarlos dentro de la célula; las tres formas de endocitosis son: *fagocitosis*, en la cual partículas sólidas son incorporadas a la célula; *pinocitosis*, en la cual son incorporados líquidos y *endocitosis mediada por receptores* en la cual las moléculas o los iones que serán transportados al interior de las células están acoplados a receptores específicos de la membrana celular (Figura 5).

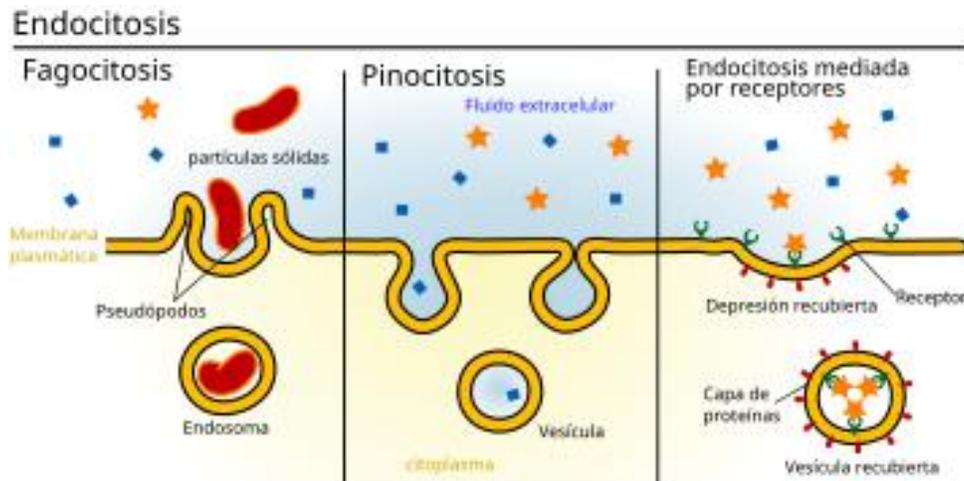


Figura 5. Tipos de endocitosis (Imagen tomada de: (Patel & Bussel, 2020))

➤ Exocitosis

Permite liberar partículas no digeridas o para secretar sustancias como hormonas hacia fuera de la célula al fluido intersticial.

En este proceso, una vesícula rodeada por una membrana, la cual es producida en el aparato de Golgi, transporta material a expulsar, la cual se mueve hacia la superficie celular, allí, la membrana de la vesícula se fusiona con la membrana plasmática de la célula, permitiendo que el contenido de la vesícula se difunda hacia el fluido extracelular (Figura 6).

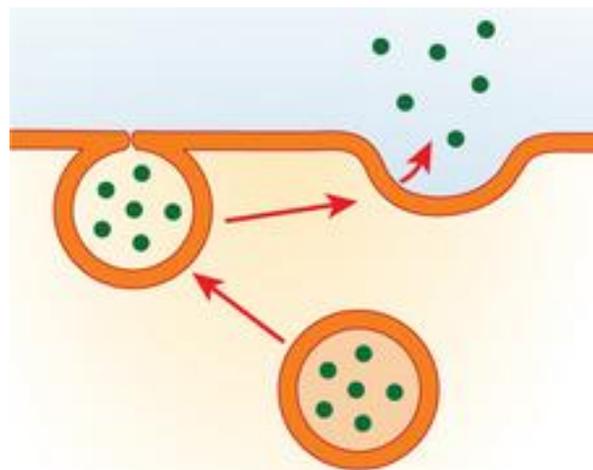


Figura 6. Ejemplo de exocitosis (Imagen tomada de: *Search Media - Wikimedia Commons*, 2023)

Comunicación celular

Recordemos que las células, también se comunican entre sí en un proceso denominado irritabilidad o excitabilidad, característico de todos los seres vivos.

Los estímulos llegan a las células mediante señales químicas que son reconocidas por receptores específicos presentes en la membrana celular. Estas señales extracelulares se convierten en señales intracelulares gracias a un sistema de traducción de señal.

Las moléculas de señalización se clasifican en cuatro tipos según la comunicación en la que participen:

1. Neurotransmisores: para la comunicación entre neuronas.
2. Hormonas: para la comunicación endocrina.
3. Mediadores químicos locales: para la comunicación paracrina, que ocurre entre células cercanas sin una estructura especializada.
4. Comunicación autocrina: algunas células endocrinas poseen receptores para la misma hormona que producen, lo que las convierte en células blanco o diana y les permite autorregularse.

Estos receptores están distribuidos por toda la superficie de la membrana de las células blanco y permanecen inactivos hasta recibir una señal. Son las proteínas transmembrana quien participan en este proceso, ya que presentan dos regiones; una extracelular, que recibe y reconoce la señal, y otra intracelular, que la transmite y traduce (Figura 7).

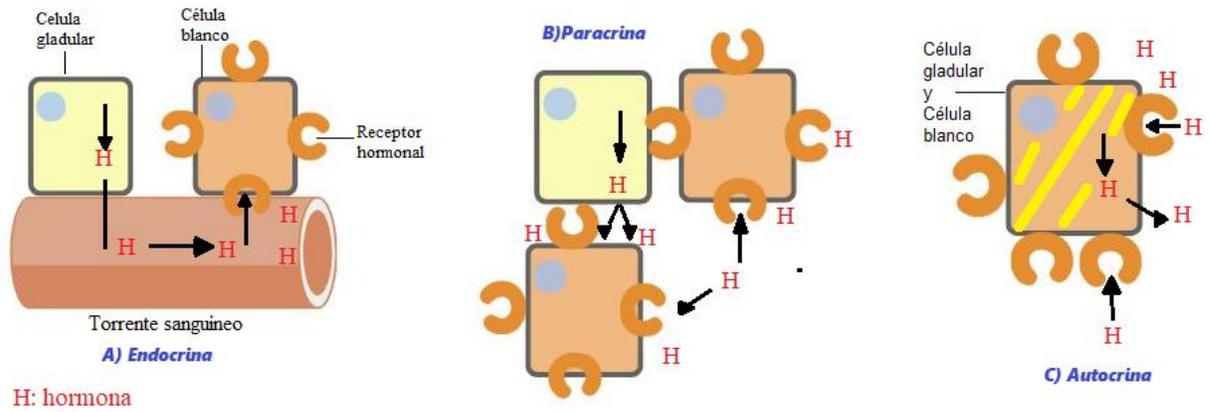


Figura 7. Acción de hormonas endocrina, paracrina y autocrina (Imagen creación propia)

ACTIVIDAD DE APRENDIZAJE

Instrucción: con base a lo revisado en la lectura anterior, completa el siguiente organizador gráfico “Lluvia de ideas”, explicando los conceptos que se te solicitan.



ACTIVIDADES DE AUTOEVALUACIÓN

1. ¿Cuál es una de las principales funciones de la membrana celular?

- A) Producir energía
- B) Regular el intercambio de sustancias
- C) Sintetizar proteínas
- D) Almacenar información genética

2. ¿Cuál de los siguientes es un ejemplo de transporte pasivo?

- A) Difusión
- B) Endocitosis
- C) Pinocitosis
- D) Bomba de sodio-potasio

3. ¿Qué tipo de transporte utiliza ATP para mover sustancias contra su gradiente de concentración?

- A) Ósmosis
- B) Difusión simple
- C) Transporte activo
- D) Transporte pasivo

4. ¿Cómo se comunican las células entre sí en organismos multicelulares?

- A) Por difusión simple
- B) A través de la endocitosis
- C) A través de señales químicas
- D) Mediante la fusión de membranas

5. ¿Qué es la ósmosis?

- A) Transporte de iones contra su gradiente
- B) Fusión de vesículas con la membrana celular
- C) Movimiento de solutos a través de una membrana
- D) Movimiento de agua a través de una membrana semipermeable

Respuestas: 1B, 2A, 3C, 4C, 5D

TEMA: La célula: procesos de regulación y conservación.

SUBTEMA: Estructuras relacionadas con procesos de transferencia y transformación de energía.

APRENDIZAJE: Reconoce los procesos de transferencia y transformación energética en células procariotas y eucariotas.

CONCEPTOS CLAVE: Energía, transferencia, eucariota, procariota, fotosíntesis, respiración, fermentación, cloroplastos, mitocondrias.

MARCO TEÓRICO

Papel de la energía en los sistemas vivos

Toda célula procariota y eucariota requiere un suministro continuo de energía para elaborar moléculas y estructuras complejas, para adquirir nutrientes del entorno y expulsar desechos, así como para moverse y reproducirse. La clave para la **conservación de la vida** radica en la capacidad que tienen los sistemas vivos de **transferir la energía** que proporciona el sol y la que se encuentra en los compuestos químicos. La **molécula energética** común en todos los sistemas vivos es el **ATP** (Adenosín trifosfato) que conserva su energía en los enlaces de los fosfatos y que se emplea en todo tipo de trabajo celular.

Los *sistemas vivos fotosintéticos son autótrofos*, es decir no necesitan incorporar sustancias orgánicas previamente sintetizadas. Las células vegetales (y algunos protistas) tienen **cloroplastos**, que pueden *captar la energía solar directamente y almacenarla en moléculas de carbohidratos*. Todas las células eucariontes (plantas, animales, hongos y protistas) tienen **mitocondrias** que *transfieren la energía almacenada en la molécula de glucosa produciendo moléculas energéticas de ATP*

Transformación de la energía luminosa a energía química

En los **eucariontes fotosintéticos**, las plantas y algas, la **fotosíntesis** ocurre en los **cloroplastos**. Como lo muestra la figura 1, estos organelos están rodeados por **dos membranas** que los separan del citoplasma. La solución interna del cloroplasto se denomina **estroma** y ahí se encuentran los **tilacoides** que tienen forma de sacos aplanados repletos de clorofila y que se agrupan en paquetes denominados **grana** que se comunican entre sí a través de las **lamelas**.

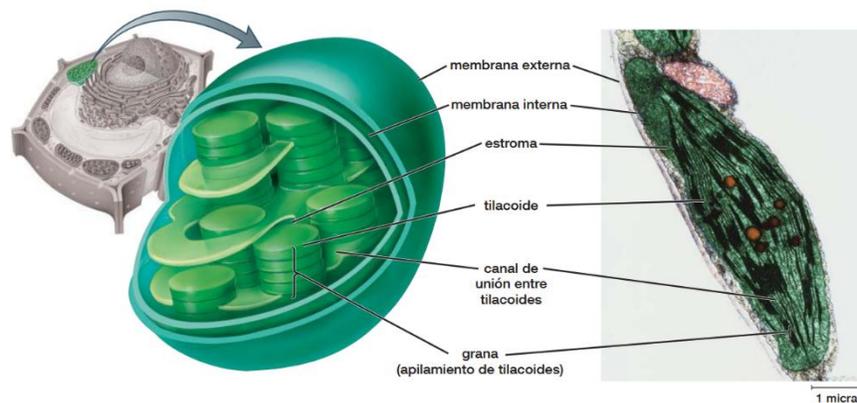


Figura 1. Estructura interna del cloroplasto (Audesirk, Audesirk y Byers, 2017).

La **fotosíntesis** se realiza en los **cloroplastos** y se lleva a cabo en dos etapas como se muestra en la figura 2. La **fase dependiente de la luz** está constituida por una serie de reacciones que capturan la energía lumínica, se lleva a cabo en los **tilacoides** de los cloroplastos y ocurre sólo en presencia de la **luz**, durante esta fase la energía de la luz se convierte en energía química que se almacena en los enlaces del **ATP y del NADPH**. 2) La **fase independiente de la luz** o **ciclo de Calvin** que comprende una serie de reacciones para fijar el carbono, se realiza en el **estroma del cloroplasto**, en esta fase la energía química del **ATP y NADPH** se transfiere para incorporar el carbono a **moléculas orgánicas como la GLUCOSA**.

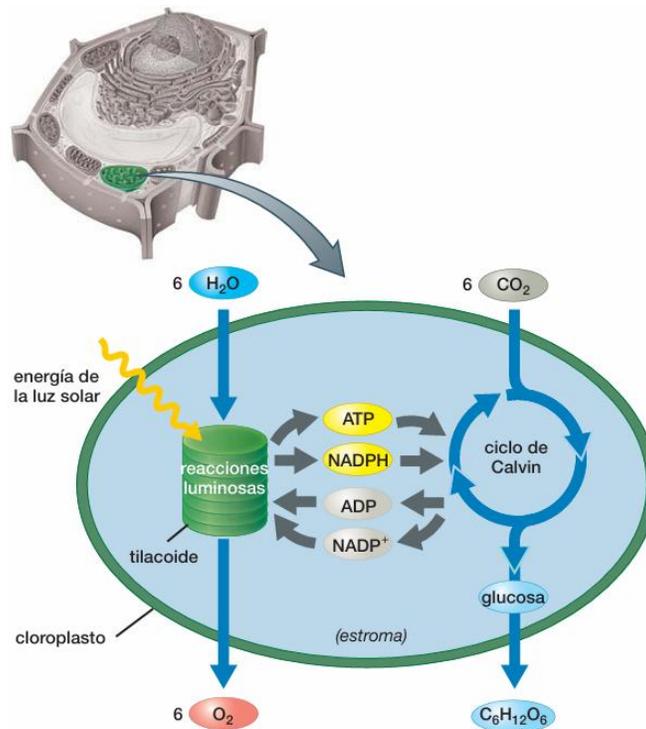


Figura 2. Muestra el proceso general de fotosíntesis que ocurre en el cloroplasto (Audesirk, Audesirk y Byers, 2017).

Los **procariotas fotosintéticos** carecen de cloroplastos, pero tienen **membranas tilacoidales** como parte de la membrana celular o de forma aislada en el citoplasma o como ocurre en las cianobacterias formando una red compleja estructura de membrana interna en donde se realiza la transferencia de la energía del sol los enlaces químicos de moléculas orgánicas.

Transferencia de energía de los carbohidratos al ATP

Los sistemas vivos oxidan la **glucosa** para **transferir la energía** de esta molécula al **ATP**. En los sistemas vivos aeróbicos la **oxidación de la glucosa** se desarrolla en dos etapas principales. La primera se conoce como **glucólisis** y la segunda como **respiración**. Esta última consiste en dos etapas **ciclo de Krebs** y **transporte de electrones**. La glucólisis se desarrolla en el citoplasma de la célula y en eucariotas las dos etapas de la respiración se realizan en la mitocondria como se observa en la figura 2.

La **mitocondria**, como se observa en la figura 3, es un organelo intracelular con una bicapa, conformada por una **membrana exterior** y otra **interna**, entre las cuales se encuentra el espacio intermembranoso, además de una **matriz** limitada por la membrana interna.

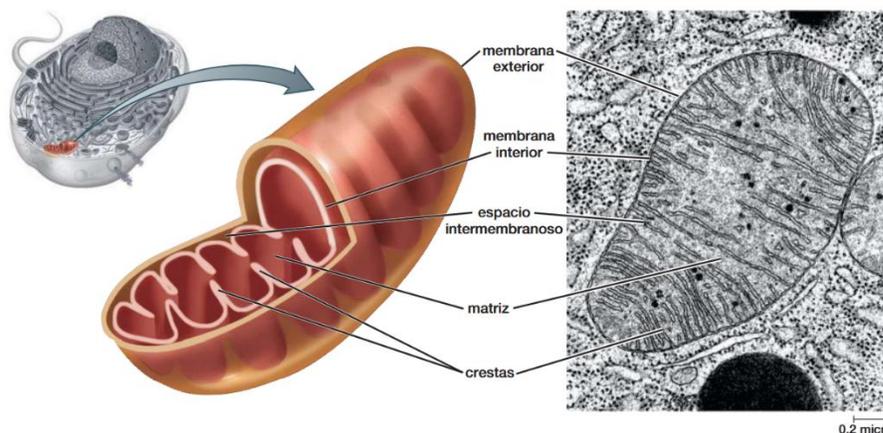


Figura 3. Estructura interna de la mitocondria (Audesirk, Audesirk y Byers, 2017).

La figura 4 resume la transformación de la energía desde la glucosa hasta el ATP y considera una serie de fases, que se describen a continuación.

La **glucólisis** consiste en una serie de reacciones que extraen energía de la glucosa al romperla en dos moléculas de tres carbonos llamadas piruvato. La glucólisis es una vía metabólica ancestral que realizan los sistemas vivos y de la cual se obtiene ATP y NADH.

En el proceso evolutivo, las **mitocondrias** conservaron vías metabólicas que son necesarias para la producción de energía en forma de ATP, de tal modo que en su interior llevan a cabo el **ciclo de Krebs y el transporte de electrones**.

El **ciclo de Krebs** es una pieza central de la respiración celular. Toma acetil-CoA, producida por la oxidación del piruvato y derivada originalmente de la glucosa, como su materia prima y, en una serie de reacciones cíclicas recolecta gran parte de la energía de sus enlaces en forma de moléculas de NADH, FADH₂ y ATP. Además, durante el ciclo se produce CO₂.

Los acarreadores de electrones reducidos NADH, FADH₂ generados en la glucólisis y el ciclo de Krebs pasarán sus electrones a la **cadena de transporte de electrones** para sintetizar la mayor parte del ATP producido en la respiración celular. El aceptor final de los electrones es el O₂ de aquí que se forme la molécula de H₂O.

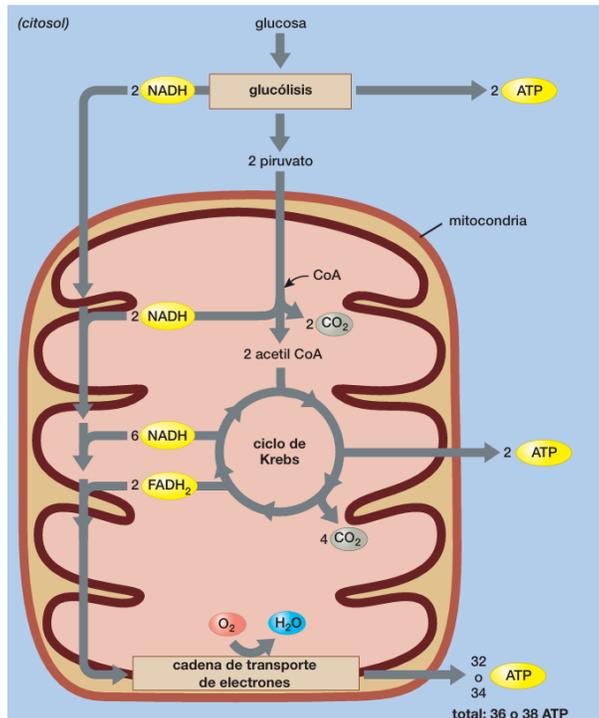


Figura 4. Muestra el proceso general de respiración celular en las mitocondrias (Audesirk, Audesirk y Byers, 2017).

Una gran cantidad de sistemas **procariontes respiran aeróbicamente**, pero, como **carecen de mitocondrias**, estos procesos se llevan a cabo en **pequeñas invaginaciones de la membrana plasmática** que generan un microentorno capaz de desarrollar la misma función de más mitocondrias en los eucariontes.

ACTIVIDADES DE APRENDIZAJE

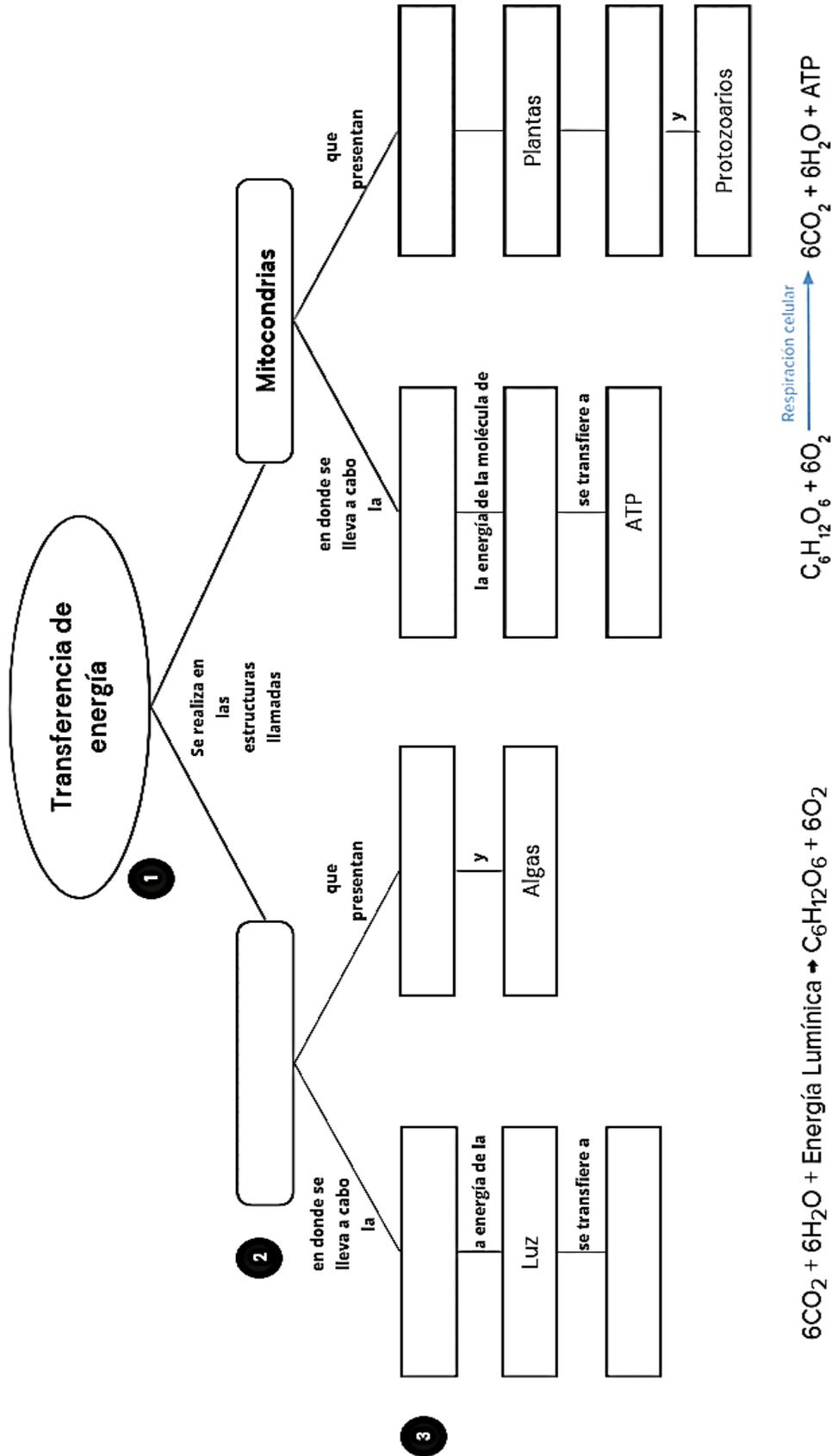
Actividad 1

Instrucciones. Indica si las siguientes afirmaciones son aceptadas o rechazadas de acuerdo con la información del texto.

Afirmación	Aceptada	Rechazada
1. La conservación de los sistemas vivos se debe en gran parte a la transferencia de energía.		
2. Durante la fotosíntesis la energía se transfiere de la luz a los enlaces de la glucosa.		
3. La fotosíntesis ocurre en las mitocondrias.		
4. Sólo las plantas realizan fotosíntesis.		
5. La fotosíntesis consta de dos etapas: fase dependiente de luz y ciclo de Calvin.		
6. Todos los sistemas vivos realizan el proceso de glucólisis.		
7. Durante la oxidación de la glucosa se transfiere la energía de esta molécula a los enlaces de ATP.		
8. La respiración celular se realiza en los cloroplastos.		
9. La respiración celular consta de dos etapas: ciclo de Krebs y transporte de electrones.		
10. Los procariotas no pueden realizar fotosíntesis ni respiración porque no presentan cloroplastos ni mitocondrias.		

Actividad 2

Instrucciones. Completa el siguiente mapa conceptual. Utiliza los términos siguientes: **Fotosíntesis, Animales, Plantas, Glucosa (2), Respiración, Cloroplastos, Hongos.**



ACTIVIDADES DE AUTOEVALUACIÓN

Instrucciones. Selecciona la opción que responda a cada pregunta.

1. ¿Cuál de los siguientes organelos es responsable de la fotosíntesis?

- A) Núcleo
- B) Mitocondria
- C) Cloroplasto
- D) Ribosoma

2. La fotosíntesis es un proceso mediante el cual las plantas:

- A) Liberan energía en forma de calor.
- B) Convierten energía luminosa en energía química.
- C) Descomponen moléculas complejas en simples.
- D) Absorben oxígeno y liberan dióxido de carbono.

¿En qué organelo celular ocurre la respiración celular?

- A) Cloroplasto
- B) Mitocondria
- C) Vacuola
- D) Núcleo

La respiración celular es un proceso que:

- A) Captura energía de la luz solar.
- B) Ocurre solo en sistemas eucariontes.
- C) Produce glucosa a partir de dióxido de carbono y agua.
- D) Transfiere energía de la glucosa al ATP.

¿Cuál es la molécula energética que utilizan las células para realizar las funciones vitales?

- A) ATP
- B) ADN
- C) ARN
- D) Glucosa

Respuestas: 1C, 2B, 3B, 4D, 5A

TEMA: La célula: procesos de regulación y conservación.

SUBTEMA: Proceso de síntesis de proteínas y las estructuras celulares participantes.

APRENDIZAJE: Relaciona la síntesis de proteínas y la distribución de éstas con las estructuras celulares que intervienen en este proceso.

CONCEPTOS CLAVE: Proteína, síntesis, aminoácidos, transcripción, traducción, código genético, ribosomas.

MARCO TEÓRICO

Teniendo en cuenta que en las células eucariontes los cromosomas (material genético organizado) se encuentran en el núcleo y que la información que contienen los cromosomas (los genes) se expresa en el citoplasma, se supuso que tendría que haber alguna molécula intermediaria en el flujo de la información desde el ADN a las proteínas. Jacob y Monod en 1961 propusieron la Hipótesis del mensajero: menciona que "debe existir una molécula que transporte la información fielmente desde el ADN hasta las proteínas". En ese mismo año Brenner y colaboradores (1961) demostraron la existencia de este intermediario que resultó ser una molécula de ácido ribonucleico que se denominó ARN mensajero (ARN-m). Posteriormente, el ARN-m tenía que ser traducido a proteína.

Basándose en estos trabajos, Francis Crick (1970) propuso la idea de un sistema fundamental de mantenimiento y flujo de la información genética en los organismos vivos que denominó Dogma Central de la Biología Molecular. De manera que la información genética contenida en el ADN se mantiene mediante su capacidad de replicación. La información contenida en el ADN se expresa dando lugar a proteínas, mediante los procesos de transcripción, paso por el que la información se transfiere a una molécula de ARN mensajero (ARN-m) y, mediante el proceso de la traducción el mensaje transportado por el ARN-m se traduce a proteína.

Las proteínas son moléculas muy complejas, en cuya composición elemental se encuentran siempre presentes carbono, hidrógeno, oxígeno y nitrógeno. La mayoría de ellas incluyen en su composición al azufre y en algunas se observa además, la presencia de fósforo, hierro, zinc, molibdeno y otros elementos. Desde el punto de vista estructural, los elementos químicos que constituyen a las proteínas se encuentran distribuidos en bloques o unidades estructurales que se llaman aminoácidos, que unidos entre sí integran una estructura polimérica. Los aminoácidos que constituyen a las proteínas son sustancias que tienen como característica general el hecho de poseer un grupo carboxilo libre y un grupo amino, situado en el carbono alfa con respecto al carboxilo.

¿Cómo y dónde se sintetizan las proteínas?

Se forman a través de un proceso llamado síntesis de proteínas. Este proceso representa la traducción de la información genética del ADN, con la participación de los diferentes RNA provenientes de la transcripción. En el proceso, intervienen enzimas, factores de naturaleza proteica y moléculas energéticas.

Durante la transcripción de un gen codificante de proteína por la RNA polimerasa, el código de DNA de cuatro bases que especifica la secuencia de aminoácidos de una proteína se copia, o transcribe, a un precursor del ARN mensajero (pre-m RNA) mediante la polimerización de monómeros de ribonucleósido trifosfatos (r NTP). La eliminación de las secuencias no codificantes y otras modificaciones del pre- m RNA, denominado en conjunto procesamiento del RNA, produce un mRNA funcional que es transportado al citoplasma.

Es decir, la transcripción es la síntesis de ARN tomando como molde ADN y significa el paso de la información contenida en el ADN hacia el ARN. La transferencia de la información del ADN hacia el ARN se realiza siguiendo las reglas de complementariedad de las bases nitrogenadas y es semejante al proceso de transcripción de textos, motivo por el que ha recibido este nombre. El ARN producto de la transcripción recibe el nombre de transcrito.

Durante la traducción, el código de cuatro bases del mARN es decodificado en el lenguaje de 20 aminoácidos de las proteínas. Los RNA de transferencia (tRNA) son los adaptadores que leen un codón de tres nucleótidos del mARN. Al prepararse para la traducción, los tRNA son cargados con el aminoácido correcto por enzimas denominadas aminoacil-tRNA sintetasas. Los ribosomas, las máquinas macromoleculares que traducen el código de mRNA, están compuestos por dos subunidades (subunidad grande y subunidad pequeña) ensambladas en el nucléolo a partir de los RNA ribosómicos (rRNA) y múltiples proteínas. Después del transporte del citoplasma, las subunidades ribosómicas se asocian con un mRNA y llevan a cabo la síntesis proteica con ayuda de los tRNA y factores de traducción de proteínas.

Tanto la transcripción como la traducción del ADN para la síntesis de proteínas pasan por tres diferentes etapas: iniciación, elongación y terminación.

Etapas de la transcripción:

Iniciación: La ARN polimerasa se une a una secuencia de ADN llamada **promotor**, que se encuentra al inicio de un gen. Cada gen (o grupo de genes co-transcritos en bacterias) tiene su propio promotor. Una vez unida, la ARN polimerasa separa las cadenas de ADN para proporcionar el molde de cadena sencilla necesario para la transcripción.

Terminación. Las secuencias llamadas **terminadores** indican que se ha completado el transcrito de ARN. Una vez transcritas, estas secuencias provocan que el transcrito sea liberado de la ARN polimerasa. A continuación, se ejemplifica un mecanismo de terminación en el que ocurre la formación de un tallo-asa en el ARN.

Elongación. Una cadena de ADN, la **cadena molde**, actúa como plantilla para la ARN polimerasa. Al "leer" este molde, una base a la vez, la polimerasa produce una molécula de ARN a partir de nucleótidos complementarios y forma una cadena que crece de 5' a 3'. El transcrito de ARN tiene la misma información que la cadena de

ADN contraria a la cadena molde (**codificante**) en el gen, pero contiene la base uracilo (U) en lugar de timina (T).

Etapas de la traducción

Iniciación

Para que pueda comenzar la traducción, se necesita la intervención de un ribosoma, (que viene en dos subunidades, grande y pequeña). Un ARNm con las instrucciones para las proteínas que se van a sintetizar, un ARNt "de inicio" que lleva el primer aminoácido de la proteína, metionina (Met).

Durante la iniciación, estas piezas deben reunirse justo de la forma correcta. Juntas, forman el **complejo de iniciación**, el ensamblaje molecular para comenzar a sintetizar una nueva proteína.

Elongación

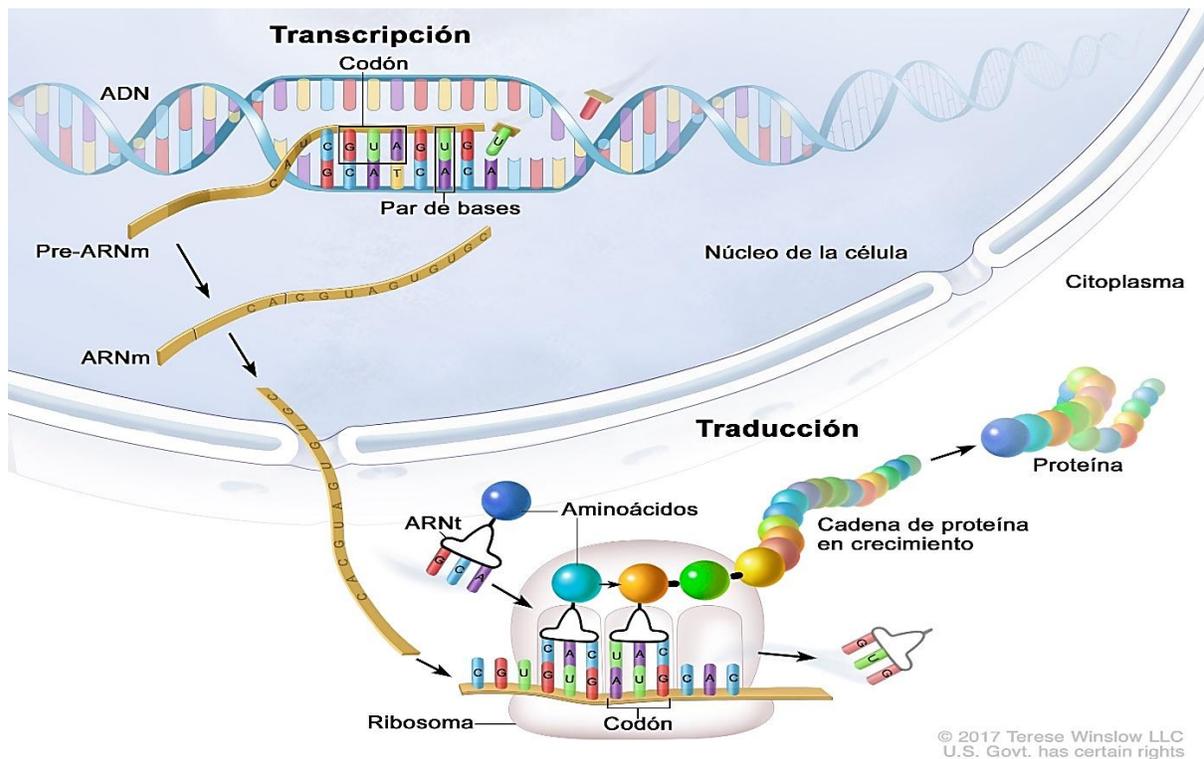
Una vez que se ha formado el complejo de iniciación, un primer ARNt, que contiene metionina, comienza en el espacio del centro del ribosoma, el llamado sitio P. Junto a él, está expuesto un nuevo codón, en otro hueco llamado sitio A. El sitio A será el lugar para el siguiente ARNt, cuyo condón es la pareja correcta (es complementario) del codón expuesto.

Una vez que el ARNt correspondiente se ha colocado en el sitio A, sucede la formación del **enlace peptídico** que conecta un aminoácido con otro. Este paso transfiere la metionina del primer ARNt al aminoácido en el segundo ARNt en el sitio A.

Terminación

Los polipéptidos, como todas las cosas buenas, deben llegar a su fin. La traducción finaliza en un proceso conocido como terminación. La terminación sucede cuando un codón de alto en el ARNm (UAA, UAG, o AGA) entra en el sitio A.

Proteínas llamadas **factores de liberación** reconocen los codones de terminación y caben perfectamente en el sitio P (aunque no sean ARNt). Los factores de liberación interfieren con la enzima que normalmente forma los enlaces peptídicos: hacen que agregue una molécula de agua al último aminoácido de la cadena. Esta reacción separa la cadena del ARNt, y la proteína que se acaba de formar se libera.



**Imagen 1. Proceso de síntesis de proteínas en una célula
(imagen del Instituto Nacional del Cáncer)**

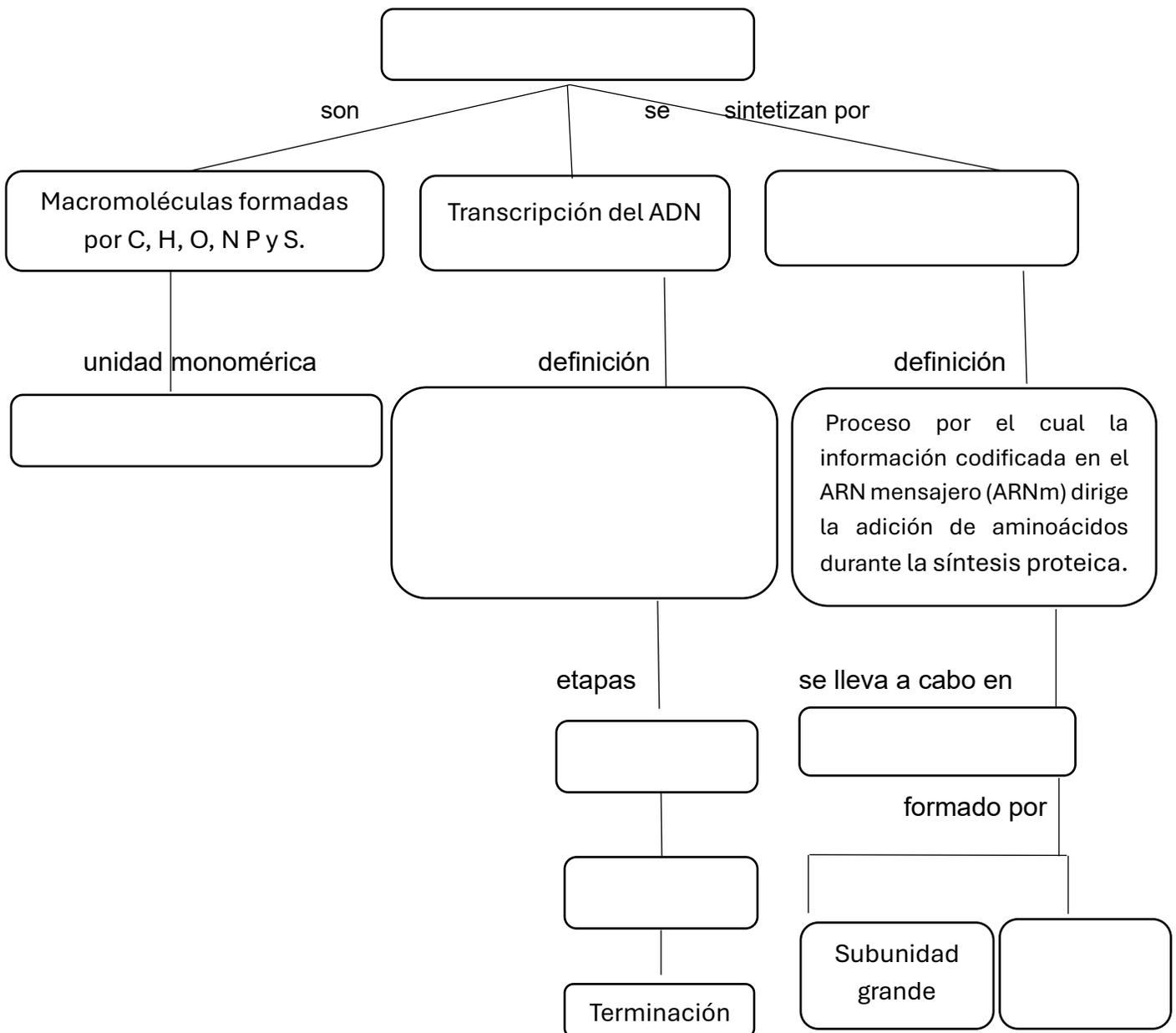
<https://www.cancer.gov/espanol/publicaciones/diccionarios/diccionario-cancer/def/transcripcion>

ACTIVIDADES DE APRENDIZAJE

Instrucción. Con base a la revisión de la lectura anterior, realiza las actividades solicitadas.

Actividad 1

Completa el siguiente mapa conceptual.



Actividad 2

Realiza una investigación sobre la función de los ARN que intervienen en la síntesis de proteínas y completa la tabla.

Tipo de ARN (ácido desoxirribonucleico)	Abreviatura	Función	Ubicación
Mensajero			
De transferencia			
Ribosomal			

ACTIVIDADES DE AUTOEVALUACIÓN

Responde con una F si la respuesta es falsa y con una V si la respuesta es verdadera.

- 1.- Las proteínas son estructuras macromoleculares constituidas por los elementos nitrógeno y azufre solamente ().
- 2.- Los aminoácidos son las unidades monoméricas que forman a las proteínas ()
- 3.- En el proceso de traducción del ADN para la síntesis de proteínas, el ARN ribosomal está presente en este proceso celular. ()
- 4.- El ARN mensajero se sintetiza en el citoplasma ().
- 5.- El núcleo es el organelo celular en el que se encuentra en ADN ()
- 6.- El ribosoma se encuentra en el citoplasma ()

Respuestas: 1.- F, 2.- V, 3.-V, 4.-F, 5.-V, 6.- V

TEMA: La célula: procesos de regulación y conservación.

SUBTEMA: La homeostasis como un proceso de regulación y conservación de la célula y su relación con el entorno.

APRENDIZAJE: Señalar la importancia de los procesos de regulación celular y su relación con los cambios del entorno.

CONCEPTOS CLAVE: Homeostasis, membrana plasmática, transporte pasivo, transporte activo, ósmosis, difusión, anti-porte, bomba de sodio-potasio, energía.

MARCO TEÓRICO

Homeostasis un equilibrio para la vida

El concepto de homeostasis, aunque formalizado en el siglo XX, tiene raíces en la historia de la ciencia desde la antigüedad. La búsqueda por entender cómo los sistemas vivos mantienen un estado de equilibrio interno ha sido un tema recurrente en las investigaciones sobre la vida y la salud. Las nociones de equilibrio en los sistemas vivos pueden rastrearse hasta las antiguas civilizaciones, sin embargo, el avance moderno en la comprensión de los procesos biológicos comenzó con William Harvey, conocido por su descubrimiento de la circulación sanguínea, fue uno de los primeros en señalar cómo los sistemas corporales trabajaban en conjunto para mantener la vida, aunque no utilizó el término "homeostasis", su trabajo sentó las bases para la comprensión de los mecanismos reguladores del cuerpo. En el mismo período, los microscopistas como Anton van Leeuwenhoek empezaron a explorar el mundo celular, lo que abriría camino al estudio de cómo las células contribuyen al equilibrio. Pero no fue hasta el siglo XIX que hubo un cambio significativo gracias al trabajo de Claude Bernard, el cual introdujo la idea del (medio interno), refiriéndose al ambiente interno estable que los sistemas vivos necesitan para sobrevivir.

En su obra *Introducción al estudio de la medicina experimental* (1865), argumentó que la constancia del medio interno era esencial para la vida, estableciendo el fundamento teórico de lo que más tarde se conocería como homeostasis.

El término "homeostasis" fue acuñado por el fisiólogo estadounidense Walter Bradford Cannon en su libro *The Wisdom of the Body* (1932), Cannon definió la homeostasis como la capacidad de los sistemas vivos para mantener un equilibrio interno frente a cambios externos mediante mecanismos de autorregulación. Desarrolló esta idea observando algunos procesos como la regulación de la temperatura, el equilibrio hídrico y la respuesta al estrés; también identificó los principios de retroalimentación negativa y positiva, que explican cómo los sistemas vivos responden a perturbaciones para restaurar su equilibrio, su trabajo unificó las observaciones fisiológicas bajo un marco conceptual claro, haciendo de la homeostasis un principio fundamental de la biología.

Ahora bien, la homeostasis es el proceso que permite a las células y a los sistemas vivos mantener un equilibrio interno frente a las fluctuaciones externas, y en los seres vivos no apareció de manera espontánea, sino que se desarrolló a lo largo de miles de millones de años de evolución. Este mecanismo esencial es el resultado de adaptaciones celulares que permitieron a los sistemas vivos sobrevivir y prosperar en ambientes cambiantes. Desde los orígenes de la vida hasta las formas de vida más complejas, la capacidad de las células para mantener la homeostasis ha evolucionado significativamente.

Hace aproximadamente 3,800 millones de años, las primeras formas de vida surgieron en ambientes acuáticos primitivos. Estas células, probablemente similares a las bacterias actuales, estaban rodeadas por una membrana lipídica que las separaba del entorno externo, aunque simples, estas membranas fueron esenciales para establecer un microambiente interno, marcando el primer paso hacia la homeostasis.

La capacidad de estas células primitivas para mantener un equilibrio interno dependía de mecanismos básicos como la difusión pasiva, donde los gradientes químicos permitían el movimiento de nutrientes y desechos a través de la membrana, ayudando a estabilizar las condiciones internas.

Con el tiempo, los ambientes se volvieron más variados y hostiles, lo que obligó a las células a desarrollar mecanismos más avanzados para regular su equilibrio interno, surgieron proteínas de membrana capaces de realizar transporte activo, utilizando energía, como el ATP, para mover iones y moléculas en contra de sus gradientes de concentración. Este avance fue crucial, ya que permitió a las células sobrevivir en condiciones donde los recursos esenciales no estaban uniformemente disponibles. Las bombas de sodio-potasio, presentes en casi todas las células actuales, comenzaron a jugar un papel central en el mantenimiento del equilibrio osmótico y eléctrico.

Con la aparición de sistemas vivos multicelulares, se presentó la necesidad de coordinar respuestas homeostáticas a nivel del organismo. La evolución de moléculas señalizadoras, como hormonas y neurotransmisores, permitió que las células ajustaran sus procesos internos en respuesta a señales externas. Sistemas nerviosos y endocrinos primitivos comenzaron a integrar señales ambientales con respuestas celulares, desarrollándose posteriormente mecanismos de retroalimentación negativa y positiva, fundamentales para la homeostasis.

A medida que las células enfrentaron ambientes con disponibilidad variable de oxígeno, nutrientes y agua, surgieron adaptaciones metabólicas que optimizaron el uso de recursos y la eliminación de desechos. Las células con el tiempo cambiaron, obteniendo organelos especializados como las mitocondrias y los cloroplastos. Estos organelos mejoraron la eficiencia energética y también incrementaron la capacidad de las células para responder a cambios en el entorno, como variaciones en la luz, temperatura y niveles de oxígeno.

Entonces como se mencionó anteriormente, al hablar de homeostasis celular tenemos que hablar del movimiento de sustancias a través de la membrana plasmática en la célula. Este movimiento se clasifica principalmente en dos grandes tipos como ya mencionamos el primero es el transporte pasivo y el segundo el transporte activo, estos van a depender de si requiere o no energía

1. Transporte pasivo

No requiere energía (ATP) y ocurre a favor del gradiente de concentración (de mayor a menor concentración), estos pueden ser:

a) Difusión simple

Ejemplo: Intercambio de gases en los alvéolos pulmonares.

b) Difusión facilitada

Ejemplo: Entrada de glucosa en las células mediante proteínas transportadoras específicas.

c) Ósmosis

Ejemplo: Movimiento de agua en las células vegetales que provocan turgencia.

2. Transporte Activo

Requiere energía (ATP) y permite el movimiento de sustancias en contra del gradiente de concentración (de menor a mayor concentración).

a) Transporte activo primario

Ejemplo: Bomba de sodio-potasio (Na^+/K^+), que expulsa sodio de la célula y bombea potasio hacia adentro.

b) Transporte activo secundario (co-transporte)

Utiliza la energía almacenada en el gradiente electroquímico creado por el transporte activo primario.

Ejemplo: Co-transporte de glucosa junto con sodio en las células del intestino.

Ejemplo de Anti porte: Intercambio de calcio y sodio en células musculares.

3. Transporte en Masa (a través de vesículas)

Es un tipo especial de transporte activo, ya que requiere energía para mover grandes cantidades de materiales o partículas.

a) Endocitosis

La célula engloba materiales del exterior formando vesículas.

- Fagocitosis: Ingestión de partículas grandes, como bacterias. Ejemplo: macrófagos.
- Pinocitosis: Ingestión de líquidos o pequeñas moléculas.
- Endocitosis mediada por receptores: Específica para ciertas moléculas, como el colesterol.

b) Exocitosis

Ejemplo: Liberación de neurotransmisores por las neuronas.

c) Transcitosis

Ejemplo: Transporte de anticuerpos a través de células epiteliales.

ACTIVIDADES DE APRENDIZAJE

Actividad 1

Instrucciones. A continuación, encontrarás dos columnas: la primera contiene conceptos relacionados con la homeostasis y el transporte celular y la segunda está vacía. Relacionar cada concepto con su ejemplo correspondiente. Escribe la letra de la definición correcta junto al concepto en la columna izquierda.

Completa la tabla

Concepto	Ejemplos (Letra)
1. Homeostasis	
2. Difusión simple	
3. Ósmosis	
4. Transporte activo	
5. Bomba sodio-potasio	
6. Simporte	
7. Antiporte	
8. Exocitosis	
9. Endocitosis	
10. Transcitosis	

Ejemplos:

- A. Transporte de anticuerpos a través de células epiteliales.
- B. Regulación de la temperatura corporal frente a un ambiente frío.
- C. Entrada de oxígeno a las células por intercambio en los alvéolos pulmonares.
- D. Movimiento de agua en las células vegetales que provocan turgencia.
- E. Co-transporte de glucosa junto con sodio en células intestinales.
- F. Intercambio de calcio y sodio en las células musculares.
- G. Liberación de neurotransmisores por las neuronas.
- H. Expulsión de sodio fuera de la célula y entrada de potasio hacia adentro, utilizando ATP.
- I. Ingestión de bacterias por macrófagos mediante vesículas.
- J. Transporte de moléculas en contra de su gradiente, utilizando energía.

Actividad 2

Instrucciones. Encuentra en la sopa de letras las palabras relacionadas con la homeostasis y los mecanismos de transporte celular, después de encontrar cada palabra, escribe su significado o un ejemplo relacionado.

Ejemplo: Si encuentras "ÓSMOSIS", escribe: "Movimiento de agua a través de una membrana semipermeable, como en las células vegetales durante la turgencia".

Posteriormente crea una frase, usa al menos 5 de las palabras encontradas para construir una frase que explique un proceso relacionado con la homeostasis.

Ejemplo: "La bomba de sodio-potasio utiliza energía (ATP) para mantener un gradiente eléctrico en la célula."

A	S	H	O	M	E	O	S	T	A	S	I	S	G	T	A	S
S	F	Y	E	G	U	E	S	R	A	I	J	L	N	V	D	Q
D	Ñ	H	S	A	D	R	I	A	N	T	I	P	O	R	T	E
F	D	I	F	U	S	I	O	N	G	H	I	A	V	A	N	T
T	M	U	B	D	E	D	L	S	M	N	O	I	D	E	A	T
G	L	J	O	E	S	I	M	P	O	R	T	E	R	T	E	U
H	O	K	M	I	I	Y	O	O	J	A	O	G	I	H	S	R
I	I	P	B	O	R	H	E	R	E	D	I	E	N	J	B	G
K	G	R	A	D	I	E	N	T	E	A	T	N	G	C	I	E
J	O	S	M	O	S	I	S	E	N	T	A	A	O	D	O	N
M	U	P	G	S	P	I	N	O	C	I	T	O	S	I	S	C
N	H	L	V	D	U	J	U	A	N	P	E	R	A	B	R	I
M	O	S	M	O	T	I	C	A	A	O	N	C	B	N	E	A
M	G	J	A	T	S	L	A	F	O	T	A	A	O	O	R	U
K	F	H	E	B	A	F	N	G	P	A	N	S	R	E	A	I
L	D	S	I	H	J	L	A	E	R	S	Q	Y	I	N	G	O
T	R	A	N	C	S	I	T	O	S	I	S	R	E	A	S	K
Z	S	O	O	P	E	D	W	R	T	O	Y	H	J	N	S	F

ACTIVIDADES DE AUTOEVALUACIÓN

Instrucciones. Selecciona la opción que responda a cada pregunta.

1. ¿Quién acuñó el término "homeostasis" y en qué obra?

- a) William Harvey en De Motu Cordis
- b) Anton van Leeuwenhoek en sus estudios microscópicos
- c) Claude Bernard en Introducción al estudio de la medicina experimental
- d) Walter Bradford Cannon en The Wisdom of the Body

2. ¿Qué caracteriza a la ósmosis como mecanismo de transporte celular?

- a) Movimiento de solutos grandes a través de vesículas.
- b) Movimiento de moléculas en contra del gradiente de concentración utilizando ATP.
- c) Movimiento de agua a través de una membrana semipermeable hacia una región con mayor concentración de solutos.
- d) Transporte de sustancias en direcciones opuestas utilizando energía.

3. ¿Qué mecanismo permite el transporte de agua a través de una membrana semipermeable?

- a) Endocitosis
- b) Ósmosis
- c) Antiporte
- d) Exocitosis

4. ¿Cuál fue la contribución de Claude Bernard al concepto de homeostasis?

- a) Descubrió la circulación sanguínea.
- b) Introdujo la idea del "medio interno" estable necesario para la vida.
- c) Identificó el transporte activo secundario en las células.
- d) Estudió las células con el microscopio.

5. ¿Qué estructura fue clave para el desarrollo de la homeostasis en las primeras formas de vida?

- a) Mitocondrias
- b) Cloroplastos
- c) Membrana lipídica
- d) Sistema nervioso

Respuestas: 1D, 2C, 3B, 4B, 5C.

REFERENCIAS DE LA UNIDAD 2 PARA ALUMNOS

1. Alberts, B., Johnson, A., Lewis, J., Raff, M., Roberts, K., y Walter, P. (2016). *Biología molecular de la célula* (6ª ed.). Omega.
2. Alcocer, M. (2011). *La nueva biología y el bienestar de la sociedad*. Revista Ciencia UANL, vol. XIV, núm. 1. Universidad Autónoma de Nuevo León Monterrey, México.
3. Aréchiga, H. (2000). *Conceptos: Homeostasis*. Universidad Nacional Autónoma de México. Recuperado de:
https://librosoa.unam.mx/handle/123456789/1294?utm_source=chatgpt.com
4. Audesirk, T., Audersirk, G., Byers, B. E. (2008). *Biología: Ciencia y naturaleza*. Person Education.
5. Barberá, O., y Sendra, C. (2015). *La biología y el mundo del siglo XXI. Biología y geología, complementos de formación disciplinar*. (1ª. Edición)
6. Battaner, A. E. (2012). *Biomoléculas. Una introducción estructural a la bioquímica*. Ediciones Universidad de Salamanca.
7. Curtis, H., Barnes, N., Schnek, A., y Massarini, A. (2015). *Curtis Biología*. 7ª ed. Editorial Medica panamericana. Madrid, España.
8. Eronen, Markus I. y Daniel Stephen Brooks. (2024). *Levels of Organization in Biology, The Stanford Encyclopedia of Philosophy* (Summer 2024 Edition), Edward N. Zalta y Uri Nodelman (eds.)
9. Erice, E., y González, A. (2020). *Biología. La ciencia de la vida*. 3ª ed. McGraw-Hill Interamericana. México.
10. Freeman, S. (2009). *Biología* (3ª ed.). Pearson.
11. García, B. D. (2016). *Todo es cuestión de química... y otras maravillas de la tabla periódica*. Editorial Ediciones Paidós.
12. Khan Academy. (s.f.). **Membranas y transporte**. Recuperado de <https://es.khanacademy.org/science/biology/membranes-and-transport>.
13. Khan Academy. (2023). **Estructura de la membrana plasmática**. Khanacademy.org. Recuperado de <https://es.khanacademy.org/science/ap-biology/cell-structure-and-function/plasma-membranes/a/structure-of-the-plasma-membrane#:~:text=Los%20principales%20componentes%20de%20la,cabeza%20con%20un%20grupo%20fosfato>.

14. Olvera-Sánchez, S., Gómez-Chang, E., Flores-Herrera, O. y Martínez, F. (2023). Las mitocondrias: sus funciones, las relaciones con otros organelos, la supervivencia celular y la medicina mitocondrial. *TIP Revista Especializada en Ciencias Químico-Biológicas*, 26: 1-11.
15. Solomon, E., Berg, L., Martin, D. y Martin, C. 2019. *Biología*. 11 edición. Cengage Learning Editores. United States of America.
16. Taylor, M., Simon, E., Dickey, J., Hogan, K., y Campbell, N. (2022). *Campbell Biology Concepts & Connections*. 10 ed. Pearson Education Limited. United Kingdom.
17. Unidad de Apoyo Para el Aprendizaje. (s.f.). **Transporte celular**. Universidad Nacional Autónoma de México. Recuperado de https://uapas1.bunam.unam.mx/ciencias/transporte_celular/.
18. Urry, L., Cain, M., Wasserman, S., Minorsky, P., Orr, R. (2021). *Campbell Biology. 12 edition. Pearson. U.S.*
19. Valdivia, B., Granillo, P., y Villareal, M. S. (2002). *Biología, La vida y sus procesos*. Publicaciones Cultural.

UNIDAD 3

¿Cómo se hereda, modifica, expresa y manipula la información genética en los sistemas vivos?



<https://www.goconqr.com/mapamental/19160014/gregor-mendel>

PROPÓSITO

Al finalizar la unidad, el alumnado:

Identificará la reproducción, los mecanismos de transmisión, modificación de la información genética y el desarrollo, así como sus implicaciones bioéticas, a través del estudio y reconocimiento de estos procesos, para comprender la continuidad biológica y el cambio, así como sus consecuencias en la biodiversidad.

PRESENTACIÓN

Esta unidad se conforma por dos temáticas generales que corresponden a los procesos de continuidad biológica, herencia, cambio y desarrollo. Los aprendizajes de la primera temática están vinculados a tres contenidos.

El primer aprendizaje aborda el ciclo celular a través de la caracterización general de sus etapas y su relevancia biológica; el segundo aborda la división celular, con la intención de que el alumnado compare la mitosis y meiosis para comprender que la primera origina células diploides, genéticamente idénticas y que la segunda origina células haploides, genéticamente variables debido a la recombinación genética que es una fuente de cambio; con respecto al tercer aprendizaje tiene la intención de que el estudiantado relacione los procesos de división celular con los tipos de reproducción de los sistemas vivos.

Respecto a la temática dos se plantean seis aprendizajes; los tres primeros dan atención propiamente a la herencia biológica a través del reconocimiento de sus bases en los trabajos de Gregorio Mendel, del conocimiento de los postulados de la teoría cromosómica como fundamento para explicar la transmisión de los genes y la identificación de patrones hereditarios que no se ajustan a los principios mendelianos. En los aprendizajes que se refieren a Mendel y teoría cromosómica de la herencia se menciona la palabra carácter; este término era usado en el siglo XIX hasta que en 1909 Wilhem Johannsen lo reemplaza por gene e introduce otros conceptos básicos: fenotipo para el carácter de un organismo y genotipo para su base factorial. La introducción del concepto de gen por una parte pretendió aclarar la confusión entre carácter y la base de la transmisión. Los tres aprendizajes restantes se concentran en la relación genes-ambiente, para dar paso a las mutaciones como fuente de cambio.

Por otra parte, el que corresponde a morfogénesis pretende que el alumnado reconozca que este proceso es fundamental en el desarrollo de los sistemas vivos en el que toman su forma y estructura, de acuerdo con la influencia de los factores internos y externos que modifican la expresión genética; implica una serie de eventos y procesos que ocurren a nivel celular y molecular. Durante este proceso los genes, generalmente, se expresan en el tiempo adecuado y la secuencia correcta para producir las proteínas que interactúan dando origen a una célula, tejidos, órganos, hasta un sistema vivo pluricelular. En el último aprendizaje se relaciona la manipulación genética y sus implicaciones bioéticas en diversos ámbitos de la sociedad.

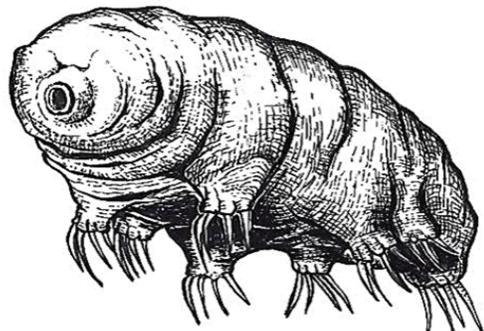
CONTENIDO TEMÁTICO DE LA UNIDAD 3

Procesos de continuidad biológica: Reproducción.

- Ciclo celular: proliferación celular, apoptosis y diferenciación celular.
- Mitosis y meiosis.
- Tipos de reproducción.

Herencia, variación genética y desarrollo.

- Bases de la herencia. Dominancia-recesividad.
- Teoría cromosómica de la herencia.
- Patrones de la herencia.
- Mutación y la relación genes-ambiente.
- Morfogénesis.
- Manipulación genética.



<https://www.istockphoto.com/es/ilustraciones/tardigrada>

TEMA: Procesos de continuidad biológica: reproducción. **SUBTEMA:** Ciclo celular: proliferación celular, apoptosis y diferenciación celular.

APRENDIZAJE: Identifica las etapas del ciclo celular y su importancia biológica.

CONCEPTOS CLAVE: Ciclo celular, G1, S, G2, interfase, mitosis, continuidad, sistemas vivos, eucariontes.

MARCO TEÓRICO

Ciclo celular y su importancia

El ciclo celular es la base para la reproducción de los sistemas vivos eucariontes. Su función no es solamente originar nuevas células sino asegurar que el proceso se realice en forma debida y con la regulación adecuada. Un **ciclo celular** típico se da en **dos grandes etapas** que son: la **interfase** (que a su vez se divide en: G1, S y G2) y la **fase M de división celular** (por mitosis o meiosis).

Interfase

Durante la **interfase**, la célula crece en tamaño, replica su DNA, se prepara para la siguiente división y a menudo se diferencia. Casi todas las células eucariontes pasan la mayor parte de su tiempo en interfase. Por ejemplo, algunas células de la piel humana, que se dividen alrededor de una vez al día, pasan en interfase unas 22 horas. La **interfase** comprende **tres fases: G1** (fase de crecimiento), **S** (síntesis del DNA) y **G2** (fase de preparación para la división).

Inmediatamente después de formarse por división celular, una nueva célula hija entra en la fase G1 de la interfase. Durante la fase **G1**, la célula *crece en tamaño*, lo que incluye *duplicar sus organelos* celulares. Hacia el final de la fase G1, una célula entra en **G0** cuando recibe una señal para *diferenciarse*, o cuando los recursos son insuficientes para crecer y dividirse, se dice entonces que la célula está en *una etapa de reposo*.

La célula es sensible a señales internas y externas con las que se regula la división. Si las señales son positivas, la célula entra en fase **S**, cuando ocurre la *síntesis de DNA* (replicación del material genético) y por tanto la *duplicación de los cromosomas*. A continuación, la célula pasa a la fase **G2**, durante la cual *continúa creciendo y se prepara para la división*.

División celular

Las células eucariontes pasan por uno de dos tipos de división que están relacionados evolutivamente pero que son muy diferentes: división mitótica y división meiótica. La **división mitótica** produce dos células hijas que son genéticamente idénticas entre sí y a la célula madre, y que contienen cantidades iguales de citoplasma. Es el mecanismo de la reproducción asexual de las células eucariontes y también permite el crecimiento, mantener de tejidos y reparar partes dañadas. La **división meiótica** es un requisito de la reproducción sexual en los sistemas eucariontes. La división meiótica produce cuatro células hijas que pueden convertirse en gametos (óvulos o espermatozoides) que llevan la mitad del material genético del progenitor y que son genéticamente diferentes entre ellas y a la célula original.

Regulación

Para permanecer saludable, es esencial que un organismo mantenga la cantidad correcta de células. Esto se logra primordialmente por medio de la regulación del "ciclo celular". Los reguladores del ciclo celular son señales moleculares que pueden estimular y detener la división o **proliferación celular**, instruir a las células a que se diferencien, o iniciar la muerte celular.

Las células se dividen para producir dos células hijas idénticas. Las células dejan de dividirse para especializar su estructura y función, un proceso llamado **diferenciación**. Después de la diferenciación, es posible que algunas células se dividan nuevamente bajo ciertas condiciones.

Las células también pueden padecer una muerte celular programada, o **apoptosis**, un proceso que elimina células innecesarias durante el desarrollo y suprime las células no saludables o dañadas en el organismo maduro.

Si los reguladores no funcionan correctamente, un organismo puede terminar con muy pocas o demasiadas células. Esto puede causar problemas de variada gravedad, desde una pérdida capilar inofensiva, la formación de verrugas o el desarrollo de tumores que pueden poner en peligro la vida.

ACTIVIDADES DE APRENDIZAJE

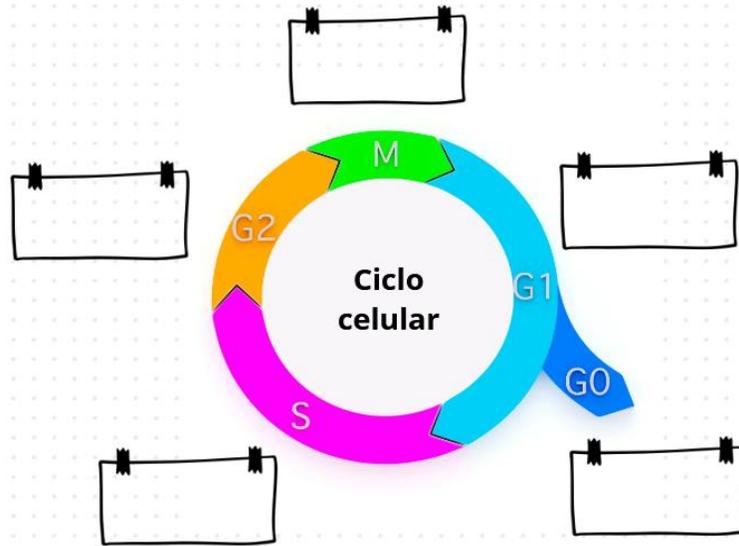
Actividad 1

Instrucciones. A partir de la información de la lectura, señala con una X a cuál de las fases del ciclo celular corresponde cada descripción.

Afirmación	G ₁	S	G ₂	M	G ₀
1. Se sintetiza el DNA.					
2. Se diferencia la célula.					
3. Se mantiene en reposo.					
3. Se conoce como mitosis.					
4. Se duplican los organelos.					
5. Se duplican los cromosomas.					
6. Se realiza el crecimiento celular.					
7. Se refiere a la división de la célula.					
8. Se continua con el crecimiento celular.					
9. Se terminan los preparativos para la división.					

Actividad 2

Instrucciones. Completa el esquema del ciclo celular con la información de arriba.



Actividad 3

Instrucciones. Describe con tus propias palabras lo que entiendes por las siguientes:

- Proliferación celular: _____

- Apoptosis: _____

- Diferenciación celular: _____

ACTIVIDADES DE AUTOEVALUACIÓN

Instrucciones. Selecciona la opción que responda a cada pregunta.

1. ¿Cuál es la fase del ciclo celular en la que se duplica el DNA?

- A) S
- B) G₁
- C) G₂
- D) M

2. ¿Cuál es la fase del ciclo celular en la que la célula se mantiene en un estado de aparente reposo?

- A) G₁
- B) S
- C) G₀
- D) M

3. ¿Qué ocurre durante la fase G₁ del ciclo celular?

- A) Se produce la citocinesis.
- B) La célula aumenta de tamaño.
- C) Se duplica el material genético.
- D) Los cromosomas se condensan.

4. La apoptosis es un proceso de:

- A) Muerte celular.
- B) División celular.
- C) Crecimiento celular.
- D) Diferenciación celular.

5. ¿Cuál de las siguientes afirmaciones sobre la proliferación celular es correcta?

- A) Es independiente del ciclo celular.
- B) No requiere de la duplicación del ADN.
- C) Está regulada por señales moleculares.
- D) Ocurre a una tasa constante en todas las células.

6. La diferenciación celular es el proceso por el cual:

- A) Las células se vuelven más pequeñas.
- B) Las células mueren de forma programada.
- C) Las células adquieren una función específica.
- D) Las células se dividen para formar nuevas células.

Respuestas: 1A, 2C, 3B, 4A, 5C, 6C.

TEMA: Procesos de continuidad biológica: **SUBTEMA:** Mitosis y meiosis
Reproducción.

APRENDIZAJE: Compara la mitosis y meiosis como procesos de división celular en la continuidad biológica.

CONCEPTOS CLAVE: Interfase, Profase, Metafase, Anafase, Telofase, Citocinesis, Cromosoma, Huso mitótico, Células hijas, Célula madre, División celular, Meiosis I, Meiosis II, Entrecruzamiento, Recombinación genética, Cromosomas homólogos, Gametos, Haploide, Diploide, Variabilidad genética, Segregación cromosómica.

MARCO TEÓRICO

Mitosis y Meiosis: Procesos de División Celular en la Continuidad Biológica

La continuidad biológica de los sistemas biológicos depende de procesos celulares que permiten la reproducción, el crecimiento y la reparación de los organismos. Dos de estos procesos fundamentales son la mitosis y la meiosis. Aunque ambos implican la división celular, tienen funciones y características distintas que los hacen esenciales para la vida.

En el estudio de la división celular, es fundamental comprender los conceptos de **haploide** y **diploide**, ya que estos términos describen la cantidad de cromosomas que poseen las células y son clave para entender los procesos de **mitosis** y **meiosis**. A continuación, se explican estos conceptos y su relación con los conteos cromosómicos (**n** y **2n**).

¿Haploide o diploide?

Los términos haploide (**n**) y diploide (**2n**) se refieren al número de conjuntos de cromosomas presentes en una célula. Las células haploides (**n**) contienen un solo conjunto de cromosomas, es decir, tienen la mitad del número de cromosomas presentes en las células diploides.

En los seres humanos y en muchos otros organismos, las células sexuales o gametos (óvulos y espermatozoides) son haploides. Cada gameto humano contiene 23 cromosomas. Esta condición haploide es crucial para la reproducción sexual, ya que, durante la fertilización, los gametos se fusionan para formar un cigoto diploide ($2n$), restableciendo así el número total de cromosomas característico de la especie. La haploidía asegura que el número de cromosomas se mantenga constante a lo largo de las generaciones.

Por otro lado, las células diploides ($2n$) contienen dos conjuntos completos de cromosomas, uno heredado de cada progenitor. En los seres humanos, las células diploides tienen 46 cromosomas, organizados en 23 pares homólogos. Todas las células somáticas (células del cuerpo, excluyendo las sexuales) son diploides. Esta condición diploide permite la variabilidad genética y la recombinación durante la meiosis, contribuyendo a la diversidad genética de la población. La diploidía es esencial para el desarrollo y funcionamiento de organismos complejos, ya que cada par de cromosomas homólogos incluye uno de cada progenitor, proporcionando así dos copias de cada gen.

Mitosis: División Celular para el Crecimiento y la Reparación

La mitosis es un proceso de división celular en el que una célula madre diploide (con dos juegos de cromosomas) se divide para producir dos células hijas genéticamente idénticas. Este proceso es crucial para el crecimiento de los organismos multicelulares, la reparación de tejidos dañados y la reproducción asexual en organismos unicelulares. El término "mitosis" deriva del griego "mitos", que significa "hilo" o "tejer". Fue acuñado por el biólogo alemán Walther Flemming en el siglo XIX. Flemming es ampliamente reconocido por sus estudios pioneros en la biología celular, especialmente en la observación y descripción del proceso de división celular.

La mitosis consiste en cuatro fases básicas: profase, metafase, anafase y telofase (**Fig. 1**). Estas son los pasos ordenados en los que una célula se divide para producir dos células hijas genéticamente idénticas. A continuación, se describen detalladamente cada una de estas fases:

Comenzando con la **Interfase**, aunque no es técnicamente parte de la mitosis, esta fase es crucial para la preparación de la célula. Durante la interfase, la célula pasa por un periodo de crecimiento conocido como **G1**, donde realiza sus funciones habituales y crece en tamaño. Luego entra en la fase **S** (Síntesis), en la cual el ADN se duplica, asegurando que cada célula hija recibirá una copia completa del material genético. Finalmente, en la fase **G2**, la célula continúa su crecimiento y se prepara para la división, sintetizando las proteínas necesarias y asegurando que todo el ADN haya sido replicado correctamente.

1. La mitosis propiamente dicha comienza con la **Profase**. En esta fase, los cromosomas duplicados se condensan y se hacen visibles como estructuras individuales. Los centriolos, estructuras celulares cruciales, se mueven hacia los polos opuestos de la célula, y la envoltura nuclear que rodea el núcleo se desintegra. Además, se forma el huso mitótico, un conjunto de microtúbulos que se extiende entre los centriolos y que jugará un papel crucial en la separación de los cromosomas.
2. A continuación, en la **Metafase**, los cromosomas se alinean en el ecuador de la célula, formando una estructura conocida como la placa metafásica. Esta alineación es crucial para asegurar que cada célula hija reciba una copia exacta de cada cromosoma. Los microtúbulos del huso se unen a los centrómeros de los cromosomas, que son las regiones donde las cromátidas hermanas (copias idénticas de cada cromosoma) están unidas.
3. La **Anafase** sigue, y es en esta fase donde las cromátidas hermanas se separan. Cada cromátida es arrastrada hacia los polos opuestos de la célula por los microtúbulos del huso. Esta separación garantiza que cada célula hija recibirá una copia idéntica del material genético. Es un momento crítico, ya que cualquier error en la separación puede resultar en células hijas con un número incorrecto de cromosomas, lo cual puede ser perjudicial.

4. En la **Telofase**, los cromosomas alcanzan los polos opuestos de la célula y comienzan a descondensarse, volviendo a su forma filamentosa menos compacta. Se forman nuevas envolturas nucleares alrededor de los dos conjuntos de cromosomas, creando dos núcleos independientes dentro de la misma célula. El huso mitótico se desintegra, y la célula se prepara para dividir su citoplasma.

Finalmente, la **Citocinesis** completa el proceso de división celular. En células animales, esto ocurre mediante la formación de un anillo contráctil de filamentos de actina que estrangula la célula madre en dos nuevas células hijas. En células vegetales, se forma una placa celular en el centro de la célula madre que eventualmente se convierte en la nueva pared celular, dividiendo la célula en dos.

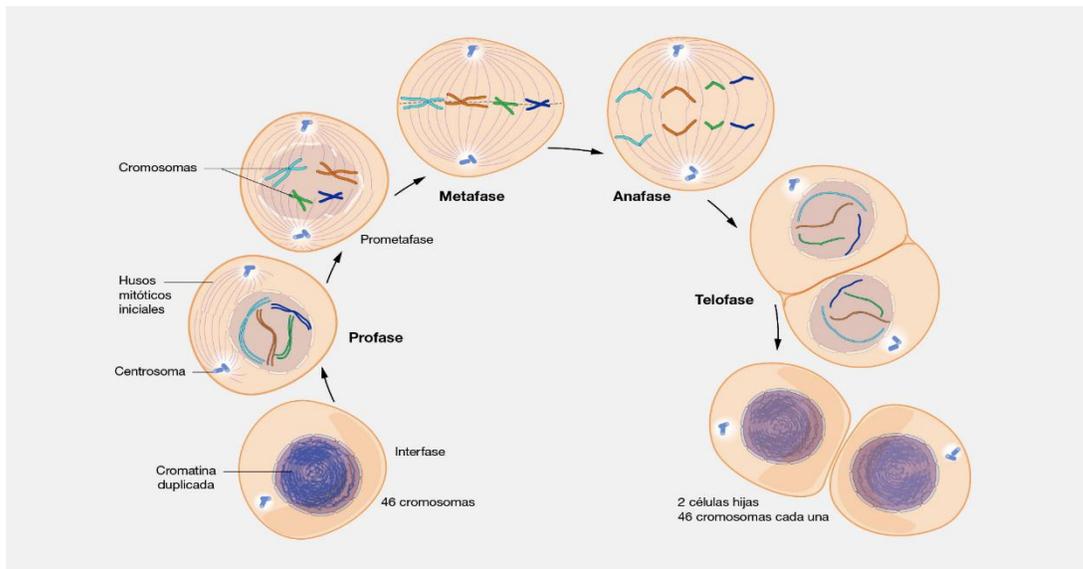


Figura 1: Fases de la mitosis. *Mitosis* [Imagen], National Human Genome Research Institute, s.f., Genome.gov.

https://www.genome.gov/sites/default/files/media/images/tg_es/Mitosis_es_0.jpg

Importancia biológica de la Mitosis

La mitosis es un proceso esencial en los organismos multicelulares, ya que permite la **división celular** y la formación de dos células hijas genéticamente idénticas a la célula madre. Este mecanismo es fundamental para el crecimiento, desarrollo y reparación de los tejidos.

En primer lugar, la mitosis es responsable del crecimiento de los organismos. Desde el momento en que se forma el cigoto, una célula resultante de la fertilización del óvulo por el espermatozoide, comienza a dividirse y a multiplicarse mediante mitosis. Este proceso continúa a lo largo del desarrollo embrionario y fetal, permitiendo la formación de millones de células que componen los diferentes tejidos y órganos del cuerpo. Sin la mitosis, el crecimiento y desarrollo de los organismos multicelulares sería imposible.

Además, la mitosis es vital para la **reparación y regeneración de tejidos**. Cuando se produce una lesión en el cuerpo, como un corte en la piel, las células en la zona dañada deben dividirse y multiplicarse para reparar el tejido afectado. La mitosis permite que las células sanas se dividan y formen nuevas células, reemplazando las células dañadas o muertas y restaurando la integridad del tejido. Este proceso es esencial para mantener la salud y funcionalidad de los organismos a lo largo de su vida.

La mitosis también juega un papel importante en la **reproducción asexual** de ciertos organismos, como las bacterias, algunas plantas y hongos. En estos organismos, la mitosis permite la producción de descendientes genéticamente idénticos sin necesidad de una pareja sexual. Este tipo de reproducción es beneficioso en entornos estables donde la variabilidad genética no es tan necesaria para la supervivencia.

Además de su importancia biológica, la mitosis es fundamental en la investigación médica y biológica. Comprender el proceso de la mitosis y sus mecanismos subyacentes ha permitido a los científicos desarrollar tratamientos para diversas enfermedades, como el cáncer. El cáncer es una enfermedad caracterizada por la división celular descontrolada, y muchos tratamientos se enfocan en detener o regular la mitosis para prevenir la proliferación de células cancerosas.

Meiosis: División Celular para la Reproducción Sexual

La meiosis es un proceso biológico fundamental en organismos eucariotas que permite la formación de células sexuales (gametos) con la mitad del número de cromosomas, asegurando la diversidad genética y la estabilidad del número de cromosomas a lo largo de las generaciones. Este proceso es crucial para la reproducción sexual y tiene una importancia evolutiva significativa. La meiosis consta de dos divisiones sucesivas: Meiosis I y Meiosis II (Fig. 2).

La meiosis comienza con la **Meiosis I**. Durante la **Profase I**, los cromosomas se condensan y se hacen visibles bajo el microscopio. Los cromosomas homólogos, que son pares de cromosomas similares de cada progenitor, se emparejan en un proceso llamado sinapsis. Este emparejamiento permite el entrecruzamiento o recombinación genética, donde segmentos de ADN se intercambian entre los cromosomas homólogos, generando nuevas combinaciones genéticas. La envoltura nuclear se desintegra y se forman los husos mitóticos.

A continuación, en la **Metafase I**, los pares de cromosomas homólogos se alinean en la placa metafásica, en el centro de la célula. Este alineamiento es crucial para asegurar que cada célula hija reciba una combinación adecuada de cromosomas. En la **Anafase I**, los cromosomas homólogos se separan y son arrastrados hacia los polos opuestos de la célula. Es importante notar que, a diferencia de la mitosis, las cromátidas hermanas no se separan en esta fase.

La **Telofase I** y la **Citocinesis** concluyen la primera división meiótica. En la telofase I, los cromosomas llegan a los polos opuestos de la célula y se forman nuevas envolturas nucleares alrededor de ellos. La célula se divide mediante citocinesis, resultando en dos células hijas, cada una con la mitad del número de cromosomas (n), pero cada cromosoma todavía consiste en dos cromátidas hermanas.

Después de la meiosis I, las dos células hijas entran en la **Meiosis II**. La meiosis II es similar a una mitosis normal. Durante la **Profase II**, los cromosomas se condensan nuevamente y se forma el huso mitótico. En la **Metafase II**, los cromosomas se alinean en el centro de cada célula en la placa metafásica. En la

Anafase II, las cromátidas hermanas finalmente se separan y son arrastradas hacia los polos opuestos de cada célula. Esta separación asegura que cada célula hija resultante recibirá una copia exacta del material genético.

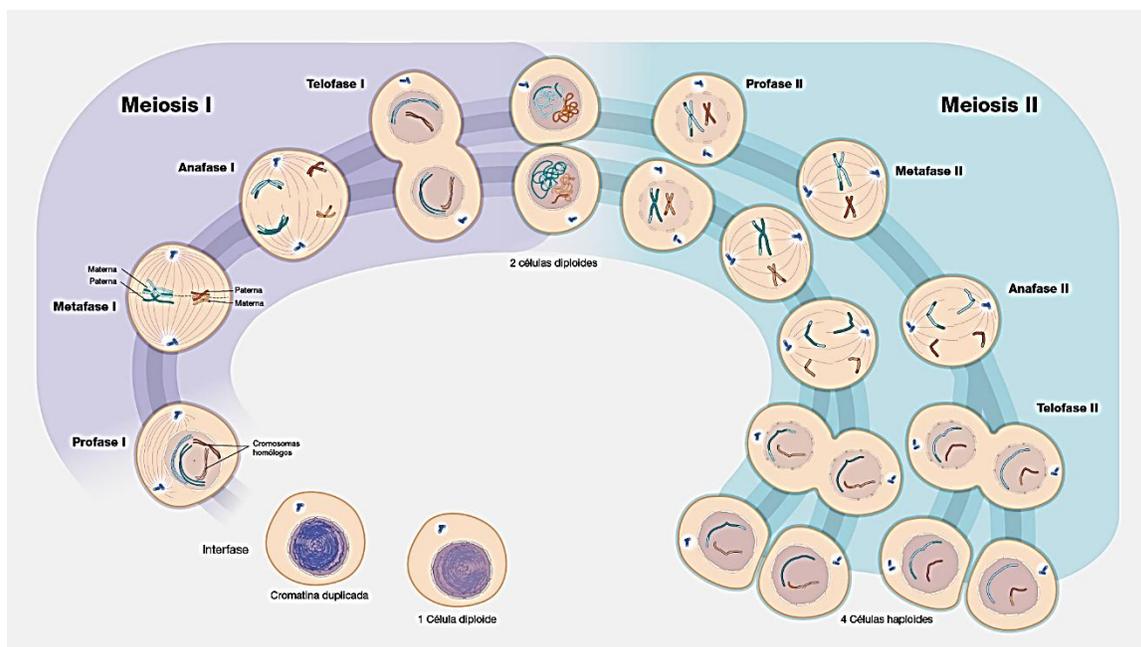


Figura 2: Fases de la meiosis. *Meiosis* [Imagen], National Human Genome Research Institute, s.f., Genome.gov.

https://www.genome.gov/sites/default/files/media/images/tg_es/Mitosis_es_0.jpg

La **Telofase II** y la **Citocinesis** completan la meiosis. En la telofase II, los cromosomas llegan a los polos opuestos de las células y se forman nuevas envolturas nucleares alrededor de cada conjunto de cromátidas. La citocinesis divide cada una de las dos células hijas de la meiosis I en dos nuevas células, resultando en un total de cuatro células hijas haploides (n), cada una con una combinación única de material genético.

Importancia Biológica de la meiosis

La meiosis es un proceso biológico esencial que ocurre en organismos eucariotas y tiene una importancia fundamental en la reproducción sexual. Este proceso permite la formación de células sexuales o gametos (óvulos y espermatozoides en animales, y esporas en plantas y hongos) con la mitad del número de cromosomas, asegurando así la diversidad genética y la estabilidad del número de cromosomas a lo largo de las generaciones.

Una de las principales importancias de la meiosis radica en la **reducción cromosómica**. Durante la meiosis, el número de cromosomas se reduce de diploide ($2n$) a haploide (n), es decir, de dos juegos de cromosomas a uno solo. Esta reducción es crucial para mantener la constancia del número de cromosomas en las especies que se reproducen sexualmente.

Otra característica esencial de la meiosis es la **variabilidad genética**. La **recombinación genética** durante el entrecruzamiento en la Profase I y la segregación aleatoria de cromosomas homólogos en la Anafase I generan nuevas combinaciones de material genético. Esta variabilidad es fundamental para la evolución y la adaptación de las especies. La diversidad genética resultante de la meiosis permite que las poblaciones tengan una mayor capacidad de respuesta ante enfermedades, cambios climáticos y otros desafíos, aumentando así sus posibilidades de supervivencia a largo plazo.

La meiosis es esencial para la **reproducción sexual**. Al combinarse los gametos haploides durante la fertilización, se restablece el número diploide de cromosomas en el cigoto, el cual se desarrollará en un nuevo organismo. Este proceso garantiza que cada individuo resultante tenga una combinación única de material genético de ambos progenitores, contribuyendo a la diversidad y al carácter único de cada ser vivo.

Además de su importancia biológica, la meiosis ha sido un enfoque central en la investigación genética y médica. Comprender los mecanismos de la meiosis ha permitido a los científicos desarrollar tratamientos y terapias para enfermedades genéticas y trastornos de la fertilidad. Por ejemplo, la investigación sobre los errores en la meiosis ha ayudado a identificar las causas de aneuploidías, como el síndrome de Down.

ACTIVIDADES DE APRENDIZAJE

Instrucción. Con base a lo revisado en la lectura anterior, contesta lo que se solicita en las siguientes actividades.

Actividad 1

Completa la siguiente tabla comparativa, llenando las columnas con información sobre mitosis y meiosis.

Característica	Mitosis	Meiosis
Tipo de células		
No. de divisiones		
No. de células hijas		
Variabilidad genética		
Función principal		
Número de cromosomas (n)		

ACTIVIDADES DE AUTOEVALUACIÓN

- 1. ¿Cuál es la fase de la mitosis en la que los cromosomas se alinean en el centro de la célula?**
 - A) Profase
 - B) Anafase
 - C) Metafase
 - D) Telofase

- 2. ¿En qué fase de la meiosis ocurre el entrecruzamiento de cromosomas homólogos?**
 - A) Profase I
 - B) Metafase I
 - C) Anafase I
 - D) Telofase I

- 3. ¿Qué término describe una célula con dos conjuntos completos de cromosomas?**
 - A) Haploide
 - B) Diploide
 - C) Poliploide
 - D) Ninguna de las anteriores

- 4. ¿Cuál es el resultado final de la meiosis?**
 - A) Dos células hijas diploides
 - B) Cuatro células hijas diploides
 - C) Dos células hijas haploides
 - D) Cuatro células hijas haploides

- 5. ¿Cuál es la importancia de la recombinación genética durante la meiosis?**
 - A) Determinar que las células hijas sean idénticas
 - B) Promover la variabilidad genética
 - C) Mantener el número de cromosomas constante
 - D) Dividir el citoplasma

Respuestas: 1C, 2A, 3B, 4D, 5B

TEMA: Procesos de continuidad biológica: **SUBTEMA:** Tipos de reproducción
Reproducción

APRENDIZAJE: Identifica los tipos de reproducción asexual y sexual en los sistemas vivos.

CONCEPTOS CLAVE: fisión binaria, conjugación, ADN, plásmido, asexual, sexual, gametos, embrión, haploide, diploide, ciclo de vida, esporas, cigoto, mitosis, meiosis, semilla, fecundación, gónadas

MARCO TEÓRICO

La reproducción en procariontes.

Dentro de los sistemas vivos más pequeños se encuentran las bacterias y las arqueas, pertenecen a los reinos Bacteria y Archaea, correspondientemente, y se consideran organismos constituidos por células procariontes. Todos los organismos procariontes se caracterizan por reproducirse de manera asexual, mediante un proceso llamado *fisión binaria*. Este proceso inicia con la replicación del DNA, posteriormente, la membrana y pared celular se elongan lo suficiente. Llegado a este punto, la gran célula se comienza a constreñir, es decir, a cerrarse en la parte central mientras cada copia del cromosoma (DNA) se dirigen a polos opuestos de la célula. Esta región donde la célula se constriñe termina por cerrarse, lo que permite la separación en dos células. Las dos células que se forman al final son idénticas genéticamente, dado que cada célula tiene una copia del DNA replicado al inicio del proceso. Las bacterias se pueden reproducir cada 20 minutos, por lo que se pueden producir millones de copias en un solo día.

Sin embargo, los procariontes también tienen una estrategia que les permite intercambiar material genético, este proceso se llama *conjugación*. La conjugación es el proceso por el cual una bacteria le transfiere DNA a otra mediante la fusión de las membranas de ambas bacterias, por lo que, de manera temporal, se forma un puente de citoplasma por el cual se transfiere un *plásmido*.

Un plásmido es una molécula pequeña de DNA que se encuentra separado del cromosoma bacteriano, por lo que se suele considerar como material genético extracromosómico. Estos plásmidos están conformados por genes que pueden aportar resistencia a antibióticos.

La reproducción en protozoas y cromistas.

Los sistemas vivos pertenecientes a los reinos Protozoa y Chromista son muy diversos en sus características metabólicas, morfológicas y de locomoción, sin embargo, en términos de reproducción son similares. La principal forma de reproducción para estos es la reproducción asexual. El nombre de este proceso es división celular mitótica, resultando dos células idénticas al final del proceso. Sin embargo, muchos protistas pueden reproducirse sexualmente, lo cual se considera una novedad evolutiva que comparten los reinos Chromista, Protozoa, Plantae, Fungi y Animalia, todos organismos eucariontes. La reproducción sexual suele ocurrir en condiciones ambientales específicas, sobre todo de estrés ambiental, como cuando existe sobrepoblación o escasez de alimento. A diferencia de otros reinos, en la reproducción sexual de los protistas y cromistas no se incluye la formación del embrión, ya que son organismos unicelulares o multicelulares.

La reproducción en hongos.

Las estructuras reproductoras principales de los hongos son las *esporas*, pueden ser formadas por vía sexual o vía asexual, y en función a este proceso reciben su nombre. Estas se producen en abundancia y pueden dispersarse por aire, viento e incluso otros organismos. Los hongos se caracterizan por tener ciclos de vida con *alternancia de generaciones*, es decir, existen etapas de reproducción sexual y asexual que se alternan en función de las condiciones ambientales. La duración de cada etapa varía en función de las condiciones ambientales. En la etapa asexual de los hongos, el micelio y las esporas son *haploides*, es decir sólo tienen un juego de cromosomas.

El micelio haploide puede formar esporas asexuales por *mitosis*, si esta espora encuentra un sitio favorable, puede dividirse y formar un nuevo micelio, el cual es genéticamente igual al micelio previo. En la etapa sexual de los hongos es más breve y ocurre cuando dos micelios de cepas diferentes compatibles se encuentran en condiciones adecuadas. Estas hifas se fusionan a nivel celular incluyendo los núcleos. Una vez unidos los núcleos, se forma un *cigoto diploide*, el cual inicia el proceso de *meiosis* donde se forman cuatro esporas haploides, genéticamente diferentes a las hifas que iniciaron el proceso. Estas esporas haploides se dispersan y forman nuevo micelio haploide. La etapa sexual es más corta que la etapa asexual en hongos.

La reproducción en plantas.

Las plantas se caracterizan por tener un ciclo de vida con alternancia de generaciones, es decir, se alterna entre individuos haploides y diploides. Cuando el individuo es diploide se denomina esporofito, y cuando es haploide se denomina gametofito. La duración de cada tipo de individuo en el ciclo de vida varía entre los *phyla* de plantas. En la generación del *esporofito* ($2n$), mediante la meiosis se producen esporas, las cuales son células reproductivas haploides. Estas esporas se dividen por mitosis y forman a un individuo multicelular conocido como *gametofito* (n). Posteriormente, los gametofitos producen mediante mitosis gametos haploides masculinos y femeninos. Estos gametos deben unirse y fusionar sus núcleos para formar una nueva célula diploide, este proceso se conoce como *fecundación*. La célula formada se conoce como *cigoto*, y esta se desarrolla en un *embrión* multicelular, el cual permanece dentro de la planta progenitora hasta que se desarrolle en un esporofito. El esporofito puede permanecer unido al gametofito en plantas como los musgos y los helechos, pero también puede ser encapsulado en una estructura de protección que es la semilla y ser liberado de la planta progenitora, como ocurre en las plantas que producen semillas o embriofitas. Las plantas, entonces, se caracterizan por una reproducción sexual, donde los gametos femenino y masculino deben unirse por fecundación interna para poder formar un nuevo organismo.

Sin embargo, las plantas también pueden reproducirse en menor medida de manera asexual, esta se denomina *multiplicación vegetativa*. Esto ocurre porque en las estructuras de las plantas existe tejido embrionario que puede desarrollarse en cualquier tipo de tejido. Entonces, si se separa un tallo o una raíz de una planta, esta puede formar una planta completa con los estímulos de luz y agua adecuados.

La reproducción en animales.

La reproducción en animales es principalmente sexual, aunque algunos animales presentan formas de reproducción asexual. La reproducción ocurre en organismos adultos, en específico dentro de las gónadas mediante meiosis se forman los gametos. Para que forme un nuevo organismo, un gameto masculino (espermatozoide) debe fusionarse con un gameto femenino (óvulo), lo cual se conoce como fecundación. Esta puede ocurrir de manera interna, cuando el espermatozoide debe ser introducido al aparato reproductor de la hembra, o externa, cuando los espermatozoides y óvulos se pueden encontrar fuera del organismo femenino. La fecundación externa suele ser común en organismos acuáticos. Cuando se fusionan el ovulo y el esperma se forma el cigoto, el cual se desarrolla en un embrión. Esta forma de reproducción favorece la recombinación genética y el mantenimiento de la variación genética de las especies.

Sin embargo, existen algunas estrategias de reproducción asexual, las cuales permiten una reproducción más rápida sobre todo en carencia de organismos de ambos sexos en un ambiente estresante. La *gemación* ocurre cuando en una región del organismo progenitor se duplica el material genético por mitosis y durante la citocinesis, la división es asimétrica. Esto produce que se emite una protuberancia del organismo progenitor, llamada yema, de la cual se desarrolla por mitosis hasta formar un organismo completo, genéticamente idéntico al progenitor. Algunos animales que se reproducen por este proceso son las medusas, corales, esponjas e hidras. Otra forma de reproducción asexual es la *fragmentación*. Esta ocurre cuando un organismo tiene alguna lesión que fragmenta una parte de su cuerpo, y se puede regenerar hasta completarlo de nuevo.

También el fragmento puede regenerarse y formar a un organismo completo. En ambos casos, los organismos formados son genéticamente idénticos. Algunos animales que se reproducen por fragmentación son los gusanos planos y las estrellas de mar, estas pueden regenerar el animal completo con un fragmento pequeño. Otros ejemplos son las salamandras, lagartijas y cangrejos, los cuales pueden crecerles una nueva cola o pata si pierden el original.

ACTIVIDADES DE APRENDIZAJE

Instrucción. Con base a lo revisado en la lectura anterior, contesta lo que se solicita en las siguientes actividades.

Actividad 1

1. Realiza un cuadro comparativo entre los tipos de reproducción, señalando las ventajas y desventajas

	Reproducción sexual	Reproducción asexual
Proceso general		
Ventajas		
Desventajas		

2. Relaciona las siguientes columnas uniendo los conceptos con sus definiciones.

- | | |
|---|-------------------|
| () Tipo de reproducción que se caracteriza por la recombinación y la fusión de núcleos entre dos organismos. | a) Gameto |
| () Proceso de reproducción asexual en el cual una célula se divide en dos células genéticamente idénticas. | b) Fisión binaria |
| () Proceso en el cual se fusionan los núcleos de dos gametos para formar un organismo genéticamente diferente al progenitor. | c) Fecundación |
| () Tipo de reproducción en la que se forman organismos genéticamente idénticos al progenitor. | d) Asexual |
| () Célula sexual formada por proceso de meiosis. | e) Sexual |
| () Nombre de la célula que se forma al unirse dos gametos. | f) Cigoto |

ACTIVIDADES DE AUTOEVALUACIÓN

1. Los gametos son células sexuales que por tener la mitad del número cromosómico se consideran:

- A) Diploide
- B) Haploide
- C) Poliploide
- D) Aploide

2. Tipo de reproducción que se caracteriza cuando ocurre la recombinación y la fusión de núcleos entre dos organismos.

- A) Sexual
- B) Asexual
- C) Pansexual
- D) Neosexual

3. Nombre de la célula sexual femenina y masculina en animales.

- | | |
|------------------------------|---------------------------|
| A) Femenina: espora. | Masculina: oosfera |
| B) Femenina: óvulo. | Masculina: espermatozoide |
| C) Femenina: espermatozoide. | Masculina: óvulo |
| D) Femenina: oosfera. | Masculina: espora |

4. Principal ventaja de la reproducción sexual.

- A) Acelera la reproducción en una especie
- B) Genera organismos idénticos entre sí
- C) Permiten la reproducción en ausencia de parejas sexuales
- D) Favorece la diversidad genética de la población

5. Reino taxonómico que se caracterizan por reproducirse exclusivamente de manera asexual

- A) Protista
- B) Monera
- C) Plantae
- D) Fungi

Respuestas: 1B, 2A, 3B, 4D, 5B

TEMA: Herencia, variación genética y desarrollo.

SUBTEMA: Bases de la herencia. Dominancia y recesividad.

APRENDIZAJE: Reconoce las aportaciones de G. Mendel como las bases de la herencia de los caracteres.

CONCEPTOS CLAVE: G. Mendel, herencia, dominancia, recesividad, fecundación cruzada, ley de la segregación, ley de la distribución independiente, rasgos.

MARCO TEÓRICO

La herencia genética es el proceso mediante el cual se transmiten los caracteres de una generación a otra. Este fenómeno es fundamental para entender la diversidad y continuidad de los sistemas vivos.

G. Mendel

Las bases de la herencia fueron sentadas por el monje y científico austriaco Gregor Johann Mendel (1822-1884), considerado el “padre de la genética”. Nació en un pequeño pueblo llamado Heinzendorf, en la región de Moravia, que pertenecía al imperio austrohúngaro, y hoy forma parte de la República Checa. Sus padres eran campesinos, y la situación económica familiar amenazaba con frustrar el sueño de realizar estudios universitarios. Sin embargo, pudo estudiar dos años en el Instituto Filosófico de la ciudad de Olmütz, pero la vida allí era cara por lo que decidió convertirse en sacerdote por consejo de un profesor de física del instituto. Tras cinco años de estudio en el monasterio, fue ordenado sacerdote; comenzó a dar clases de matemáticas y griego, también se consagró estudiar y enseñar ciencias naturales; le apasionaban la reproducción y la herencia.

Sus experimentos

A través de sus experimentos con plantas de chícharo (*Pisum sativum*), G. Mendel formuló principios que sentaron las bases para la genética moderna.

G. Mendel aplicó tres pasos clave en su experimento biológico:

- 1) escoger el sistema vivo correcto para trabajar
- 2) diseñar y ejecutar bien el experimento
- 3) analizar adecuadamente los datos.

En 1854, G. Mendel comenzó a cultivar sus plantas de chícharos en el huerto del monasterio; dicha planta es hermafrodita, lo que significa que cada flor contiene ambos aparatos reproductores, el masculino y el femenino. El estambre, produce polen que son partículas fecundantes masculinas, que tiene como objetivo fecundar los óvulos situados en la base del órgano reproductivo femenino llamado carpelo. En condiciones normales, la planta se autofecunda. (Ver figura 1).

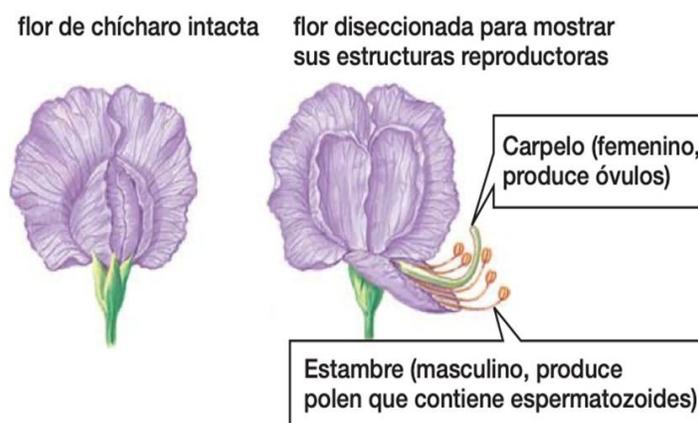


Figura 1. Flor de planta de arveja (Audesirk, Audesirk y Byers, 2017)

Mendel cultivó 34 tipos distintos de chícharos durante dos años entre 1854 y 1856, lo importante era que los ejemplares se reprodujeran con fidelidad: Los chícharos que producían semillas verdes siempre tenían que dar descendientes de semillas verdes y las amarillas, descendencia de semilla amarillas.

Una vez que estuvo seguro de que disponía de estirpes que se reproducían como era debido, pudo comenzar su verdadero trabajo: la fecundación cruzada de sus variedades y observó sus resultados.

Ley de la Segregación

En 1856 comenzó a cruzar dos variedades de chicharos, una planta de semillas lisas con otra planta de semillas rugosas. Ese cruzamiento, que efectuó mediante polinización artificial, era una tarea minuciosa. Primero con unas pinzas, extraía el estambre de la flor lo que impedía su autofecundación. Luego, recolectaba con un pincel el polen de otras plantas no castradas para fecundar las primeras.

El diseño experimental de G. Mendel era sencillo, pero brillante. Sus antecesores habían tratado de estudiar la herencia considerando simultáneamente todos los elementos de los organismos. Sin embargo, Mendel decidió estudiar características individuales (llamadas rasgos) como flores blancas o moradas. Se concentró en el estudio de un rasgo único a la vez.

En uno de sus experimentos, Mendel realizó fecundación cruzada entre plantas de flores blancas con plantas de flores moradas, ambas de raza pura. Esta fue la generación parental, denotada con la letra P. Cuando cultivó las semillas producidas, encontró que todos los descendientes de la primera generación (la primera generación filial, F₁) producían flores moradas; el color blanco había desaparecido de la F₁. (Ver Figura 2)

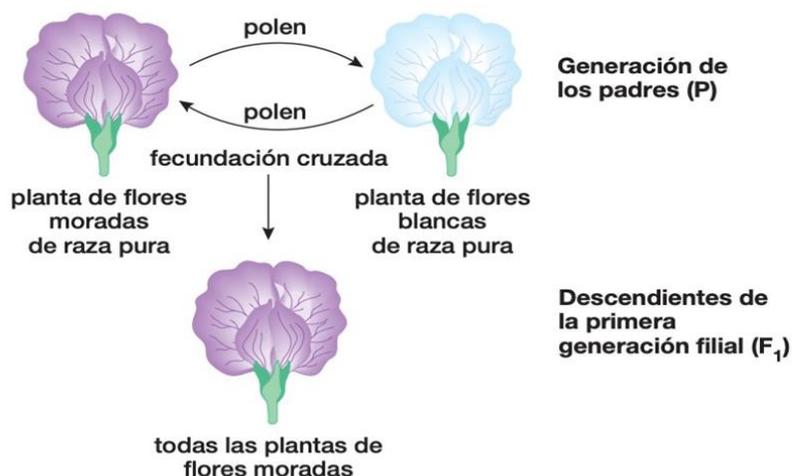


Figura 2. Fecundación cruzada plantas razas puras (Audesirk, Audesirk y Byers, 2017)

Entonces Mendel dejó que las flores de la F_1 se autopolinizaran. Recogió las semillas y las plantó la siguiente primavera. En la segunda generación filial, F_2 , Mendel contó 705 plantas con flores moradas y 224 con flores blancas. Estas cifras son aproximadamente, tres cuartas partes de flores moradas y una cuarta parte de flores blancas, es decir, una proporción de tres moradas por una blanca (3:1). Este resultado demostró que la capacidad de producir flores blancas no desapareció de las plantas F_1 , sino que simplemente se ocultó. (Ver figura 3). Esta conclusión se conoce como la **Ley de la segregación**.

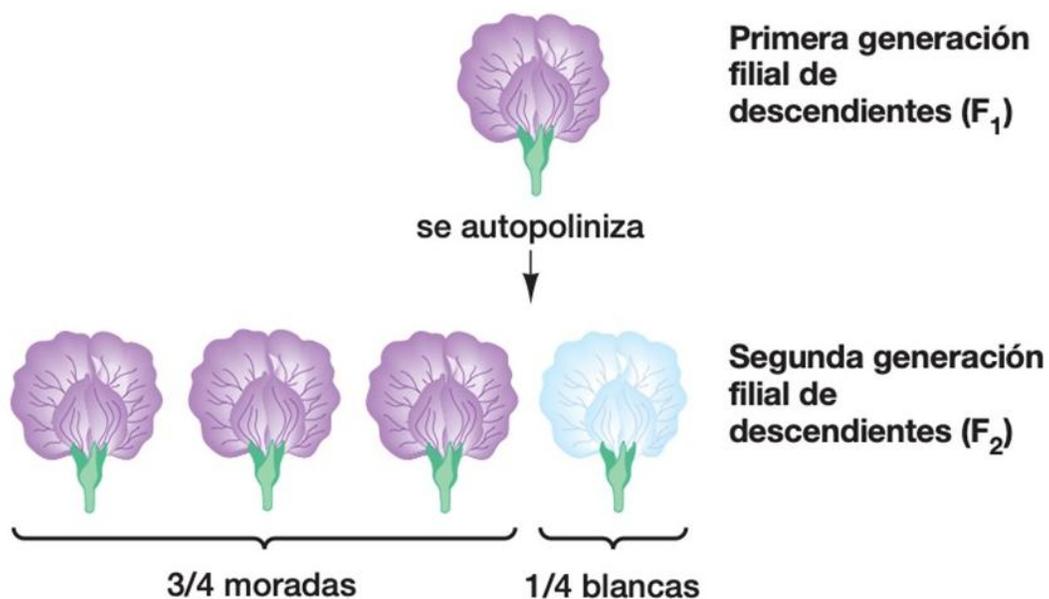


Figura 3. Autopolinización plantas de la F_1 (Audesirk, Audesirk y Byers, 2017)

Los resultados de G. Mendel, complementados por los conocimientos posteriores sobre los genes y los cromosomas homólogos, permiten explicar la herencia de rasgos únicos:

- Cada rasgo está determinado por pares de unidades físicas individuales denominados genes y cada sistema vivo tiene dos alelos por cada gen, uno en cada cromosoma homólogo.
- Cuando hay dos alelos diferentes en un sistema vivos uno (el alelo dominante) puede enmascarar la expresión del otro (alelo recesivo).

- Los pares de alelos de los cromosomas homólogos se separan o se segregan uno de otros en la meiosis.
- Los sistemas vivos de raza pura tienen dos copias del mismo alelo par un gen determinado, por lo tanto, son homocigotos para ese gen. Los sistemas vivos híbridos tienen dos alelos para un gen, por consiguiente, son heterocigotos para ese gen.

- Ley de la distribución independiente

Después de haber determinado las modalidades de la herencia de rasgos únicos, G. Mendel comenzó a cuestionarse sobre los rasgos múltiples en las plantas de chicharos. Cruzó plantas que variaban en dos rasgos: el color de la semilla (amarillo o verde) y la forma (lisa o rugosa).

Ya sabía que el alelo liso del gen de la forma de la semilla (S) es dominante sobre el alelo rugoso (s) y que el alelo amarillo del gen del color de la semilla (Y) es dominante sobre el alelo verde (y). Cruzó una planta de raza pura con semillas lisas amarillas (SSYY) con una planta de raza pura de semillas rugosas verdes (ssyy). Todos los descendientes de la F₁ fueron heterocigotos: genotípicamente SsYy, con el fenotipo de semillas lisas amarillas.

Al hacer que estas plantas heterocigotas de la F₁ se autofecundaran, Mendel vio que la F₂ constó de 315 plantas con semillas lisas amarillas, 101 con semillas rugosas amarillas, 108 con semillas lisas verdes y 32 con semillas rugosas verdes: una proporción de aproximadamente 9:3:3:1. (Ver figura 4).

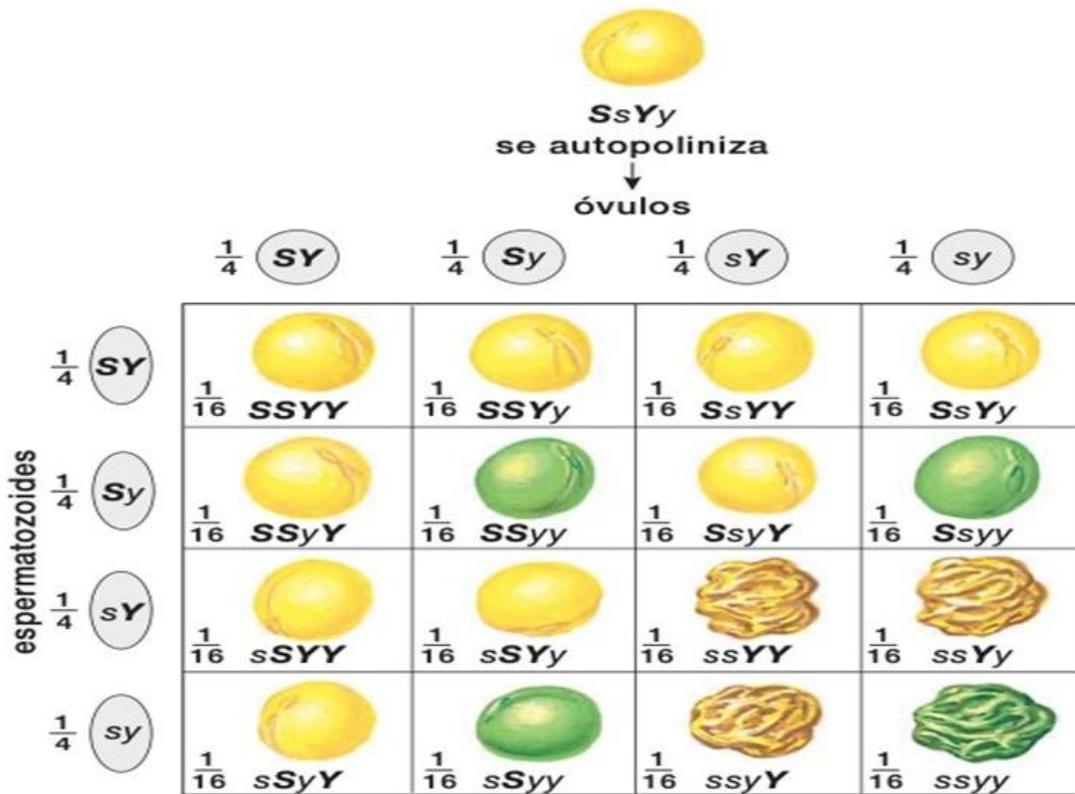


Figura 4. Cuadro de Punnett de F₂ de dos rasgos (Audesirk, Audesirk y Byers, 2017)

Con estos resultados, G. Mendel se dio cuenta de que los rasgos de color y forma de las semillas se heredaban de forma independiente y no influían entre sí durante la formación de gametos. Concluyó que los rasgos múltiples se heredaban de forma independiente y que esta distribución ocurre cuando los rasgos estudiados están controlados por genes situados en diferentes pares de cromosomas homólogos. Esta observación fue formulada como la **Ley de la distribución independiente**.

ACTIVIDADES DE APRENDIZAJE

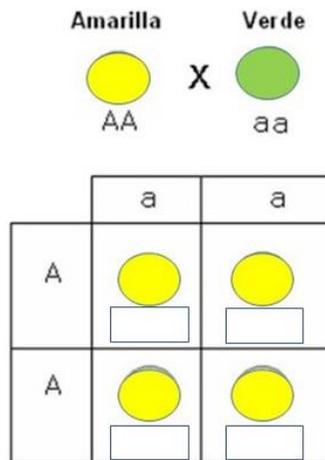
Actividad 1

Instrucción. Con ayuda de libros de texto e internet, debes investigar algunos conceptos fundamentales para comprender el proceso de herencia. Recuerda validar tus fuentes.

Concepto	Significado
Gen	
Alelo dominante	
Alelo recesivo	
Homocigoto	
Heterocigoto	
Genotipo	
Fenotipo	

Actividad 2

A) En sus experimentos G. Mendel eligió cruzar dos plantas de arvejas que diferían en un solo carácter, entrecruzo dos líneas puras de plantas una con color de semilla amarilla (A) y la otra de semilla verde (a). Analiza y contesta lo siguiente.



Fenotipo:

Genotipo:

Fenotipo de los progenitores	
Genotipo de los progenitores	
Gametos	

B) Del cruce anterior elige dos plantas con semillas amarillas heterocigotas y realiza el cruce para obtener la F₂ y contesta lo que se te pide a continuación.

Realiza un esquema con el ejercicio anterior y el cuadro de Punnett

Fenotipo de los progenitores	
Genotipo de los progenitores	
Gametos	
Fenotipos de los descendientes	
Genotipos de los descendientes	

ACTIVIDADES DE AUTOEVALUACIÓN

1. ¿Quién es considerado el “padre de la genética”?

- A) Charles Darwin
- B) Gregor Johann Mendel
- C) Jean-Baptiste Lamarck
- D) Alfred Russel Wallace

2. ¿Qué método utilizó Mendel para evitar que las plantas se autofecundaran y crear híbridos?

- A) Fecundación espontánea
- B) Polinización artificial
- C) Cultivo de plantas en invernadero
- D) Transgénesis

3. ¿Qué establece la ley de la segregación de Mendel?

- A) Los rasgos de un organismo se heredan de forma independiente
- B) Los alelos de un par de genes se separan durante la formación de gametos
- C) Los rasgos dominantes enmascaran a los recesivos
- D) Los alelos de un par de genes se combinan aleatoriamente

4. Según la ley de la distribución independiente de Mendel, ¿Cómo se heredan los rasgos múltiples?

- A) Los rasgos que se encuentran en el mismo cromosoma se heredan juntos
- B) Los rasgos se heredan de manera independiente, influyendo entre sí
- C) Los rasgos se heredan independientemente unos de otros
- D) los rasgos más fuertes dominan a los más débiles en la herencia

5. En el experimento de Mendel con dos rasgos (color y forma de semilla), ¿Qué proporción se observó en la segunda generación filial (F₂)?

- A) 3:1
- B) 9:3:3:1
- C) 1:1:1:1
- D) 9:2:2:1

Respuestas: 1B, 2B, 3B, 4C, 5B

TEMA: Herencia, variación genética y desarrollo.

SUBTEMA: Teoría cromosómica de la herencia.

APRENDIZAJE: Identifica la teoría cromosómica de la herencia como la explicación que ubica a los caracteres hereditarios en los cromosomas.

CONCEPTOS CLAVE: histonas, cromosomas, genes, alelos.

MARCO TEÓRICO

Para entender este tema, debemos recordar qué son y cómo están configurados los cromosomas. El gen es un fragmento de ácido nucleico que contiene información para un carácter. Un carácter es cada uno de los elementos morfológicas, fisiológicas o de comportamiento. Lo que da como resultado especies haploides, que sólo poseen un gen, y especies diploides, que poseen dos genes. El lugar que ocupa un gen en el cromosoma se denomina locus, y el plural de locus es loci. Cuando los cromosomas tienen los mismos loci, se llaman cromosomas homólogos. Por otro lado, un alelo es cada una de las diferentes formas alternativas que puede presentar un gen. Los individuos homocigóticos poseen los alelos iguales, y los heterocigóticos tienen los alelos diferentes.

Éstos son la forma condensada en que el material genético (ADN) de las células se encuentra antes de la división celular. En las células eucariotas, por ejemplo, en los humanos, cada cromosoma contiene de 50 a 250 millones de nucleótidos. Para empaquetar esa cantidad de ADN, los cromosomas se enrollan en proteínas conocidas como histonas; esto reduce el tamaño del ADN unas mil veces. Al conjunto de estas histonas se le llama nucleosomas, que suele parecerse a un collar de perlas. Los nucleosomas conforman la cromatina que se condensa para formar finalmente los cromosomas (Fig. 1).

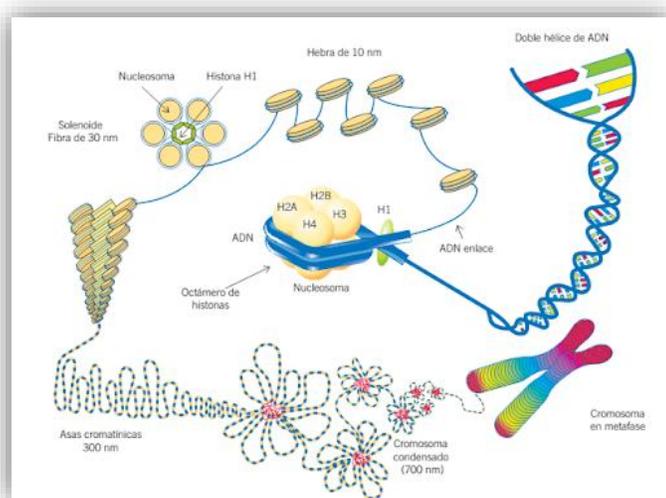


Fig. 1. Se muestra la manera en que el ADN se compacta, con ayuda de las histonas, para poder formar los cromosomas. Tomado de: <https://blogs.ugto.mx/rea/clase-digital-3-replicacion-del-adn-ii/>

Cada cromosoma contiene dos cromátidas hermanas unidas por el centrómero, lo que genera su típica forma de X (Fig. 2a). Las células eucariotas poseen dos conjuntos de cromosomas, uno proveniente del padre y otro de la madre, lo que constituye a los cromosomas homólogos. En la parte superior de estos se encuentran los telómeros, que se encargan de estabilizar los cromosomas para que no se desenreden. Las cromátidas están unidas por el centrómero, lo que genera diferentes tipos de cromosomas; dependiendo de la posición del centrómero, están los metacéntricos, submetacéntricos, acrocéntricos y telocéntricos (Fig. 2b).

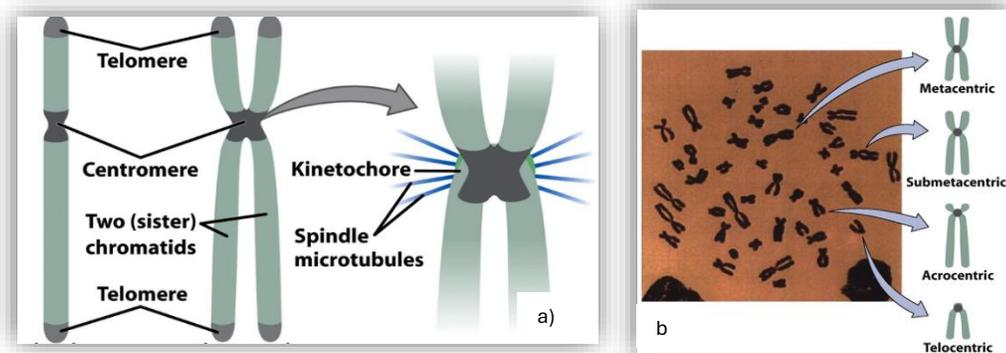


Fig. 2. Estructura de los cromosomas, a) se observan los componentes principales de los cromosomas como el centrómero y las cromátidas hermanas y en la b) se muestran los diferentes tipos configuración de los cromosomas. Tomado de: https://luis-vives.es/docs/aula-virtual/biologia/presentaciones/teoria_cromosomica_de_la_herencia.pdf

Bajo esta concepción de los cromosomas, en 1902 Walter Sutton y Theodor Boveri propusieron la teoría cromosómica de la herencia, que se resume en tres afirmaciones: los genes están situados en los cromosomas, el orden de estos es lineal, y se da intercambio de segmentos entre cromosomas a través de las generaciones. Respecto a la primera afirmación, se propuso que, en los organismos diploides, cada cromátida de un cromosoma posee un gen o alelo para cada carácter determinado. Éste será el mismo para las dos cromátidas del mismo cromosoma, puesto que proceden de mitosis, pero en el otro cromosoma homólogo puede ser un alelo distinto, debido a que los progenitores pueden poseer diferentes alelos. La segunda afirmación menciona que la disposición lineal de los genes tiene como base la estructura molecular del ADN; y la última afirmación explica la existencia de genes ligados, cuyos loci están en el mismo cromosoma, la recombinación genética. Además, cada gen ocupaba un lugar específico dentro de los cromosomas, lo que se denomina locus (loci como plural). Los locus se encuentran a lo largo de todo el cromosoma y estos están presentes en cada cromátida (Fig. 3).

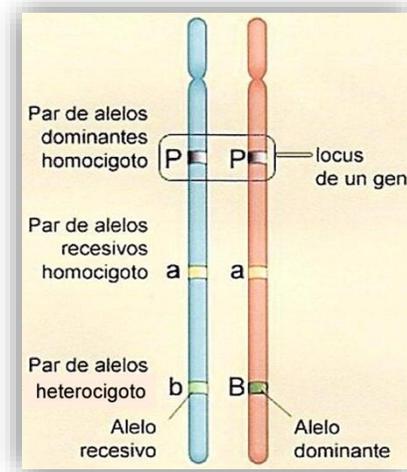


Fig. 3. Cromátidas hermanas, la de color azul proviene del padre y la rosa de la madre. Se observa el sitio de los locus y los alelos dominantes, recesivos y heterocigotos. Tomado de: <http://biologia-test.blogspot.com/2014/06/p-67-en-un-cromosoma-la-region.html>

Los genes, dentro de un mismo cromosoma, al heredarse juntos generan una desviación en las proporciones y cuando se heredan por separado, es porque se produjo un sobrecruzamiento en el segmento que los separaba. La frecuencia de recombinación será mayor a mayor distancia entre los genes. Esto ha permitido deducir, que el orden de los genes en los cromosomas. Además, cuando se produce un intercambio entre dos cromosomas no homólogos, se denomina translocación recíproca, y cuando sólo hay traslación de un segmento a otro cromosoma sin reciprocidad o en el mismo cromosoma, se denomina transposición. Las translocaciones no suelen perjudicar al individuo que las ha sufrido, pero sí a su descendencia, ya que puede heredar un cromosoma incompleto o duplicado.

Thomas Hunt Morgan al estudiar los mecanismos de la herencia, en *Drosophila melanogaster*, observó la existencia de una mosca de ojos blancos y al reproducirla, suponiendo que encontraría moscas con ese color de ojos, se dio cuenta que todas las moscas tenían ojos rojos. Al cruzar moscas hijas de esa descendencia, observó que, en las nietas, había machos con ojos color rojo. Lo que supuso la existencia de mecanismos de herencia en otros cromosomas sexuales X. Así se asoció a los cromosomas con los genes, lo que llevó a pensar en la relación entre cromosomas y la herencia de caracteres.

ACTIVIDADES DE APRENDIZAJE

Instrucción. Pon a prueba tus conocimientos, completando correctamente cada una de las siguientes actividades.

Actividad 1

1. ¿Cuáles son los tres postulados de la teoría cromosómica de la herencia?:

1. _____

_____.

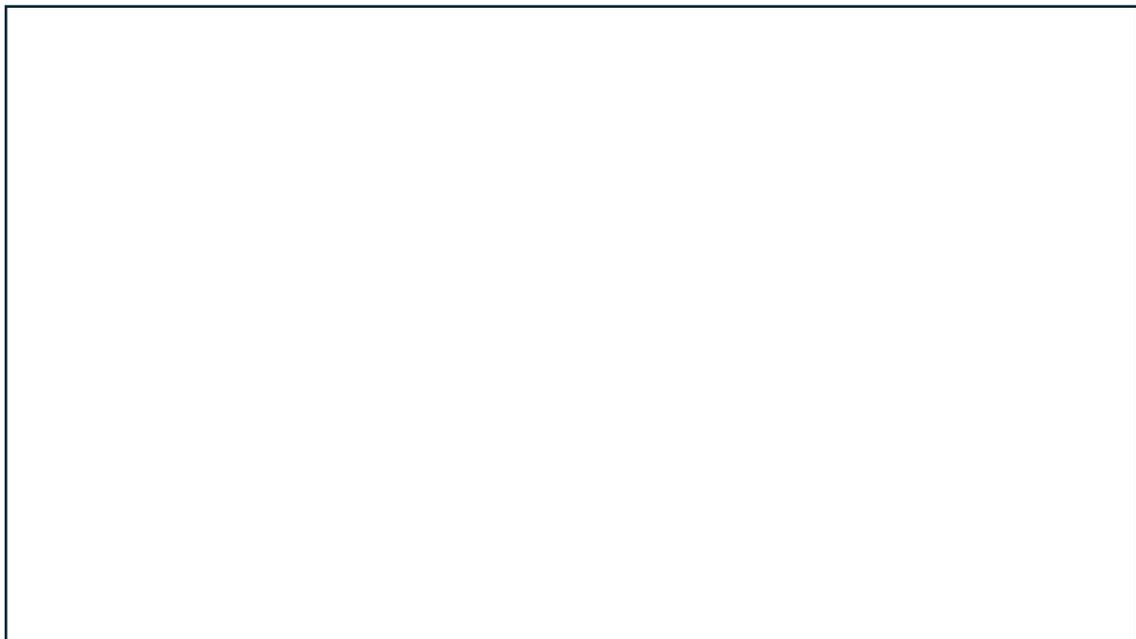
2. _____

_____.

3. _____

_____.

2. En el siguiente cuadro, dibuja un cromosoma y coloca las partes de cada uno, señalando los locus, el gen, los telómeros y el centrómero.



Actividad 2

ACTIVIDADES DE AUTOEVALUACIÓN

1. Demostró que la herencia se encontraba en los genes, gracias a sus trabajos con las moscas.
 - a) Thomas Hunt Morgan
 - b) Gregor Mendel
 - c) Charles Darwin
 - d) Walter Sutton

2. Proteína responsable del empaquetamiento del ADN
 - a) nucleosomas
 - b) histonas
 - c) telómeros
 - d) proteína R44

3. Es el lugar específico de un gen en el cromosoma.
 - a) loci
 - b) cromosoma
 - c) alelo
 - d) locus

4. Quienes propusieron la teoría cromosómica de la herencia.
 - a) Thomas Hunt Morgan
 - b) Gregor Mendel
 - c) Charles Darwin
 - d) Walter Sutton y Theodor Boveri

5. Tipo de cromosoma que se caracteriza por tener el centrómero en la parte media de las cromátidas.
 - a) acrocéntrico
 - b) telocéntrico
 - c) metacéntrico
 - d) submetacéntrico

Respuestas: 1A, 2B, 3D, 4D, 5C

TEMA: Herencia, variación genética y desarrollo.

SUBTEMA: Patrones de la herencia

APRENDIZAJE: Identifica los patrones de herencia incompleta, ligada al sexo, poligénica y alelos múltiples

CONCEPTOS CLAVE: herencia, genética, alelos, ligada al sexo, poligénica, alelos múltiples

MARCO TEÓRICO

La genética es el estudio de cómo se transmiten las características de una generación a otra. Los patrones de herencia describen cómo se heredan los genes y cómo estos influyen en las características de los organismos. Existen diferentes tipos de patrones de herencia, incluyendo la herencia mendeliana y la no mendeliana, de esta última a continuación se desarrollarán algunos patrones.

Herencia Incompleta

La **herencia incompleta**, o también llamada herencia intermedia, en este patrón de herencia se da cuando el fenotipo del heterocigoto es una mezcla de los fenotipos de ambos alelos. Un ejemplo clásico es el color de las flores en las plantas de boca de dragón, donde el cruce de una planta roja (RR) y una blanca (RR') produce una primera generación de plantas rosadas ($R'R$) (Figura 1)

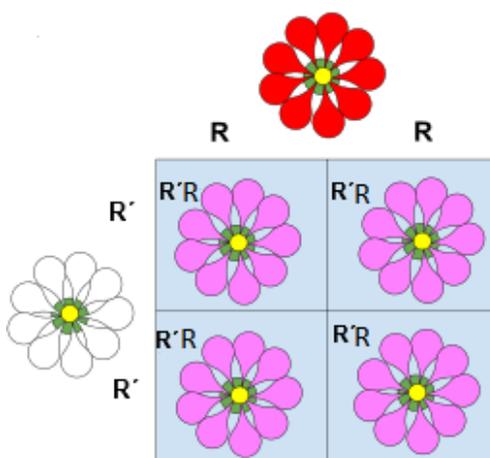


Figura 1. Ejemplo de herencia incompleta (Imagen tomada y editada de Wikimedia Commons)

Al cruzar un par de progenitores heterocigotos R'R de flores rosas con dominancia incompleta obtenidas en la primera generación, se encuentra que en la segunda generación se manifiestan los tres fenotipos: rojos, rosas y blancos.

Herencia Ligada al Sexo

La **herencia ligada al sexo** se refiere a los genes que se encuentran en los cromosomas sexuales (X e Y). Es importante recordar que estos cromosomas son los que determinan el sexo en los humanos, en donde XX corresponde a la mujer y el XY para hombres, figura 2.

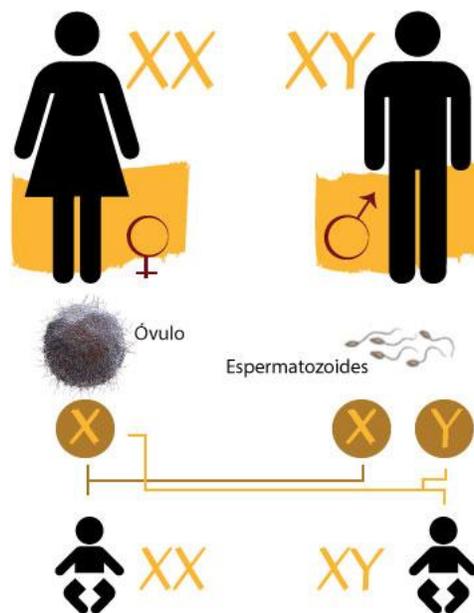


Figura 2. Ejemplificación de la determinación de Sexo por los cromosomas X e Y
(Imagen tomada de: *Herencia ligada al sexo*, 2014, Portal Académico Del CCH.

<https://e1.portalacademico.cch.unam.mx/alumno/biologia1/unidad3/ingenieriagenetica/herenciaNoMendeliana/herenciaLigadaSexo>)

Los genes ligados al cromosoma X tienden a expresarse en ambos sexos, pero de manera diferente debido a la presencia de un solo cromosoma X en los hombres (XY) y dos en las mujeres (XX), por lo que en el caso de las mujeres se tendrán tres opciones de fenotipo, mujer sana (ambos cromosomas X sin , mujer portadora y mujer que exprese la enfermedad, mientras que en el hombre solo son dos fenotipos hombre que expresa la enfermedad y varón sano, par entender mejor esto observa la tabla 1, en la cual se hace uso del ejemplo de la hemofilia, enfermedad que está determinada por un alelo recesivo h frente al h + normal.0.

Los hombres pueden ser	$Xh^+ Y \rightarrow$ normales	$Xh Y \rightarrow$ hemofílicos	
Las mujeres pueden ser	$Xh^+Xh^+ \rightarrow$ normales	$Xh^+Xh \rightarrow$ portadora	$XhXh \rightarrow$ hemofílicas

Ahora veamos un ejemplo de cómo sería las posibles descendencias a partir de diferentes parejas, Figura 3.

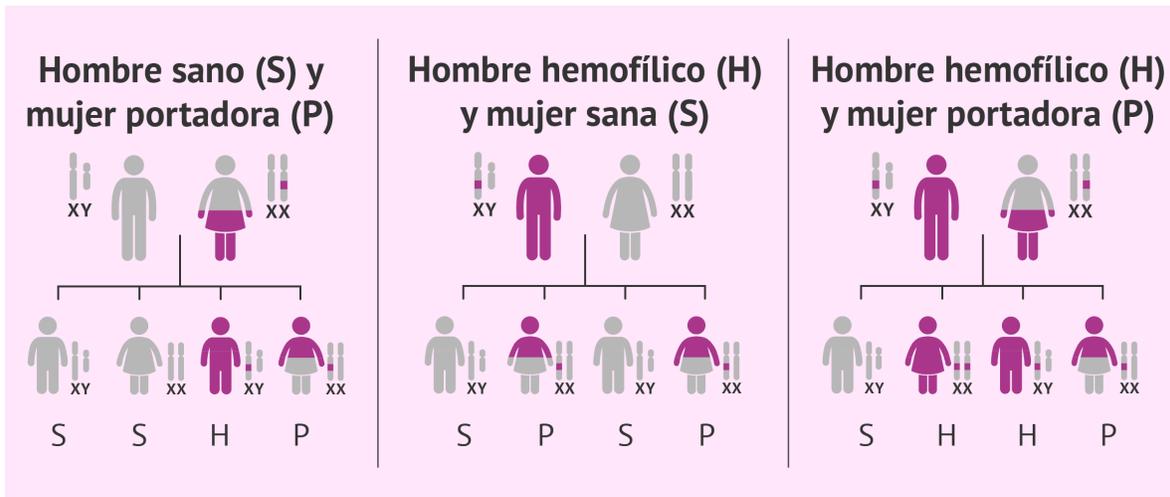


Figura 3. Diferentes ejemplos de descendencia con y sin hemofilia (Imagen tomada de Gómez, et al., 2018. Reproducción Asistida ORG.

<https://www.reproduccionasistida.org/hemofilia-y-embarazo/herencia-hemofilia/>)

Herencia Poligénica

Este patrón de herencia se da cuando más de un gen es responsable de un fenotipo dado, el rasgo se considera poligénico; por lo que la **herencia poligénica** implica la influencia de múltiples genes en un solo rasgo, de tal manera que estos genes pueden interactuar de manera compleja para producir una amplia gama de fenotipos.

Un ejemplo de esto es la altura, en cuanto a estas características, estudios han descubierto cientos de loci que influyen en la altura, y se cree que hay muchos más. Debido al alto número de genes implicados, así como a factores ambientales y nutricionales, la altura varía significativamente dentro de una población determinada. La distribución de la altura forma una curva en forma de campana, con relativamente pocos individuos en la población en las alturas mínimas o máximas y la mayoría de la población en el rango de altura media. La mayoría de los rasgos poligénicos, como el peso, la presión arterial y los aspectos de los patrones de huellas dactilares, también se trazan como curvas en forma de campana (Figura 4).

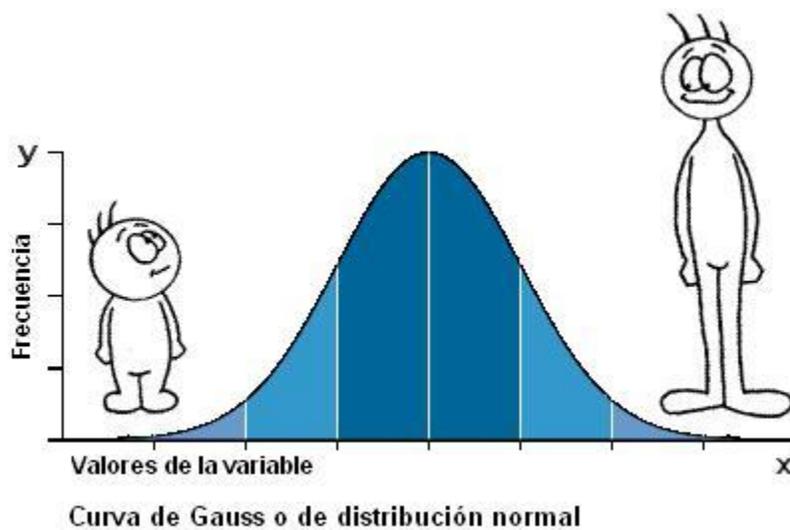


Figura 4. Ejemplo de la curva de Gauss de la estatura. (Imagen tomada de: *Genomasur*, 2025)

Alelos Múltiples

La **herencia con alelos múltiples** se refiere a la existencia de más de dos alelos para un gen en una población. Esto puede resultar en una variedad de fenotipos debido a las diferentes combinaciones de alelos. Aunque los organismos diploides, como los humanos, normalmente poseen sólo dos alelos de cada gen, hay múltiples alelos de muchos (si no la mayoría) genes humanos presentes en una población

Un ejemplo es el sistema de grupos sanguíneos ABO en los humanos, donde los alelos A, B y O determinan el tipo de sangre (Figura 5).

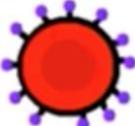
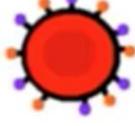
FENOTIPO	GENOTIPO	ERITROCITO	ANTICUERPOS	OBSERVACIÓN
A	$I^A I^A - I^A i$		 Anti - B	Solo acepta eritrocitos A y O
B	$I^B I^B - I^B i$		 Anti - A	Solo acepta eritrocitos B y O
AB	$I^A I^B$		no tiene Anticuerpos	Receptor Universal
O	ii		 Anti - A y Anti - B	Donador universal

Figura 5. Ejemplificación de los tipos sanguíneos en los humanos (Imagen tomada de: Universidad de Guanajuato, 2023).

Otro ejemplo de alelos múltiples es en el pelaje de los conejos, en estos hay 4 alelos de un gen determinando el color, aunque cada conejo tiene solamente dos de los cuatro alelos para determinada característica no está limitada a cuatro, y existen casos en los que se conocen más de 100 alelos para una característica.

El gen que controla el color del pelaje tiene alelos múltiples. El alelo C controla la producción de una enzima que activa la producción de pigmento. Esta enzima no está presente en los conejos cc (Figura 6).

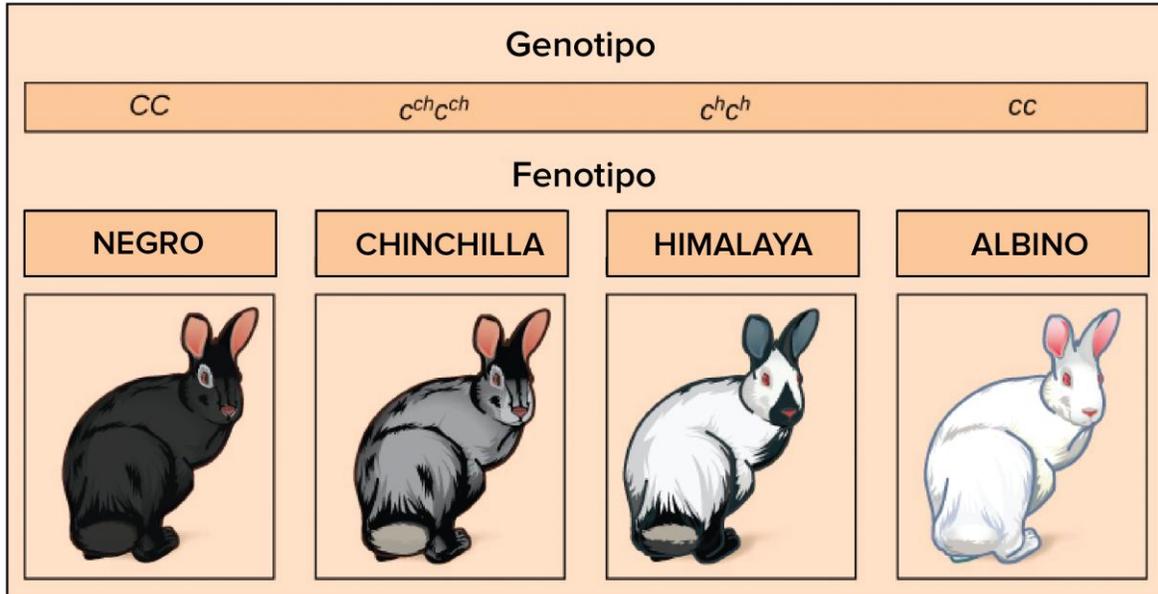


Figura 6. Ejemplo del pelaje de los conejos determinado por alelos múltiples.
(Imagen tomada de *OpenStax College, Biología*)

ACTIVIDADES DE APRENDIZAJES

Actividad 1.

Completa la siguiente tabla a partir de la lectura que revisaste y de ser necesario investiga.

Patrón de herencia	En que consiste	Ejemplo
Herencia intermedia		
Herencia ligada al sexo		
Herencia poligénica		
Alelos múltiples		

Actividad 2.

Resuelve los siguientes ejercicios, NO OLVIDES COLOCAR LOS CUADROS DE PUNNET.

1. En una especie de plantas, el color de las flores se rige por herencia incompleta. Las plantas con flores rojas tienen el genotipo RR, las plantas con flores blancas tienen el genotipo R'R', y las plantas con flores rosadas tienen el genotipo R'R. Cruza una planta con flores rosadas (R'R) con una planta con flores blancas (R'R'). ¿Cuáles son los posibles genotipos y fenotipos de la descendencia?

2. La hemofilia es una enfermedad recesiva ligada al cromosoma X. Una mujer portadora ($X^{Hx}h$) se casa con un hombre sano ($X^{H}HY$). ¿Cuál es la probabilidad de que tengan un hijo varón hemofílico y una hija portadora?

3. En humanos, el grupo sanguíneo se determina por alelos múltiples: I^A , I^B y i . Los alelos I^A e I^B son codominantes, y el alelo i es recesivo. Una persona con el genotipo $I^A i$ se casa con una persona con el genotipo $I^B i$. ¿Cuáles son los posibles grupos sanguíneos de su descendencia y sus respectivas probabilidades?

ACTIVIDADES DE AUTOEVALUACIÓN

- 1. ¿Cuál es un ejemplo clásico de herencia incompleta?**
 - A) Color de ojos en humanos
 - B) Sistema de grupos sanguíneos ABO
 - C) Color de las flores en las plantas de boca de dragón
 - D) Daltonismo

- 2. La herencia ligada al sexo generalmente se asocia con genes localizados en:**
 - A) Cromosomas autosómicos
 - B) Cromosoma X
 - C) Cromosoma Y
 - D) Ambos cromosomas sexuales

- 3. ¿Cuál de los siguientes rasgos es un ejemplo de herencia poligénica?**
 - A) Hemofilia
 - B) Tipo de sangre
 - C) Daltonismo
 - D) Altura

- 4. La hemofilia es un ejemplo de:**
 - A) Herencia ligada al sexo
 - B) Herencia autosómica recesiva
 - C) Herencia poligénica
 - D) Herencia con alelos múltiples

- 5. ¿Cuál es la probabilidad de que una mujer portadora de hemofilia y un hombre sano tengan un hijo varón hemofílico?**
 - A) 0%
 - B) 25%
 - C) 50%
 - D) 100%

Respuestas: 1C, 2B, 3D, 4D, 5C

TEMA: Herencia, variación genética y desarrollo.

SUBTEMA: Mutación y la relación genes-ambiente.

APRENDIZAJE: Reconoce que las mutaciones son una fuente de variación y que la relación genes-ambiente puede modificar el fenotipo.

CONCEPTOS CLAVE: herencia, variación, genética, mutación, genes, ambiente.

MARCO TEÓRICO

Mutación

Una mutación es cualquier cambio en la secuencia de ADN. La mayoría de las mutaciones ocurren en la división celular, cuando se elaboran las copias de ADN. Existen sistemas celulares de reparación que identifican y corrigen los errores en el copiado de ADN. Sin embargo, algunos cambios en la secuencia de nucleótidos no llegan a ser identificados por estos sistemas de reparación.

Es importante destacar que una mutación no surge como resultado, o en anticipación de las necesidades de un organismo, las mutaciones ocurren al azar y pueden producir cambios en una estructura o en la función de un sistema vivo. Si el cambio es útil, dañino o neutro, será determinado por las condiciones ambientales, sobre las cuales el organismo tiene poco o ningún control. De esta manera la selección natural actúa para propagar la mutación a través de la población o para eliminarla.

Las mutaciones son la materia prima de los cambios que tienen los sistemas vivos; son la fuente primaria de la variabilidad genética en las poblaciones. Si no hubiera mutaciones no habría adaptación de las especies ni variabilidad entre los individuos.

Relación genes-ambiente

La interacción entre genes y ambiente es fundamental para el desarrollo del fenotipo. El ambiente puede influir en la expresión y perpetuidad de genes y, por tanto, en las características físicas y de comportamiento en los organismos. Un ejemplo se observa en el color del pelaje del hámster. Un hámster con el alelo que codifica para color de pelo negro puede presentar esta característica debido a la reacción química en sus folículos capilares. Sin embargo, si el ambiente en el que se desarrolla el hámster cambia y afecta la expresión de los genes responsables de esa reacción química, podría presentar una variación en la intensidad o distribución del color negro en su pelaje.

Cuando se dice que un hámster tiene el alelo para un pelaje negro, se indica que un segmento específico del ADN en uno de sus cromosomas contiene una secuencia de nucleótidos que codifica la enzima que cataliza la reacción que produce el pigmento. Un hámster con el alelo para un pelaje pardo tiene una secuencia diferente de nucleótidos en la correspondiente posición cromosómica. Si un hámster es homocigoto para el alelo negro o es heterocigoto (un alelo negro y un alelo pardo), su pelaje contendrá el pigmento y será negro. Pero si el hámster es homocigoto para el alelo pardo, sus folículos capilares no producirán pigmento negro y su pelaje será pardo. Como el pelaje del hámster es negro aun cuando está presente sólo una copia del alelo negro, el alelo negro se considera dominante y el alelo pardo recesivo.

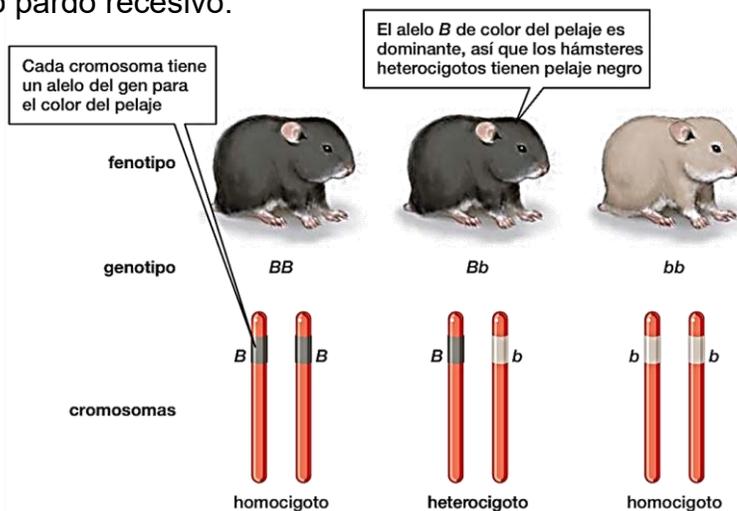
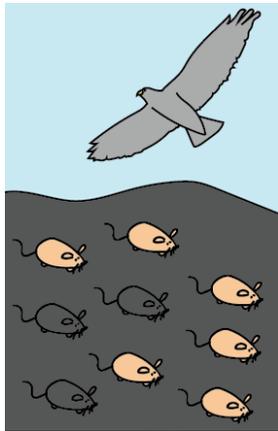


Imagen modificada de Audesirk *et al*, 2018. Muestra genotipo y fenotipo del hámster para color de pelo.

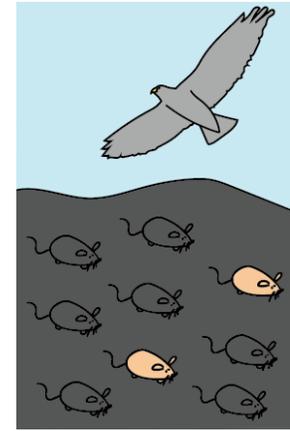
El caso del color del hámster puede asemejarse con el color de los ratones y su relación con los depredadores, en la siguiente imagen se muestra el efecto de la selección natural.



Los ratones más visibles son depredados.



Los ratones oscuros aumentan su población.



Una población de ratones en un área con arena y rocas oscuras. Debido a la variación genética, algunos ratones son negros y otros pardos.

Los ratones pardos son más visibles para los depredadores, por lo que son devorados con mayor frecuencia. De esta manera, una mayor cantidad de ratones oscuros pueden alcanzar la edad reproductiva y así dejar descendencia con sus características fenotípicas.

Debido a que los ratones negros tienen más probabilidades de dejar descendencia que los pardos, la siguiente generación tiene una mayor proporción de ratones negros.

Ilustración modificada de Khan Academy, 2025.

Otro ejemplo de la interacción entre genes y ambiente se encuentra en los gatos siameses. Estos gatos tienen un alelo que produce un pelaje de color claro y una mutación enzimática que favorece la producción de pigmento a temperaturas bajas.

En sus patas, orejas, cola y cara que son sus partes más frías del cuerpo, la mutación permite la producción del pigmento, resultando en un color más oscuro. Este fenómeno muestra cómo el ambiente, en este caso la temperatura, influye directamente en la expresión génica y, por tanto, en el fenotipo del organismo.



Tipos de mutaciones

1. POR TIPO DE CÉLULA

a. En células somáticas. El cambio se presenta en cualquier tipo de célula y tejido del cuerpo, como hígado, estómago, páncreas, bazo. Estas mutaciones no se heredan.

b. En células de la línea germinal. Ocurre cuando los gametos sufren la mutación, es decir, los óvulos y espermatozoides. Estas mutaciones sí pueden pasar a la descendencia. El nuevo organismo portará mutaciones en todas sus células somáticas y en las de la línea germinal.

2. POR NIVEL EN EL QUE SE REALIZA EL CAMBIO

El cambio ocurre en el nivel de bases nitrogenadas (A, C, T, G), de genes o de cromosomas.

a. Puntuales. Cuando el cambio se presenta en un solo par de bases en un gen, el resultado podría ser simplemente el cambio de un aminoácido de una proteína o la muerte prematura del individuo. Sin embargo, en la gran mayoría de los casos, las mutaciones puntuales no ocasionan ningún cambio significativo en el organismo, pues más de 60 % de la información no codifica ningún rasgo.

Las mutaciones puntuales, según cambien las bases de posición, se añaden, se pierden o se duplican y reciben distintos nombres:

Sustitución de bases. Si el reemplazo ocurre entre bases del mismo tipo, es decir, si se intercambia, por ejemplo, una purina por otra (A - G) o una pirimidina por otra (T - C), se denomina mutación de transición, pero si el intercambio se presenta de una purina a una pirimidina o viceversa, la mutación recibe el nombre de transversión.

Inserción. Se presenta cuando se añade una base, cualquiera que ésta sea, entre dos bases originales.

Delección. Ocurre cuando hay pérdida de una base cualquiera.

Duplicación. Sucede cuando una base se duplica y quedan dos bases iguales juntas que no estaban así en la secuencia original.

b. Génicas. El daño se manifiesta en los genes, ya sea por su aumento, duplicación o cambio de lugar, por tanto, hay cambios verificables en los genes dentro de un cromosoma, que pueden ser de los tipos siguientes:

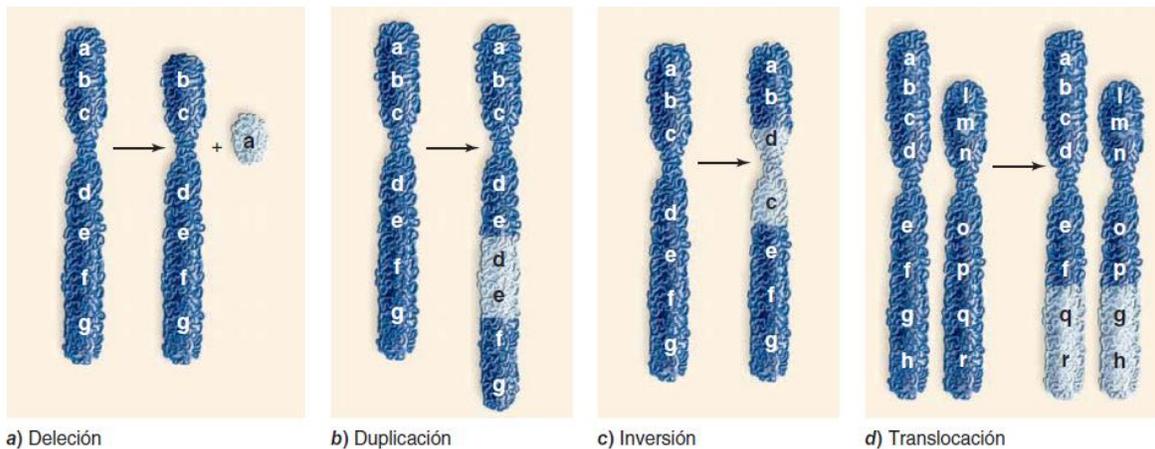
Inserción. Se añade un gen dentro de un cromosoma.

Delección. Se pierde un gen.

Inversión. Un gen cambia de lugar dentro del mismo brazo del cromosoma.

Duplicación. Se duplica un gen.

Traslocación. Un gen de un cromosoma se pasa al extremo de otro cromosoma.



Mutaciones Génicas (Erice y González, 2020).

c. Cromosómicas. Mutaciones en gran escala que se observan en los cromosomas, por lo que son evidentes en el microscopio. Suceden cuando disminuye o aumenta el número de cromosomas, pero también cuando se pierden fragmentos de ellos.

El efecto de este tipo de mutación se conoce como aberraciones cromosómicas. Son ejemplos el síndrome de Turner, Trisomía X, síndrome de Klinefelter, varones XYY, síndrome de Down, síndrome de Cri Du Chat.

Aumento de cromosomas. Se incrementa el número de cromosomas que por especie le corresponde. Los casos más conocidos son los que tienen que ver con el aumento de un cromosoma en el par 21 o en los cromosomas sexuales.

Pérdida de cromosomas. Se elimina cierto cromosoma.

Pérdida de un fragmento de un cromosoma. No se pierde el cromosoma completo, sino sólo un extremo.

3. POR SU ORIGEN

Esta clasificación parte del criterio de si la mutación tuvo una causa física, química o se dio de manera natural.

a. Espontáneas. Son los cambios que se presentan en el material genético de modo natural, sin alguna razón aparente o justificada, es decir, sin que haya habido una causa clara.

b. Inducidas. Son originadas por factores externos, ya sean físicos o químicos, los cuales se conocen como agentes mutagénicos.

4. POR SU EFECTO

Aquí se mide el daño ocasionado directamente en la proteína por dicho cambio. Incluye las siguientes mutaciones:

a. Con sentido. Altera un codón y produce una proteína modificada que puede no funcionar o lo hace parcialmente. El efecto en el fenotipo puede observarse, como cambios en el color de los ojos, la pigmentación de la piel, el número de dedos o la falta de coagulación de la sangre.

b. Sin sentido. El cambio ocasiona un codón de paro, por lo que la transcripción se detiene antes de tiempo. Mientras la proteína sintetizada sea más pequeña respecto a la original, menos funcional será.

c. Silenciosa. Ocurre cuando cambia una base, pero no se modifica el producto final, es decir, la proteína codificada originalmente al final será la misma. Esto sucede debido a que un mismo aminoácido puede ser codificado por distintos tripletes (código degenerado o redundante). Se llaman silenciosas porque no hay cambios tangibles al final de la síntesis de proteínas. Este tipo de mutaciones sólo se probaría si se secuenciara el gen mutado.

ACTIVIDADES DE APRENDIZAJE

Instrucción. Con base a lo revisado en la lectura anterior, contesta lo que se solicita en las siguientes actividades.

Actividad 1

Responde lo siguiente:

1. ¿Qué es una mutación?

2. ¿Por qué ocurren las mutaciones?

3. ¿Cuál es la importancia de las mutaciones?

4. Explica con tus propias palabras la relación que hay entre genes y ambiente.

5. Explica un ejemplo de la relación que hay entre genes y ambiente.

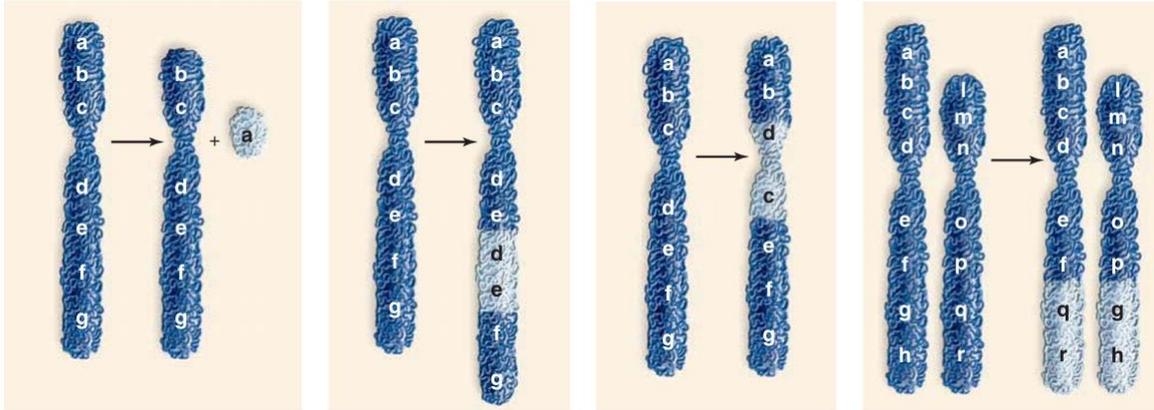
Actividad 2

Elabora un organizador gráfico con el nombre de los diferentes tipos de mutaciones para su clasificación.

Actividad 3

Coloca el nombre correspondiente en cada imagen con las siguientes mutaciones génicas (inversión, duplicación, delección, traslocación).

Imagen modificada de Erice y González (2020)



ACTIVIDADES DE AUTOEVALUACIÓN

1. Mecanismo que genera nuevas variantes génicas en las especies.

- A) Recombinación
- B) Reproducción
- C) Clonación
- D) Mutación

2. Tipo de cambio donde se pierde de un fragmento de cromosoma.

- A) Traslocación
- B) Inversión
- C) Delección
- D) Adición.

3. Las mutaciones genómicas se caracterizan por cambiar:

- A) un segmento del cromosoma
- B) la constitución química de los genes
- C) las moléculas de DNA y a los genes
- D) juegos cromosómicos completos

4. Una mutación en las células germinales de plantas o animales:

- A) no se hereda a los descendientes
- B) se autocorrigue y se hereda a los descendientes
- C) se hereda a los descendientes, ya sea espontánea o inducida
- D) si se produce en los tejidos del organismo, se hereda de forma inmediata

5. Es la importancia de la relación genes-ambiente

- A) no es fundamental para el desarrollo del fenotipo
- B) el ambiente no influye en la expresión génica
- C) el ambiente influye en las características físicas
- D) no es fundamental para el comportamiento de los organismos

Respuestas: 1D, 2C, 3D, 4C, 5C

TEMA: Herencia, variación genética y desarrollo.

SUBTEMA: Morfogénesis

APRENDIZAJE: El alumno reconoce cómo se modifica la expresión génica en la morfogénesis en función de factores internos y externos de la célula.

CONCEPTOS CLAVE: Biología del desarrollo, mitosis, cigoto, mórula, blástula, gastrulación, endodermo y ectodermo.

MARCO TEÓRICO

Morfogénesis

Uno de los retos centrales de la biología del desarrollo, es comprender como surgen las formas y estructuras de los seres vivos. En especial cómo a partir de una célula puede originarse un organismo con una forma definida. (Maini y Baker, 2012).

Los organismos multicelulares surgen de procesos relativamente lentos de cambios progresivos que denominamos desarrollo. El desarrollo de un organismo multicelular se inicia con una sola célula. Como es conocido, cuando éste es fecundado, se le llama cigoto, el cual por mitosis y sin aumento en su volumen, da lugar a un conjunto de células hijas prácticamente idénticas. Éstas forman un agregado llamado mórula, porque su aspecto nos recuerda al de una mora. A continuación, las células internas de dicha mórula migran hacia la parte externa por lo que dejan un hueco en el interior. Esta nueva estructura del desarrollo embrionario recibe el nombre de blástula. Posteriormente, debido a diferencias de presión, surge, a partir de un punto (el blastoporo), el proceso de gastrulación, el que, a su vez, se inicia con la invaginación de la blástula, lo que da origen a dos capas de células: una interna, llamada endodermo y otra externa, denominada ectodermo (véase la figura 1).

Poco después, las células que rodean al blastoporo se introducen entre el ectodermo y el endodermo para producir una tercera capa de células: el mesodermo. A partir de estas tres capas celulares primitivas, que en todo vertebrado se forman, se originan los tejidos, órganos y sistemas. En efecto, el acercamiento de las células que originalmente estaban distantes inicia un proceso fundamental en el desarrollo del embrión: su diferenciación, la cual rompe la casi homogeneidad celular original, para dar lugar a células diferenciadas. Expresado en otras palabras, esta diferenciación comprende en sí, una serie de procesos mediante los cuales “se le indica” a cada célula qué parte (y función) del cuerpo le toca desarrollar (realizar): células del hígado, del corazón, de las uñas, de los pies, de los dientes, etc. De hecho, se sabe cuáles órganos tienen su origen en las células que constituyen cada una de las tres capas mencionadas; de las que integran el ectodermo se forman la epidermis y las células nerviosas; de las del endodermo derivan el revestimiento del tubo digestivo y varias glándulas; mientras que las del mesodermo dan lugar a músculos, tejido conjuntivo, cartílagos, huesos, sangre; del labio dorsal del blastoporo, proviene el sistema nervioso.

Más allá de lo impresionante que pueda parecer la diversidad de patrones tanto en sistemas orgánicos como inorgánicos, debemos apuntar que su sola observación nos lleva a invariablemente a preguntarnos cuál es su origen, expresado en otras palabras, al estudio de la morfogénesis.



Figura1.Crecimiento celular (Imagen).
Liceo Pablo Neruda Temuco, Ciencias Naturales.

https://www.liceopablonerudatemuco.cl/wpcontent/uploads/2020/05/8vo_Biolog%C3%ADa_gu%C3%ADa4_Unidad-0_Sexualidad.pdf

La morfogénesis (del griego *morphê* forma y *genesis* creación) es uno de los tres aspectos fundamentales de la biología del desarrollo, junto con el control del crecimiento celular y de la diferenciación celular. La morfogénesis incluye la forma de los tejidos, de los órganos y de los organismos completos y las posiciones de varios tipos de células especializadas. El estudio de la morfogénesis pretende comprender el proceso que controla la organizada distribución espacial de las células que aparece a lo largo del desarrollo embrionario de un organismo y que da lugar a las formas características de los tejidos biológicos, de los órganos y de la anatomía corporal.

Las primeras ideas en torno a cómo las constricciones físicas y matemáticas afectan al crecimiento biológico se las debemos a D'Arcy Wentworth Thompson y Alan Turing. En sus trabajos postularon la presencia de señales químicas y procesos físico-químicos como la difusión, la activación y la desactivación en el crecimiento celular y orgánico. La completa comprensión de los mecanismos implicados en los organismos actuales requirió el descubrimiento del ADN y el desarrollo de la biología molecular y de la bioquímica. Varios tipos de moléculas son particularmente importantes durante la morfogénesis. Los morfogenes son moléculas solubles que pueden difundir y llevar señales que controlan las decisiones de diferenciación celular dependiendo de la concentración química. de los órganos vegetales, a través de la división, diferenciación y crecimiento celular.

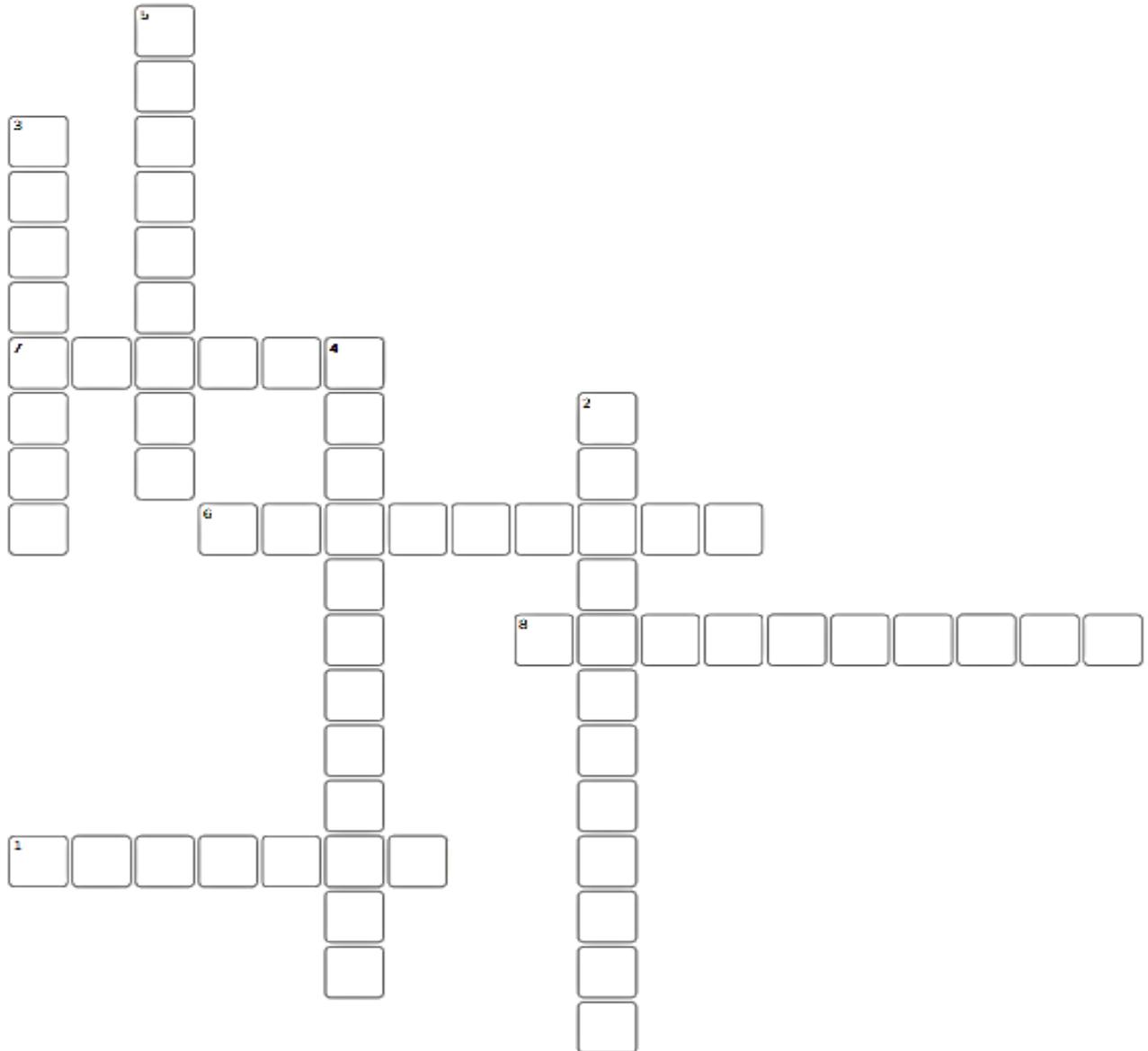
Los factores externos que influyen en la expresión génica incluyen elementos ambientales y de estilo de vida que modifican la actividad de los genes sin alterar la secuencia del ADN, principalmente a través de mecanismos epigenéticos.

ACTIVIDADES DE APRENDIZAJE

Actividad 1

Instrucción. Con base a lo revisado en la lectura anterior, completa las siguientes oraciones con una palabra y utiliza esa palabra para contestar el crucigrama.

1. La _____ es un tipo de división celular en el cuál una célula madre se divide para producir dos nuevas células hijas, las cuáles son genéticamente idénticas.
2. La _____ es uno de los tres aspectos fundamentales de la biología del desarrollo, junto con el control del crecimiento celular y de la diferenciación celular.
3. Estructura del desarrollo embrionario que se forma a partir de la mórula y migran hacia la parte externa por lo que dejan un hueco en el interior, recibe el nombre de _____.
4. Proceso que se inicia con la invaginación de la blástula _____.
5. A partir de las células del _____ derivan músculos, tejido conjuntivo, cartílagos, huesos, sangre; del labio dorsal del blastoporo, proviene el sistema nervioso.
6. Capa externa que deriva de la gastrulación _____.
7. Apellido de uno de los dos científicos que postularon las primeras ideas en torno a cómo las constricciones físicas y matemáticas afectan al crecimiento biológico _____.
8. Los _____ son moléculas solubles que pueden difundir y llevar señales que controlan las decisiones de diferenciación celular dependiendo de la concentración química.



Respuestas: 1.- MITOSIS, 2.- MORFOGÉNESIS, 3.- BLÁSTULA, 4.- GASTRULACIÓN, 5.- MESODERMO, 6.- ECTODERMO, 7.- TURING Y
8.- MORFOGENES.

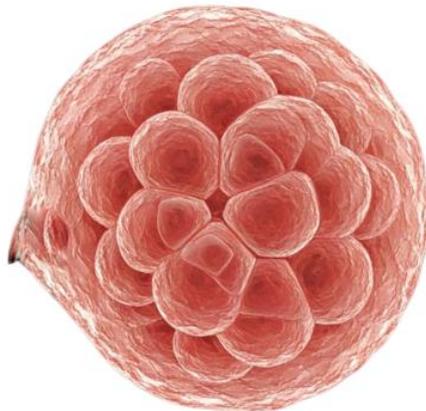
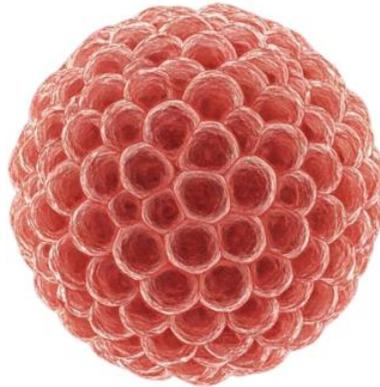
Actividad 2

Instrucción. Con base a lo revisado en la lectura anterior, identifica en la siguiente imagen al cigoto y los procesos de mórula, blástula y gástrula.

3.-



1.-



2.-



4.-

Respuestas: 1.- BLÁSTULA, 2.- MÓRULA, 3.- CIGOTO, 4.- GÁSTRULA

ACTIVIDADES DE AUTOEVALUACIÓN

1.- Rama de la biología que se encarga de estudiar los procesos que participan en la formación de un nuevo ser, teniendo en cuenta los métodos de control morfológicos, moleculares, de crecimiento y diferenciación celular.

- A) taxonomía
- B) biología molecular
- C) biología del desarrollo
- D) biología de la reproducción

2.- Las primeras ideas en torno a cómo las constricciones físicas y matemáticas afectan al crecimiento biológico se las debemos a:

- A) D'arcy Wentworth Thompson y Alan Turing
- B) Sir Humphry Davy y Michael Faraday
- C) Niels Bohr y Richard Feynman
- D) Leonard Euler y Carl Friedrich Gauss

3.- El estudio de este proceso pretende comprender el proceso que controla la organizada distribución espacial de las células que aparece a lo largo del desarrollo embrionario de un organismo y que da lugar a las formas características de los tejidos biológicos, de los órganos y de la anatomía corporal.

- A) invaginación
- B) gastrulación
- C) morfogénesis
- D) reproducción

4.- Estas capas se originan a partir de la división del cigoto y dan lugar a todos los tejidos y órganos del cuerpo humano.

- A) dermis y epidermis
- B) ectodermo, mesodermo y endodermo
- C) mucosas
- D) todas las anteriores

Respuestas: 1C, 2A, 3C, 4B.

TEMA: Herencia, variación genética y desarrollo.

SUBTEMA: Manipulación genética.

APRENDIZAJE: Relaciona el impacto de la manipulación genética (transgénicos, huellas de DNA, clonación, CRISPR y terapia génica) con el cuidado de sí, la salud pública y el ambiente.

CONCEPTOS CLAVE: Ingeniería Genética, Terapia Genética, Organismos Genéticamente Modificados (OGM), CRISPR, Clonación, Contaminación genética, Biotecnología, Impacto ambiental

MARCO TEÓRICO

Manipulación genética y sus implicaciones bioéticas en la sociedad

La manipulación genética es una de las innovaciones científicas más importantes del siglo XXI, permitiendo la modificación del material genético de los organismos para mejorar sus características, corregir defectos o adaptarlos a nuevas condiciones. Esta tecnología abarca campos como la medicina, la agricultura, la conservación de especies y la investigación biotecnológica. Sin embargo, su uso plantea dilemas bioéticos y ambientales, ya que puede generar beneficios significativos, pero también riesgos e impactos desconocidos. La manipulación genética comprende diversas herramientas, como la terapia génica, los organismos transgénicos, la edición genética con CRISPR y la clonación, todas ellas con aplicaciones potenciales que pueden transformar la vida humana y los ecosistemas. En este contexto, resulta crucial analizar sus implicaciones en la salud, la sociedad y el medio ambiente, así como reflexionar sobre los límites éticos de su aplicación.

Antecedentes históricos de la manipulación genética

Desde el inicio de la agricultura y la ganadería, los seres humanos han manipulado genes de manera intuitiva a través de la selección artificial. Durante milenios, los agricultores y ganaderos han seleccionado plantas y animales con las mejores características para reproducirse, favoreciendo aquellos con mayor resistencia a enfermedades, mejor sabor, mayor producción o adaptabilidad a diferentes climas.

Este proceso, aunque no implicaba una modificación directa del ADN, sentó las bases para la comprensión y aplicación futura de la manipulación genética en un sentido más técnico y preciso.

El estudio de la manipulación genética tiene sus raíces en la teoría de la herencia propuesta por Gregorio Mendel en el siglo XIX. Sus experimentos con guisantes sentaron las bases de la genética moderna al demostrar que los rasgos se transmiten de generación en generación mediante unidades discretas, hoy conocidas como genes.

En 1953, James Watson y Francis Crick descubrieron la estructura de la molécula de ADN, lo que permitió comprender cómo se almacena y transmite la información genética. Este hallazgo inició la ingeniería genética, permitiendo la manipulación directa del ADN.

En la década de 1970, Stanley Cohen y Herbert Boyer desarrollaron las primeras técnicas de ADN recombinante, permitiendo insertar genes de un organismo en otro. Esto dio lugar a la creación de organismos transgénicos y al desarrollo de la biotecnología moderna.

En 1996, el mundo fue testigo del nacimiento de la oveja Dolly, el primer mamífero clonado a partir de una célula adulta. Este logro demostró que era posible clonar organismos complejos, aunque también generó un intenso debate ético.

A partir de 2012, la introducción de la tecnología CRISPR revolucionó la edición genética al permitir modificaciones precisas en el ADN de cualquier organismo. Esta herramienta ha sido utilizada en la investigación de enfermedades, la mejora de cultivos y, recientemente, en la edición de embriones humanos, lo que ha suscitado preocupaciones éticas sobre sus implicaciones a largo plazo.

Impacto en el medio ambiente

El uso de la manipulación genética en la clonación de especies en peligro de extinción podría ser una herramienta para la conservación de la biodiversidad. Sin embargo, la clonación de animales también presenta retos como la baja tasa de éxito y la posibilidad de que los organismos clonados sufran problemas de salud.

Además, la introducción de especies modificadas genéticamente en ecosistemas naturales podría alterar la cadena alimenticia y generar consecuencias imprevistas.

En la agricultura y la producción de alimentos, el desarrollo de organismos transgénicos ha permitido mejorar la resistencia de cultivos a plagas y condiciones ambientales adversas. Sin embargo, estas modificaciones también han causado problemas ambientales y han puesto en riesgo la biodiversidad. Un ejemplo de esto es el maíz transgénico, cuya introducción en regiones de México donde el maíz es un centro de origen ha generado preocupaciones entre comunidades que lo consideran un elemento central de su identidad social, étnica y religiosa. La contaminación genética del maíz nativo por polinización cruzada con variedades modificadas genéticamente podría alterar su diversidad y poner en peligro su resistencia natural a condiciones ambientales adversas.

Además, los cultivos transgénicos diseñados para resistir plaguicidas han afectado organismos clave en los ecosistemas, como abejas y mariposas. La exposición constante a pesticidas como el glifosato ha reducido drásticamente las poblaciones de estos polinizadores, causando desequilibrios en el ambiente y afectando la producción de cultivos dependientes de la polinización natural. Sin estos organismos, la regeneración de muchas especies vegetales y la sostenibilidad de diversos ecosistemas se ven comprometidas.

Si bien los cultivos transgénicos pueden ofrecer soluciones a problemas como la escasez de alimentos, sus efectos en la biodiversidad y el equilibrio ecológico deben ser cuidadosamente evaluados. Es fundamental establecer regulaciones que protejan los ecosistemas y asegurar que la tecnología genética se utilice de manera responsable y sostenible.

Impacto en la Salud

Uno de los avances más significativos en manipulación genética es la terapia génica, cuyo objetivo es corregir enfermedades hereditarias mediante la modificación de genes defectuosos. Esta técnica ofrece esperanza para tratar padecimientos como la fibrosis quística o ciertos tipos de cáncer, mejorando la calidad de vida de muchas personas. No obstante, también plantean dilemas éticos, especialmente en lo que respecta a la posibilidad de modificar genes con fines estéticos o para mejorar habilidades, lo que podría generar desigualdades y problemas de acceso a esta tecnología.

Otro aspecto fundamental es el uso de huellas de ADN en la medicina forense y la identificación de enfermedades genéticas. Esta tecnología ha revolucionado la capacidad de identificar personas con gran precisión y ha permitido prevenir enfermedades de origen genético. Sin embargo, su implementación también conlleva riesgos, especialmente en términos de privacidad, ya que la información genética podría ser utilizada sin el consentimiento de los individuos.

Los organismos genéticamente modificados (OGM), como los transgénicos, han generado debate respecto a sus efectos en la salud humana. Se han planteado preocupaciones sobre posibles reacciones alérgicas, resistencia a antibióticos y su impacto en la biodiversidad y la economía de los pequeños agricultores. A pesar de ello, la biotecnología ha permitido desarrollar cultivos más resistentes y mejorar la producción de alimentos.

En este contexto, la tecnología CRISPR ha revolucionado la edición genética al permitir modificaciones precisas y eficientes en el ADN. Su potencial abarca desde la cura de enfermedades hasta la mejora de cultivos, aunque también plantea importantes cuestiones éticas, especialmente en lo referente a la manipulación de embriones humanos, cuyos efectos podrían heredarse por generaciones.

Uno de los mayores logros de la ingeniería genética ha sido la producción de insulina humana mediante la modificación de bacterias. Anteriormente, la insulina utilizada para tratar la diabetes se obtenía de animales, lo que podía generar reacciones adversas en algunos pacientes. Gracias a la ingeniería genética, hoy en día se introduce el gen humano de la insulina en bacterias como *Escherichia coli*, permitiendo que estas produzcan insulina de manera eficiente y segura. Este avance ha mejorado la disponibilidad y calidad del tratamiento para millones de personas en todo el mundo.

ACTIVIDADES DE APRENDIZAJE

Instrucción. Con base a lo revisado en la lectura anterior, contesta lo que se solicita en las siguientes actividades.

Actividad 1

Responde lo siguiente:

1. Completa el siguiente cuadro comparativo sobre terapia génica, clonación y edición genética con CRISPR.

Tecnología	Aplicaciones principales	Beneficios	Riesgos
Terapia Genética			
Clonación			
CRISPR-Cas9			

Actividad 2

Relacione los conceptos de la Columna 1 con su definición correcta en la Columna 2 escribiendo la letra correspondiente en el espacio indicado.

- | | |
|--|---------------------------|
| A) Técnica utilizada para corregir genes defectuosos en enfermedades hereditarias. | ___ Terapia génica |
| B) Método de modificación genética que permite realizar ediciones precisas en el ADN. | ___ CRISPR |
| C) Proceso en el que se obtiene una copia idéntica de un organismo a partir de su material genético. | ___ Clonación |
| D) Ser vivo cuyo ADN ha sido alterado para incluir genes de otra especie con propósitos específicos. | ___ Organismo transgénico |
| E) Campo de estudio que analiza los dilemas morales y éticos asociados a la manipulación genética. | ___ Bioética |
| F) Método utilizado por los agricultores desde hace millas de años para seleccionar organismos con características deseadas. | ___ Selección artificial |
| G) Técnica que permite unir fragmentos de ADN de diferentes organismos para introducir nuevas funciones. | ___ ADN recombinante |
| H) Conjunto de técnicas utilizadas para modificar el material genético de los organismos con fines médicos, agrícolas o industriales. | ___ Ingeniería genética |
| I) Hormona producida mediante bacterias modificadas genéticamente para el tratamiento de la diabetes. | ___ Insulina sintética |
| J) Transferencia de polen entre plantas, lo que puede provocar contaminación genética en cultivos nativos. | ___ Polinización cruzada |

ACTIVIDADES DE AUTOEVALUACIÓN

1. ¿Cuál de los siguientes científicos es reconocido por desarrollar la teoría de la herencia que sentó las bases de la genética moderna?

- a) James Watson
- b) Francis Crick
- c) Gregor Mendel
- d) Herbert Boyer

2. ¿Cuál de las siguientes afirmaciones sobre la clonación es correcta?

- a) La clonación solo se ha realizado en microorganismos y plantas.
- b) La oveja Dolly fue el primer mamífero clonado a partir de una célula adulta.
- c) La clonación garantiza que los organismos clonados sean más longevos y saludables.
- d) La clonación es un proceso natural exclusivo de los organismos unicelulares.

3. ¿Por qué el maíz transgénico ha generado preocupación en las comunidades indígenas y agricultores tradicionales?

- a) Porque es más costoso y difícil de cultivar.
- b) Porque puede generar contaminación genética en variedades nativas por polinización cruzada.
- c) Porque tiene menor valor nutricional que el maíz tradicional.
- d) Porque reduce la producción de otros cultivos en la misma región.

4. ¿Cuál de las siguientes es una ventaja de la terapia génica en medicina?

- a) Puede corregir enfermedades hereditarias mediante la modificación de genes defectuosos.
- b) Eliminar la necesidad de vacunación en enfermedades virales.
- c) Hace innecesario el uso de medicamentos en el tratamiento de enfermedades crónicas.
- d) Permite cambiar cualquier característica física del ser humano sin limitaciones.

5. ¿Cuál es una posible consecuencia ambiental del uso de cultivos transgénicos resistentes a plaguicidas?

- a) Aumento en la biodiversidad de los ecosistemas agrícolas.
- b) Eliminación de enfermedades en cultivos sin necesidad de pesticidas.
- c) Reducción de poblaciones de polinizadores como abejas y mariposas.
- d) Mayor producción de cultivos sin impacto en los ecosistemas.

Respuestas: 1C, 2B, 3B, 4A, 5C

REFERENCIAS DE LA UNIDAD 3 PARA ALUMNOS

1. Abad, A. G. (2014, abril). *Herencia no mendeliana*. Portal Académico Del CCH.
<https://portalacademico.cch.unam.mx/alumno/biologia1/unidad3/ingenieriagenetica/herenciaNoMendeliana>.
2. Audesirk, T., Audersirk, G., y Byers, B. E. (2008). *Biología: Ciencia y naturaleza*. Person Education.
3. Audesirk, T., Audesirk, G. y Byers, B. (2017). *Biología. La vida en la Tierra con Fisiología*. (10.^a ed.). Pearson Educación de México.
4. Ávila, S. (2021). Procesos morfogenéticos en sistemas multicelulares: perspectivas de modelación basado en agentes. Tesis de licenciatura, Facultad de ciencias, UNAM.
5. Barrangou, R., y Doudna, JA (2016). Aplicaciones de las tecnologías CRISPR en la investigación y más allá. *Nature Biotechnology*, 34(9), 933
6. Biointeractive. (2020). *El ciclo celular eucarionte y el cáncer*. [Interactivo]. Howard Hughes Medical Institute.
<https://www.biointeractive.org/es/classroom-resources/el-ciclo-celular-eucarionte-y-el-c-ncer?playlist=183773>
7. Boerjan, W. y Ralph, J. (2019). Resumen editorial: Biotecnología vegetal: ingeniería de lignina. *Current Opinion in Biotechnology*, 56.
8. Consejo Nacional de Investigación. (2004). Confinamiento biológico de organismos genéticamente modificados. National Academies Press.
9. Curtis, H., Barnes, N., Schnek, A., y Massarini, A. (2015). *Curtis Biología*. (7.^a ed.). Editorial Medica panamericana. Valdivia, B., Granillo, P., y Villareal, M. S. (2002). *Biología, La vida y sus procesos*. Publicaciones Cultural.
10. Erice, E., González, A. (2020). *Biología. La ciencia de la vida*. 3^a ed. McGraw-Hill Interamericana. México.
11. Gallardo, S. (2012). Historia de los genes: de los factores a la secuencia completa del genoma humano. Editorial Capital Intelectual
12. Guisoni, N., Bergero, P., Diambra, C. (2021). Morfogénesis: el origen de las formas. Ciencia hoy. UNLP, Argentina.

13. Khan Academy. (2023). Khanacademy.org.
<https://es.khanacademy.org/science/biology/classical-genetics/variations-on-mendelian-genetics/a/multiple-alleles-incomplete-dominance-and-codominance>
14. Lomanto, L., Ortiz, O., Bretón, C., Gómez, A. y Mesa, V. (2003). El ciclo celular. *MEDUNAB*, 6(16): 21 – 29.
15. Monterroza, E. L., Cepeda, M. O., Rodríguez, W. P. O., y Díaz, Y. A. (2019). Filogenia del reino Chromista. *Escuela Naval de Suboficiales arc "Barranquilla" Armada Nacional*, 21, 125-142.
16. Pérez, F. (2017). *Morfogénesis, crecimiento y desarrollo reguladores del crecimiento aplicaciones agronómicas de los reguladores del crecimiento desarrollo reproductivo fisiología de la germinación bases fisioecológicas de la bioproducción fisiología de la post cosecha fisiología del enraizamiento fisiología del injerto*. Parte IV. Perú
17. Sánchez, F. (2017) *Morfogénesis y emergencia de patrones en sistemas biológicos: del rompimiento de simetría a la autoorganización y la excitabilidad*. Parte IV. Perú
18. Solomon, E., Berg, L., Martin, D., Martin, C. 2019. *Biología*. 11 edición. Cengage Learning Editores. United States of America.
19. Taylor, M., Simon, E., Dickey, J., Hogan, K., Campbell, N. (2022). *Campbell Biology Concepts & Connections*. 10 ed. Pearson Education Limited. United Kingdom.
20. Universidad Nacional Autónoma de México. (2023). Herencia genética en plantas. En Portal de biología. Recuperado de <https://www.biologia.unam.mx/herencia/genetica-plantas>.
21. Urry, L., Cain, M., Wasserman, S., Minorsky, P., Orr, R. (2021). *Campbell Biology. 12 edition. Pearson. U.S.*
22. Video: Rasgos de alelos múltiples. (2019). UNAM.mx. <https://app-jove-com.pbidi.unam.mx:2443/es/science-education/v/10777/sickle-cell-anemia-multiple-alleles-incomplete-dominance-co>.

