



QUINTO

SEMESTRE

Guía de estudio

Biología II



PLAN 2014
ACTUALIZADO



PLAN 2014

A C T U A L I Z A D O

CRÉDITOS

Autores:

Profesora. María Teresa Martínez Aceves
Profesora. María del Carmen Moreira López
Profesora. Sofía Raquel Urtecho Altamirano
Profesora. Balby Luciana González Nava
Profesora. Inés Olivia Legorreta Arellano

Actualización 22-B:

Erika Zamora Hernández
José Roberto Jerónimo Juárez
Ma. Blanca Leticia González Patiño

Coordinadores:

María Aurelia Maldonado Velázquez

Revisión pedagógica:

Martha María Magdalena Márquez Milán



PRESENTACIÓN

Con la finalidad de acompañar el trabajo con el plan y programas de estudio vigentes, además de brindar un recurso didáctico que apoye al cuerpo docente y al estudiantado en el desarrollo de los aprendizajes esperados; el Colegio de Bachilleres desarrolló, a través de la Dirección de Planeación Académica y en colaboración con el personal docente de los veinte planteles, las guías de estudio correspondientes a las tres áreas de formación: básica, específica y laboral.

Las guías pretenden ser un apoyo para que las y los estudiantes trabajen de manera autónoma con los contenidos esenciales de las asignaturas y con las actividades que les ayudarán al logro de los aprendizajes; el rol del cuerpo docente como mediador y agente activo en el aprendizaje del estudiantado no pierde fuerza, por el contrario, se vuelve fundamental para el logro de las intenciones educativas de este material.

Las guías de estudio también son un insumo para que las y los docentes lo aprovechen como material de referencia, de apoyo para el desarrollo de sus sesiones; o bien como un recurso para la evaluación; de manera que, serán ellos, quienes a partir de su experiencia definirán el mejor uso posible y lo adaptarán a las necesidades de sus grupos.

El Colegio de Bachilleres reconoce el trabajo realizado por el personal participante en la elaboración y revisión de la presente guía y agradece su compromiso, entrega y dedicación, los cuales se reflejan en el servicio educativo pertinente y de calidad que se brinda a más de 90,000 estudiantes.





La Biología, como parte del campo experimental estudia el comportamiento de la materia en los diferentes niveles de organización de los sistemas vivos y de la energía necesaria para la sobrevivencia de estos, en este sentido la Biología permite explicar la naturaleza de los seres vivos a partir de cómo se originan, cómo están estructurados, cómo funcionan, cómo permiten la continuidad de la vida, cómo evolucionan y cómo se relacionan entre sí y con su ambiente.

La asignatura de **Biología II**, forma parte de la materia de Biología cuya intención es promover una educación científica de calidad, la comprensión de los procesos biológicos, así como el desarrollo de un pensamiento crítico y las habilidades necesarias para participar en el diálogo y tomar decisiones informadas.

Para la asignatura de Biología II se han delimitado aprendizajes esenciales que constituyen conocimientos, prácticas, habilidades, actitudes y valores, por lo que este material te apoyará en el desarrollo de dichos aprendizajes.

Para tal efecto es necesario que recuerdes información que previamente has aprendido en otras asignaturas tanto de secundaria como de bachillerato, como, por ejemplo, qué caracteriza a los seres vivos, cuáles son los niveles de organización de la materia, cuáles son los compuestos químicos que forman a los organismos vivos y cómo se lleva a cabo el metabolismo celular, entre algunos otros.

Este material comprende los tres cortes de aprendizaje:

En el **corte uno** podrás aprender desde el surgimiento de la vida hasta como las condiciones en que se desarrollaron los nuevos seres vivos fueron cambiando, perfeccionándose y complejizándose cada vez más. Es difícil pensar que existen seres unicelulares que no podemos ver a simple vista y que están estructurados por muchas células que no son iguales, que cada grupo de células tienen una función específica para darle al ser vivo pluricelular lo necesario para desarrollarse en el medio que habita según sus características o según su especie, en el corte uno, donde te adentrarás al mundo maravilloso de lo que implica conocer a fondo la creación de un nuevo ser vivo, seguramente en algún momento te has preguntado ¿cómo es que un ser humano se desarrolla dentro del vientre?, quizás también lo has tenido la inquietud cuando tienes mascotas como perros, gatos, ratones, hámster, peces, aves, etc. Cada especie en su cometido de vida generará nuevos individuos, pero este proceso no es nada fácil, lo que podemos creer es nada en comparación a lo que sucede en el interior del desarrollo de éstos. Ya que se visualiza como un todo, pero en pequeño, sin embargo, existen procesos de construcción celular que para estar juntos y formar al nuevo individuo precisan de



desarrollar procesos llamados de comunicación, especialización y muerte celular que acompañan al individuo desde su conformación hasta su muerte.

En el **corte dos**, serás capaz de explicar la relación que existe entre los procesos de regulación química, electroquímica, y los mecanismos reproductivos. Lograrás identificar los principales componentes morfológicos de cada uno de estos sistemas (endocrino, nervioso y reproductivo), sus principales funciones, su interrelación, y cómo a través de la maduración sexual y conductas reproductivas, se logra la continuidad de los seres vivos a través del tiempo. Describirás y argumentarás la importancia de la reproducción asexual y sexual, así como los procesos implicados (gametogénesis, fecundación y desarrollo embrionario) están regulados por las hormonas y los neurotransmisores. Aplicarás de manera integral los conocimientos, podrás aportar puntos de vista y considerar otros para solucionar problemas relacionados con la reproducción humana, cómo, por ejemplo: alteraciones del ciclo menstrual, embarazo no planeado, desarrollo embrionario, aborto, etc.

Para finalizar, el **corte tres** tiene como propósito general que apliques los conocimientos de genética y evolución, en la resolución de problemas cotidianos de salud y biodiversidad. Inicialmente identificando los principios de la genética mendeliana y la no mendeliana, para que logres aplicar las reglas generales de la herencia a modelos probabilísticos



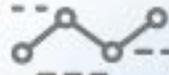
PRESENTACIÓN	3
INTRODUCCIÓN	4
CORTE DE APRENDIZAJE 1	8
Propósito	9
Conocimientos previos	10
Evaluación diagnóstica	11
Organización celular	12
Actividades de aprendizaje	16
Procesos celulares	17
Actividades de aprendizaje	25
Autoevaluación	31
Fuentes Consultadas	33
CORTE DE APRENDIZAJE 2	36
Propósito	37
Conocimientos previos	38
Evaluación diagnóstica	39
Regulación química	41
Actividades de aprendizaje	45
Regulación electroquímica	46
Actividades de aprendizaje	57
Reproducción	58
Actividades de aprendizaje	79
Autoevaluación	83
Fuentes Consultadas	85

CORTE DE APRENDIZAJE 3	87
Propósito	88
Conocimientos previos	89
Evaluación diagnóstica	90
Genética	92
Actividades de aprendizaje	109
Evolución	113
Actividades de aprendizaje	131
Autoevaluación	133
Fuentes Consultadas	135
EVALUACIÓN FINAL	136



CORTE

1



ORGANIZACIÓN Y PROCESOS CELULARES

Aprendizajes esperados:

- Organización celular
- Procesos celulares
- Explicarás la importancia de los niveles de organización celular y sus propiedades en los organismos.
- Explicarás los procesos de diferenciación, especialización, comunicación y muerte celular, así como su importancia a lo largo de la vida de un organismo.
- Explicarás algunas patologías vinculadas a los mecanismos de diferenciación, especialización, comunicación y muerte celular.

Al finalizar el corte serás capaz de utilizar conocimientos relacionados con la organización celular y los procesos de diferenciación, especialización y comunicación celular en la explicación de algunos problemas vinculados a tu contexto.

RECOMENDACIÓN

Te sugerimos, revises los aprendizajes esperados antes de iniciar con el estudio del corte, realiza las anotaciones que sean necesarias.

Con el objetivo de que consigas desarrollar los aprendizajes esperados de este primer corte, es fundamental que reactives los siguientes conocimientos, que están contemplados en la asignatura Biología I, como base para los nuevos aprendizajes.

- Postulados de la Teoría celular
- Tipos de células
- Variedad celular
- Unicelular
- Pluricelular
- Procesos de síntesis de proteínas
- Función de las proteínas, hormonas, enzimas
- Mitosis
- Meiosis
- Ciclo celular



Identifica lo que debes saber para que la comprensión de los contenidos sea más fácil, si descubres que has olvidado algo ¡repásalo!

Esta evaluación te permitirá identificar algunos conocimientos previos con los que cuentas.

Instrucciones: Lee detenidamente cada pregunta, elige la respuesta que consideres correcta.

1. Son los mecanismos que permiten a un organismo mantener relativamente constantes su estructura y condiciones fisiológicas, de modo que efectúan eficientemente sus procesos fundamentales para mantenerse vivos.

- a) Irritación b) Metabolismo c) Homeostasis d) Reproducción

2. ¿Cuál postulado de la teoría celular, afirma que las células se forman solo por división de las preexistentes? Este postulado identifica a la célula como la unidad básica de multiplicación celular.

- a) Unidad anatómica b) Unidad de origen c) Unidad fisiológica d) Tipos de células

3. Es una característica de las células procariotas.

- a) Carecen de un núcleo en el que se encuentra concentrado el material genético.
b) Tienen un núcleo en el que se encuentra el material genético.
c) En una estructura se localizan organelos con funciones específicas.
d) Disponen de citoesqueleto formado por proteínas.

4. ¿Cuál es la clasificación de proteínas que cumplen con la función de anticuerpos?

- a) Catalizadora b) De defensa c) De transporte d) De estructura

5. En el proceso de la mitosis, ¿Cuál es la etapa con la que se separan las cromátides hermanas y emigran hacia los polos opuestos de la célula, atraídas por las fibras del huso cromático?

- a) Telofase b) Metafase c) Profase d) Anafase

Organización celular

Sabemos que todos los seres vivos están estructurados por células que son indispensables para llevar a cabo sus funciones, sin ellas no existiría la vida, también sabemos que existen niveles de complejidad de los seres vivos y los podemos entender de manera jerárquica.

Niveles de organización

¿Qué son los niveles de organización en los seres vivos?

De acuerdo con el inicio de la vida y el desarrollo de esta, evolutivamente se sabe que a través de las condiciones ambientales y necesidades de sobrevivencia se fueron perfeccionando cada vez más, identificándose los niveles en los cuales se empezaron a estructurar los seres vivos a partir de las células.

Los **niveles de organización** que se pueden identificar en la gran diversidad de los seres vivos existentes son:

NIVELES DE ORGANIZACIÓN	CARACTERÍSTICAS	EJEMPLOS
Célula	Esta unidad fundamental de todo ser vivo tiene su complejidad según el tipo de organismo del que se trate. Sin embargo, se caracteriza básicamente por tener una membrana que delimita a la célula, realiza intercambio con el exterior. El citoplasma que es el medio interno en donde realiza las funciones, está compuesto por agua. Los ribosomas necesarios para la síntesis de proteínas y Ácidos nucleicos fundamentales para organizar las funciones vitales.	<p><i>Procariotas:</i></p> <p>Bacterias que pueden ser patógenas, fotosintetizadoras o simbiotes</p> <p>Arqueas extremófilas (que viven en ambientes extremos de salinidad, temperatura, pH, etc)</p> <p><i>Eucariotas:</i> Algas, protozoos, hongos todos ellos de una sola célula</p>



NIVELES DE ORGANIZACIÓN	CARACTERÍSTICAS	EJEMPLOS
<p style="text-align: center;"><i>Colonia</i></p>	<p>Es una agrupación de células con las mismas características, de la misma especie. Pueden ser procariotas o eucariotas. Esta agrupación sirve para protegerse, desplazarse, conseguir alimento, sin embargo, no hay fusión entre ellas únicamente son agrupaciones de ayuda y cada célula funciona por sí misma. En el caso de volvox si se separan pueden sobrevivir solas. En algunos organismos se presenta una división del trabajo mediante células específicas como es el caso de las esponjas marinas y algunas algas macroscópicas como las feofitas. En estos casos si las células son separadas ya no pueden vivir como individuos solos.</p>	<p><i>Procariotas:</i> Cocos, Bacilos</p> <p><i>Eucariotas:</i> <i>Volvox, Esponjas marinas</i></p>
<p style="text-align: center;"><i>Talo</i></p>	<p>Es una agrupación celular en donde no hay separación, se observan como cuerpos firmes, sin embargo, no hay interconexión celular, es decir; que lo que hace una célula no interfiere en la otra. Su función es la de protegerse, formar cuerpos firmes, obtener nutrientes, reproducirse. Pero estas ya no se pueden separar o sea que ya no viven por sí mismas de manera individual.</p>	<p><i>Eucariotas:</i> Musgos Hongos macroscópicos</p>
<p style="text-align: center;"><i>Tejido</i></p>	<p>Es un grupo de células que realizan una misma función, se especializan en una sola función, por lo que sus células ya tienen interconexión es decir lo que hace una lo está recibiendo la otra, por eso el trabajo es especializado para una sola función. Un tejido no vive solo ni una célula de cada tejido. Su comunicación es mediada entre ellas por moléculas que forman su matriz extracelular.</p>	<p><i>Eucariota:</i> Vegetales, Indiferenciados o meristemáticos, y Diferenciados de protección, fundamental y vascular.</p> <p>Animales, Epitelial, conectivo, muscular, nervioso, sanguíneo.</p>



NIVELES DE ORGANIZACIÓN	CARACTERÍSTICAS	EJEMPLOS
	Al observar al microscopio se le reconoce porque tiene un mismo patrón. Son originados a partir de una célula madre.	
<i>Órgano</i>	Es una unidad estructural que realiza funciones específicas, estructurada por capas de tejidos, Su origen es embrionario. Un órgano no vive por si mismo y forma parte de un conjunto de órganos para hacer funcionar a un individuo. Pero si falta algún órgano es posible que el organismo no sobreviva o que no viva adecuadamente, Los órganos se van a presentar de acuerdo con el ser vivo de que se trate y su nivel de complejidad evolutivo.	<p><i>Eucariotas:</i></p> <p>Vegetales: Raíz, tallo, yema, hoja, flor, fruto, semilla.</p> <p>Animales: Piel, corazón, riñón, ojo, cerebro, estómago, ovario, pene, hígado, páncreas, fotóforos (órgano bioluminiscente), órganos de bidder (ovario rudimentario), bursa copulatrix (sirve en la reproducción de la mariposa hembra), claspero (similar a un pene); por mencionar algunos.</p>
<i>Aparato</i>	Conjunto de órganos heterogéneos o diferentes que contribuyen a realizar una función común	<p><i>Eucariota</i></p> <p>Vegetal; Reproductor</p> <p>Animal: locomotor, digestivo, respiratorio, urinario, genital, endocrino, circulatorio.</p>
<i>Sistema</i>	Conjunto de órganos homogéneos o semejantes por su estructura y origen. SE consideran del mismo origen ya que en su mayoría prevalece un mismo tipo de tejido originado de una determinada hoja generativa	<p><i>Eucariota:</i></p> <p>Vegetal: De transporte</p> <p>Animal: Óseo, muscular, nervioso.</p>



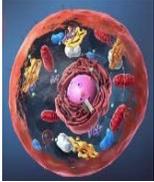


- <https://portalacademico.cch.unam.mx/biologia1/niveles-de-organizacion/introduccion#:~:text=Los%20niveles%20de%20organizaci%C3%B3n%20los,refiere%20a%20la%20ecol%C3%B3gica%20e>
- <https://e1.portalacademico.cch.unam.mx/alumno/biologia2/unidad2/estructuraEcosistema/nivelesOrganizacion>



Instrucciones. Realiza las siguientes actividades

1. Observa detenidamente los niveles de organización de la materia y une con una línea el nivel de organización de la materia, con la imagen y con la definición correspondiente.

Individuo		Es un conjunto de órganos y tejidos que se distribuyen en un organismo, y que realizan una función específica.
Célula		Son las diferentes estructuras que componen a una célula, se encuentran incluidos en el citoplasma de la célula y están constituidos por biomoléculas.
Organelos		Es la unidad estructural, funcional y de origen de todo ser vivo.
Sistema		Ser vivo perteneciente a una especie, constituido por un conjunto de sistemas que le permiten vivir de forma independiente.
Tejido		Son conjuntos bien organizados de células similares que efectúan una función particular. Sólo las plantas superiores y la mayoría de los animales presentan este nivel.

Procesos por los que pasa la célula para conformar un nuevo Individuo y mantener su sobrevivencia.



La construcción y funcionamiento de los seres vivos es muy compleja. Cuántas veces pisamos una cucaracha, una hormiga, un mosquito, tiramos plantas, flores y no nos remuerde en absoluto. Si estuviéramos en cada uno de los procesos por los que pasa un ser vivo para poder hacerlo seguro no lo haríamos de nuevo. Cada componente y cada parte del organismo tiene una función propia, al tiempo que mantiene una armonía en su conjunto para mantener vivo al individuo, interactuando con su entorno para poder conseguir los nutrimentos necesarios y así poder tener energía. Esto quiere decir que en todo momento la comunicación celular es muy importante, para ello en el desarrollo del individuo existen diferentes células que van a formar parte de estructuras específicas con funciones especializadas se debe tener mucho control y una buena dinámica. Si algo sucede mal en cualquiera de los procesos puede que tengamos una pequeña falla o una gran avería.

La biología molecular y la medicina se encuentran muy avanzados en el reconocimiento y utilidad de estos procesos; por ejemplo, los avances en la medicina regenerativa han sido evidentes en los últimos años y esto se ha obtenido por los nuevos conocimientos alcanzados en relación con las células madre, cuyo uso en la terapia de reemplazo ha dado lugar a una nueva era en la medicina.

Diferenciación

En la mayoría de los organismos **pluricelulares** sus células provienen de la división repetida de la célula huevo o cigoto originada a partir de la fecundación. En plantas puede ser a partir de este tipo de células o **meristemáticas** ambas contienen la misma información genética constituyéndose en clones, que les permite desarrollar un nuevo individuo. Estas células son **totipotenciales** (o lo que muchos llaman células madre) comparten las mismas características genéticas y son capaces de dar lugar a un organismo completo. En fases muy tempranas del desarrollo embrionario las células del embrión comienzan a diferenciarse, al principio son **multipotentes** y terminan siendo **unipotentes** adquiriendo unas características morfológicas y químicas adecuadas para la realización de una función determinada.

Estos procesos se pueden entender como un sistema co-evolutivo en donde la dinámica de las redes genéticas de cada célula responde de acuerdo con el ambiente en donde se desarrolla viéndose influenciado por la expresión de sus genes.

La **diferenciación celular** se va produciendo a lo largo del proceso de desarrollo como la ejecución de un programa, con etapas sucesivas de expresión de genes, ordenadas en el tiempo y dependientes del sitio que cada célula ocupa en el conjunto del organismo en desarrollo. El ambiente en que se encuentra una célula vegetal o animal determinará su destino al inducirle cambios de sus características y fijar sus funciones. Ahora bien, las señales enviadas por el entorno se interpretan de forma diferente según cuál sea la célula que las recibe, que puede estar ya predeterminada para seguir un destino concreto.

El diseño de construcción de un vegetal configura un programa bastante más simple que el requerido para el desarrollo de un animal. La diferencia fundamental estriba en la notable capacidad que tienen las plantas para responder a los cambios del entorno exterior con modificaciones de su crecimiento e incluso de su construcción.

De aquí la importancia de conocer estos procesos ya que antes de que se diferencien las células y se especialicen se pueden cambiar sus entornos para inducir una célula **totipotencial** a que se diferencie en el desarrollo de tejidos que se puedan utilizar como terapia alternativa. Pero también se puede explicar cómo a través del tiempo y a cambios ambientales los genes se pueden expresar de manera diferente provocando modificaciones y expresiones **epigenéticas**.

Especialización

Una vez que se dio la **diferenciación celular** y supone la pérdida de la totipotencia embrionaria las células activan y desactivan genes que les permitirá empezar a realizar sus funciones de acuerdo a lo que les corresponda hacer, a lo que se le llama **especialización**; esto es, cada célula se especializa según lo que le corresponde hacer y de acuerdo al linaje al que pertenece.

La diferenciación celular se produce porque en cada tipo de célula se expresan unos genes y se inhiben otros, es decir, se produce un control de la expresión génica, que puede desarrollarse en distintas etapas, como la transcripcional, el procesamiento, transporte. El entendimiento de saber cómo se encienden o se apagan los genes que permiten la especialización, los científicos han desarrollado técnicas específicas en donde a través de sus experimentos han demostrado que activando sitios reconocidos de genes se pueden obtener como resultado la expresión del gene. Por ejemplo, el trabajo con larvas de mosca o con planaria demostraron que hay un patrón de diferenciación de cómo son los genes que actúan del lado anterior y posterior, resulta que aplicaron la activación de los genes del lado posterior en el anterior y viceversa. Los resultados fueron que al activar los genes del lado anterior en el posterior se obtenían dos lados anteriores; mientras que en el otro experimento el individuo aparecía con dos lados posteriores.

Si por alguna circunstancia esto se presentara en la naturaleza, esto nos diría que ese individuo no sería capaz de sobrevivir en el medio que normalmente se desarrolla, por lo tanto, estaríamos reconociendo la importancia de que los procesos biológicos se lleven a cabo como debe ser porque sin ello los organismos tendrían que llegar a desaparecer. Por otro lado, estas investigaciones son favorables para establecer los mecanismos de patrón que muestran las células en las cuales se puede ver el camino que llevan las células cancerosas que son muy agresivas y poder controlar su desarrollo evitando con ello su proliferación.



Comunicación

Cuando escuchamos el término **comunicación** pensamos en el lenguaje oral, sin embargo, no es la única forma, para que la integración de las células que hacen funcionar a un ser vivo multicelular sea perfecto, la comunicación entre sus células es primordial.

¿Cómo se lleva a cabo esto? Los investigadores empezaron experimentando cómo un fármaco podía pasar a través del organismo y realizar el efecto deseado; más o menos se imaginaban, pero cuando encontraron los mecanismos específicos se sorprendieron pues son unas proteínas las que se encargan de mantener la comunicación y pasar toda la información a través de ellas. Cada tipo de células desempeña una función particular y, al trabajar en equipo y de forma coordinada con el resto de las células del organismo, logran mantener un equilibrio dinámico, denominado homeostasis, durante un período definido de tiempo al que llamamos vida.

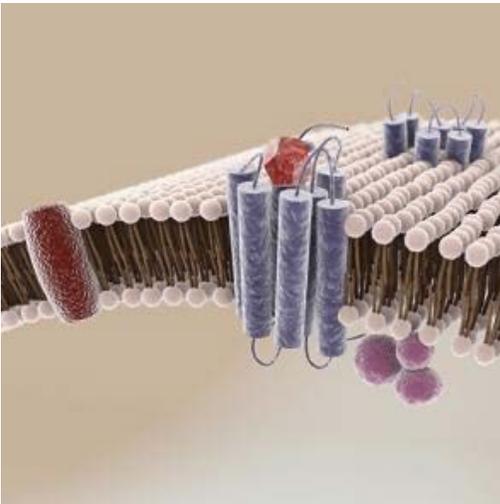


FIGURA 1. Situados en la membrana plasmática, los receptores acoplados a proteínas G (azul y rosa) constituyen uno de los sistemas principales que posee la célula para comunicarse con otras y con el entorno¹.

La vida de un organismo multicelular no sería posible sin la existencia de un mecanismo molecular que permitiera a sus células comunicarse entre sí. Dicha **comunicación** esta mediada por moléculas o por proteínas que funcionan a modo de antena que reciben las señales externas en la superficie celular. A este grupo de proteínas se les llama **receptores** y se clasifican en tres grandes grupos según su manera de funcionar.

El primer grupo corresponde a los canales iónicos, los cuales están localizados en la membrana plasmática, abren o cierran su paso a iones tales como el calcio (Ca^{2+}), el sodio (Na^{2+}) o el cloro (Cl^-). *El segundo grupo*, conocido como *receptores enzimáticos*, está formado por proteínas, situadas también en la membrana, que tienen la capacidad de unirse a otra ligando (molécula encargada de transmitir una señal o información desde otra célula) y de generar, a través de una reacción química, moléculas que actúan como transmisoras de esa señal en el interior de la célula. *El tercer grupo* está constituido por los receptores acoplados a proteínas G (o *RAPG*). Despiertan particular interés porque intervienen en un sinnúmero de procesos de señalización (comunicación) intercelular y también en la percepción

¹ [©MARKUSBLANKE/ISTOCKPHOTO] Tomado de Biología Molecular INVESTIGACION Y CIENCIA marzo 2016,

de los estímulos ambientales. Entre los distintos tipos de señales que reciben, cabe destacar las hormonas, los neurotransmisores, los péptidos, los iones y las sustancias lipídicas, así como los estímulos sensoriales tales como la luz, los olores y los sabores.

Muerte programada (apoptosis)

Las células que ya tienen sus códigos de funcionabilidad continúan su camino para seguir produciendo células, pero también traen códigos que les indicarán hasta que momento seguirán ese camino o lo cambiarán para llevar a cabo la **muerte celular programada**, esto es, existe un origen en el que se empiezan a desarrollar todas las células y de repente se tienen que apagar algunos genes que ya no necesitan estar activos, entonces surge un proceso activo, regulado genéticamente, por el cual una célula se autodestruye usando su propia maquinaria molecular, lo cual ocurre como un evento fisiológico normal y se mantiene durante el desarrollo prenatal y postnatal de casi todas las células animales. La **muerte celular** es necesaria para la **fabricación de órganos**, es como ir puliendo o descartando lo que no requiere el organismo. Una vez que se descarta ya no se vuelven a encender esos genes.

El proceso de la **muerte programada** solo se da precisamente de acuerdo con tiempo en que se encuentra programado ese descarte celular. Un ejemplo de esta programación la podemos representar en el **desarrollo embrionario** en donde se eliminarán las masas de células interdigitales, de no suceder esto naceríamos con los dedos pegados o con una mano como aleta. Otra función de la muerte programada es la de **eliminar células** que no son viables al requerimiento del organismo. Mientras más pasa el tiempo en los organismos mayor posibilidad de desarrollar problemas porque la maquinaria celular ha envejecido o ya no es posible estar programando tanta muerte celular, que es lo que sucede cuando se desarrollan células cancerosas que no se destruyen y empiezan a proliferar aceleradamente formando tumoraciones.

¿Cuál es la importancia de saber estos procesos?

En la actualidad las investigaciones están cada vez más direccionadas al descubrimiento y desarrollo de técnicas que ayuden a demostrar cómo funcionan, cómo se construyen los organismos a partir de una sola célula fertilizada.

Las investigaciones en este campo proporcionan conocimientos sobre cómo un organismo se desarrolla a partir de una sola célula fertilizada, así como también sobre los mecanismos mediante los cuales los individuos adultos sanos reparan las células dañadas y mantienen la homeostasis de sus órganos y tejidos.

Por otra parte, cada vez se establecen nuevas conexiones entre las células madre y las cancerosas, lo que hace del estudio una esperanza de vida para aquel que padece de este problema; así también sobre los mecanismos mediante los cuales los seres adultos sanos reparan sus células cuando hay daño manteniendo la homeostasis en sus tejidos, órganos y en total del organismo. Por tanto, en el área de la investigación en biomedicina, dichas células son cada vez más utilizadas como fuente de terapia celular en quienes padecen las enfermedades de **Parkinson** y **Alzheimer**, así como diabetes mellitus y afecciones cardíacas, entre otras.

Las **células madre** presentan una serie de propiedades que las distinguen del resto de las células, se ha descubierto que estas células se encuentran presentes en la mayoría de los tejidos, se les puede clasificar como células madre adultas, las que se pueden encontrar en la médula ósea, que son capaces de generar las células de la sangre y del sistema inmune, embrionarias o multipotentes capaces de producir un rango limitado de linajes de células diferenciadas de acuerdo a su localización, por ejemplo las células del sistema nervioso central que son capaces de generar neuronas, **oligodendrocitos** y **astrocitos**.

Las investigaciones han sido variadas, empezando por reconocer cuáles linajes se pueden implementar en qué tipo de terapia, sin embargo las que más se pueden utilizar son las de embriones primarios por ser **totipotentes**, pero al hacer uso de embriones humanos están atentando contra el código de bioética, así que cuando escuches decir que te venden cremas, te hacen terapias con células madre duda de su procedencia pues esto no es nada fácil y se requiere tanto de una investigación profunda y seria como estar avalado por los códigos de **bioética**.

Aplicaciones de los procesos de diferenciación y especialización utilizando células troncales².

Este proceder terapéutico incluye el uso de **células embrionarias** o de células adultas. Las células embrionarias se encuentran aún en un período de investigación, por lo que nos referiremos esencialmente a la terapéutica con células madre adultas. De estas últimas, las que se han empleado más frecuentemente son las derivadas de la médula ósea, ya sea aplicando el conjunto de células mononucleares, teniendo en cuenta su composición heterogénea, por lo que de esta forma se utiliza un “cóctel celular”; también haciendo una selección de determinadas células, con mayor frecuencia relacionada con el enriquecimiento de células CD34 +, CD33 +, CD133 + u otros marcadores específicos, o mediante la expansión de **células mesenquimales** o endoteliales. Otra fuente con la que se está experimentando recientemente por su también fácil acceso, es la de las células adiposas obtenidas mediante liposucción, pero este método se encuentra aún bastante limitado. En lesiones de la córnea se han realizado notables avances con el uso de las células madre obtenidas en la región del limbo corneal.

Principales enfermedades en que se ha empleado la terapia celular en alguna de sus formas.

Enfermedades cardiovasculares

Mediante diferentes modelos animales se han llevado a cabo diversos experimentos para evaluar el grado de regeneración miocárdica en corazones en los que se han provocado **trastornos isquémicos**. Una estrategia que se ha empleado es el trasplante de mioblastos.

En algunos de estos experimentos se ha obtenido éxito en la **regeneración miocárdica** y en la **angiogénesis** mediante el trasplante de **cardiomiocitos fetales** o mioblastos procedentes de músculos estriados. Se ha comentado que, con este proceder, no se ha apreciado una adecuada integración estructural ni se han observado manifestaciones

² Tomado de Medicina regenerativa II, aplicaciones, realidad y perspectivas de la terapia celular

fisiológicas funcionales, pero, por otra parte, se ha señalado que la mayoría de los estudios han mostrado que el trasplante de mioblastos contribuye a mejorar la función cardíaca.

Una nueva estrategia con la que se han obtenido resultados satisfactorios es el aporte de células madre derivadas de la médula ósea. En ratones y cerdos se ha demostrado que las células procedentes de la médula ósea son capaces de lograr la regeneración del miocardio infartado e inducir **miogénesis** y **angiogénesis**.

La mayor parte de estos estudios sugieren que la transferencia de células madre y células progenitoras al músculo cardíaco puede tener un impacto favorable sobre la perfusión y actividad contráctil de la zona dañada. Algunos investigadores han propuesto que el efecto beneficioso pudiera estar relacionado con la implantación de las células madre en el tejido y su fusión con las células residentes o su transdiferenciación en cardiocitos o en células del endotelio vascular; mientras que otros han sugerido la posibilidad de que simplemente la retención transitoria de las células madre aportadas sea ya suficiente para promover la liberación de algunos mediadores que favorezcan la actividad funcional.

Aunque se ha demostrado que las células embrionarias humanas se pueden diferenciar en células con propiedades estructurales y funcionales de **cardiomiocitos**, su posible aplicación en humanos se considera aún lejana. Por este motivo, los trabajos se han derivado hacia el uso de células madre procedentes de la médula ósea.

Hasta el momento, las células madre adultas procedentes de la médula ósea parecen ser la mejor opción para la regeneración cardíaca.

En general, este es un tema que aún se mantiene abierto a la investigación para que se pueda llegar a una conclusión firmemente sustentada.

Miembros inferiores isquémicos

En general, se ha planteado que el objetivo terapéutico de la **isquemia crónica** de los miembros inferiores consiste en aliviar la sintomatología, particularmente el dolor, evitar la progresión de la enfermedad y disminuir el índice de amputaciones. Se ha señalado que la meta principal en la mayor parte de los pacientes con isquemia crítica, es la preservación de la extremidad afectada.

El empleo de avanzados modelos de experimentación en animales, ha permitido desarrollar diferentes estrategias para el tratamiento de la enfermedad isquémica, donde se incluye la de miembros inferiores. En ratones, se ha podido demostrar que en extremidades posteriores con isquemia provocada y en las que se inyectaron células progenitoras endoteliales, mejoraron la circulación y se evitó su autoamputación. Un resultado semejante se obtuvo con la inyección intramuscular en el miembro isquémico de **células estromales** procedentes de la médula ósea.

Un proceder que se considera un método integral para enfrentar el estado isquémico, es el suministro de células que puedan influir en la liberación de factores de crecimiento, o bien progenitores de **células endoteliales** capaces de actuar directamente en el mecanismo angiogénico. Se ha planteado que la implantación de células mononucleares de médula ósea autóloga resulta segura y efectiva en la terapéutica angiogénica, debido a la propiedad natural de las células de la médula ósea de proporcionar, entre otras, células progenitoras endoteliales y también de secretar varios factores angiogénicos y citocinas.

Los conocimientos actuales sobre la medicina regenerativa, y en particular acerca del uso de la terapia celular, apoyan fuertemente la opinión de que este nuevo tipo de tratamiento puede contribuir significativamente al manejo de los enfermos con isquemia crónica de los miembros inferiores y a disminuir la necesidad de amputación y a mejorar su calidad de vida.

Alteraciones óseas

Estudios experimentales han demostrado la capacidad de las células de la **médula ósea** para la formación de **tejido óseo**. Desde hace algún tiempo, se ha planteado la posibilidad de usar médula ósea con fines regenerativos óseos mediante su aplicación local en aquellos huesos con alteraciones producidas por diferentes tipos de lesiones.

En algunos experimentos en ratas y ratones, se han implantado con buenos resultados células madre derivadas de la médula ósea, en lesiones óseas provocadas. Esta terapia celular se hizo directamente en la lesión, en la que se añadió una estructura de apoyo formada por hidroxapatita, que servía de andamio reconstructivo. Estos estudios se han repetido en perros y ovejas, y en ellos se han comprobado las ventajas que esta forma de terapia celular ofrece para la formación ósea y la reconstrucción del segmento dañado.

Estas experiencias se aplicaron posteriormente en los humanos, en los que se llevó a cabo la implantación de células madre hematopoyéticas autólogas en lesiones óseas significativas. Con este método se pudo observar la rápida formación ósea en el sitio de la implantación y una recuperación más favorable, en comparación con el tratamiento tradicional y sin complicaciones de importancia. Entre otras alteraciones que también han sido tratadas eficazmente con este proceder, se encuentran los quistes óseos, las pseudoartrosis y las fracturas óseas complejas.

Estos resultados sustentan los trabajos preliminares en este campo en que los ortopédicos inyectaban médula ósea autóloga fresca en algunas lesiones óseas para lograr una reconstrucción mejor y más rápida. Los resultados obtenidos sugerían la existencia en la médula ósea de **células osteogénicas** que contribuían a la reparación de los huesos lesionados.

Para la reconstitución ósea también se han utilizado células madre procedentes del tejido adiposo.

Alteraciones oculares

Las investigaciones fundamentales en esta área se han realizado en 2 estructuras del ojo: la **retina y la córnea**.

Se ha señalado que en algunas situaciones la ceguera es derivada de una apoptosis de las neuronas retinianas y cambios en la vasculatura de la retina. Estudios experimentales han puesto en evidencia que la administración de células madre hematopoyéticas, por su potencialidad de diferenciación, puede contribuir a la regeneración de lesiones de la retina provocadas mediante fotocoagulación o con rayos láser.

Estudios en ratones han demostrado que la inyección intravítrea de células madre hematopoyéticas permite contrarrestar la degeneración retiniana y regenerar la vasculatura de esta región. Por otra parte, la inyección de células estromales adultas procedentes de la

médula ósea en el espacio subretiniano de ratas, logró la integración de estas células a la retina, donde formaron estructuras similares a la capa de fotorreceptores, lo que mostró su capacidad para diferenciarse en estas estructuras oculares.

Por otra parte, en los últimos 10 años, se han logrado notables avances en el campo de la reconstrucción de la superficie ocular mediante la aplicación de procederes regenerativos.

Se ha comentado que, aunque el trasplante de córnea es una opción en el daño corneal permanente, no es eficaz en los casos donde es necesario restaurar el epitelio corneal. Se ha sugerido que el trasplante de células límbricas sería en algunas situaciones el tratamiento de elección.

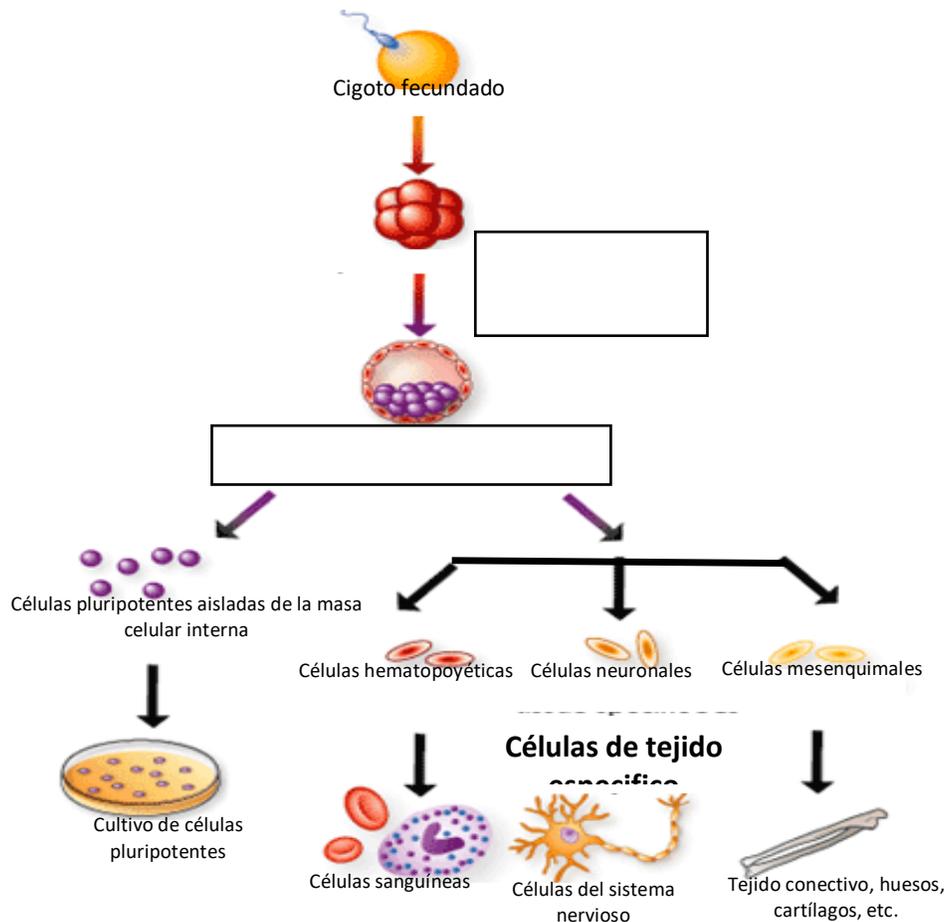
Se plantea que la combinación del trasplante de células límbricas con un fragmento de membrana amniótica, puede incrementar los beneficios de este tipo de trasplante.



- <https://bioetica.com.mx/bioetica-de-las-celulas-madre/>
- <https://youtu.be/ZqKypSh7I-o?t=8>
- <https://youtu.be/inYX6Hc1Png?t=85>,
- <https://youtu.be/Ps54eXe8YHY?t=105>
- <https://youtu.be/6eDXJGwNqJk?t=10>
- <https://youtu.be/DR80Huxp4y8?t=73>,
- <https://youtu.be/b5VAzsq3aRo?t=214>
- <https://youtu.be/CeZ5qSV-MoM?t=89>
- <https://youtu.be/siX4V7uxMMQ?t=74>

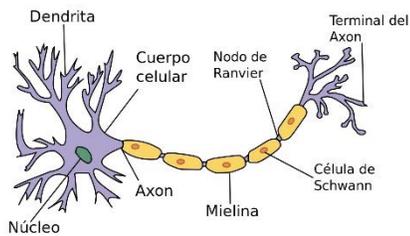
Instrucciones. Realiza las siguientes actividades

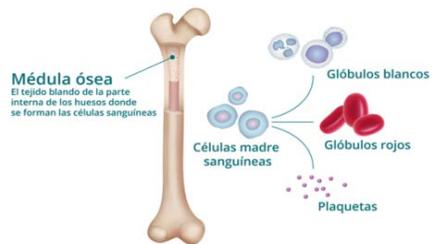
2. El siguiente esquema representa la **diferenciación celular**, debido a que en la mayoría de los organismos pluricelulares sus células provienen de la división repetida de la célula huevo o cigoto originada a partir de la fecundación. Escribe en los espacios vacíos del diagrama los tipos de células que se forman en esa etapa. Y responde la pregunta que se te presenta.

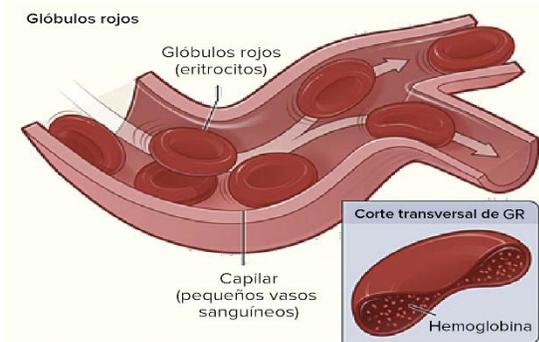


3. Explica con tus propias palabras ¿Qué es la diferenciación celular?

4. Escribe el nombre y, de manera breve, explica la función de los siguientes tipos de células especializadas que se te presentan a continuación.







5. De acuerdo con la información de la sección: *Comunicación celular*, de esta guía de estudio. Explica con tus propias palabras ¿Cómo se comunican las células que forman parte de los tejidos de todo el cuerpo?

6. Existen cuatro formas de comunicación celular: Endocrina, Autocrina, Paracrina y Yustacrina. Realiza una investigación del proceso de cada forma de comunicación y elabora un dibujo que represente cada una de esas formas de comunicación.

--	--

--	--

7. La muerte celular puede ser accidental o estar programada. Durante muchos años, la apoptosis fue sinónima de la muerte celular programada, sin embargo, se han descubierto otras formas de muerte celular. Investiga ¿Cuáles son los tipos de muerte celular?, elabora un dibujo esquemático que represente cada tipo de muerte celular, y explica el proceso que se lleva a cabo en cada uno.

<div style="border: 1px solid black; padding: 2px; width: fit-content; margin-bottom: 5px;">Apoptosis</div>	<table border="1" style="width: 100%; height: 100%;"> <tr><td style="height: 40px;"></td></tr> </table>					
<div style="border: 1px solid black; padding: 2px; width: fit-content; margin-bottom: 5px;">Necrosis</div>	<table border="1" style="width: 100%; height: 100%;"> <tr><td style="height: 40px;"></td></tr> </table>					

Autofagia	

8. A continuación, se te presenta un fragmento del artículo: **Palacios E., Miró M. J. y Boticario C. 2011. MUERTE CELULAR Y CÁNCER: LAS VÍAS DE LA APOPTOSIS Y DE LA AUTOFAGIA COMO DIANAS EN LA TERAPIA DEL CÁNCER, *Anales de la Real Academia de Doctores de España Volumen 15, n.º 2, 2011, pp. 191-215.*** Lee la información y escribe una breve explicación del uso de la muerte celular para combatir el cáncer. El artículo completo lo puedes revisar en: <https://www.radoctores.es/doc/1V15N2-palacios-muertecelular.pdf>.

*Anales de la Real Academia de Doctores de España
Volumen 15, n.º 2, 2011, pp. 191-215*

**MUERTE CELULAR Y CÁNCER: LAS VÍAS DE LA
APOPTOSIS Y DE LA AUTOFAGIA COMO DIANAS
EN LA TERAPIA DEL CÁNCER**

1. INTRODUCCIÓN

El cáncer es una enfermedad compleja y progresiva que se origina por la acumulación de alteraciones genéticas y epigenéticas que conducen a la transformación de una célula normal en maligna. Este proceso multifactorial configura una vía dinámica y única para cada tumor, que hace extremadamente difícil determinar las alteraciones que causan, mantienen y propagan la enfermedad (1). La mutación de genes reguladores (protooncogenes y/o genes supresores de tumores) evoluciona hasta motivar alteraciones en vías y procesos esenciales para el normal desarrollo y funcionamiento del organismo. La pérdida de la regulación de esas vías se manifiesta en un incremento de la actividad del ciclo celular, disminución de la actividad de las vías de diferenciación, pérdida de efectividad de los mecanismos de reparación del ADN y descenso de la muerte celular (2).

La erradicación de las células dañadas, para evitar su multiplicación, es la estrategia principal de protección frente al cáncer. En las células normales existen varios mecanismos que provocan la muerte celular, pero en estos procesos participan proteínas clave (supresoras de tumores) que frecuentemente se inactivan durante la génesis del cáncer. Por ello, un factor central de la progresión de esta enfermedad es la inactivación de las vías de muerte celular (3). Es bien conocido que las células cancerosas no sufren apoptosis y que la evolución clonal del cáncer selecciona las células caracterizadas por su elevada actividad proliferativa y capacidad de supervivencia. Por otra parte la alteración de los componentes de las vías de muerte celular supone una barrera para la eficacia de muchas formas de terapia anticancerosa, cuya respuesta depende de la actividad de esas proteínas (4).

Entre los mecanismos más importantes que regulan el equilibrio entre el crecimiento y la muerte de las células, se encuentra la muerte celular programada (PCD), proceso conservado a través de la evolución que decide el destino de la célula. Por lo tanto, para el desarrollo de estrategias racionalizadas destinadas a provocar la muerte de las células neoplásicas es de importancia crucial la identificación de nuevos factores y vías que regulan la viabilidad celular. Por ello, en la última década la PCD ha recibido atención destacada y creciente en la búsqueda de nuevas dianas para el tratamiento del cáncer (5). Los estudios de muerte celular programada en cáncer se han centrado en la *apoptosis*, sin embargo, más recientemente, la atención se ha dirigido también a otro proceso que tiene profundos efectos sobre la viabilidad celular, la *autofagia*. Mientras la apoptosis contribuye invariablemente a la muerte de las células cancerosas, la autofagia juega el papel de Jano en la supervivencia y muerte de estas células. En este artículo se revisa, en primer lugar, la regulación de vías de señalización de muerte celular programada, enfocada a las estrategias para el ataque de las células cancerosas a través de las vías apoptóticas claves para la terapia de esta enfermedad; en segundo lugar se analiza el doble papel que desempeña la autofagia en el desarrollo del cáncer y las implicaciones terapéuticas; finalmente, se hará referencia a la intrincada relación entre ambas vías de señalización. Estos conocimientos facilitarán, en última instancia, la utilización de las vías de la apoptosis y de la autofagia como dianas terapéuticas en la lucha contra el cáncer.

Explicación:



La siguiente evaluación te brindará un panorama sobre tu desempeño a lo largo del corte, así como lo que requieres fortalecer, en cuanto a lo actitudinal y lo aptitudinal.

Instrucciones: Marca con una **X** la opción que corresponda.

Desempeño actitudinal

Evaluación actitudinal	Totalmente de acuerdo	Parcialmente de acuerdo	Totalmente en desacuerdo
Organizo mi tiempo de estudio.			
Tengo un espacio exclusivo para estudiar.			
Relaciono mi aprendizaje con mi contexto.			
Utilizo diferentes fuentes de consulta, material físico y virtual.			
Gestiono mi aprendizaje usando organizadores gráficos y elaborando resúmenes.			
En el momento de la resolución de las actividades me comprometí con mi aprendizaje.			
Busco el significado de las palabras que desconozco en diferentes fuentes de consulta como libros o diccionarios			
Al ir resolviendo, procuro tomar apuntes para organizar mi aprendizaje.			

Desempeño aptitudinal

Logros mediante mi aprendizaje autónomo	En forma clara	Me cuesta trabajo	No
Identifico los niveles de organización de la materia.			
Logro explicar la importancia de los niveles de organización celular y sus propiedades en los organismos.			
Describo los procesos de diferenciación, especialización, comunicación y muerte celular.			
Puedo explicar los procesos de diferenciación, especialización, comunicación y muerte celular.			
Puedo explicar la importancia de los procesos de diferenciación, especialización, comunicación y muerte celular lo largo de la vida de un organismo.			
Identifico el concepto de patología			
Puedo nombrar algunos ejemplos de patologías			
Puedo explicar algunas patologías vinculadas a los mecanismos de diferenciación, especialización, comunicación y muerte celular.			



- Arquitectos de la comunicación celular
<https://www.investigacionyciencia.es/revistas/investigacion-y-ciencia/el-gps-del-cerebro-665/arquitectos-de-la-comunicacin-celular-13980> consultado 18 de septiembre del 2020
- Atlas de histología animal y vegetal https://mmegias.webs.uvigo.es/2-organos-a/guiada_o_a_inicio.php consultado 19 de septiembre del 2020.
- Atlas de histología vegetal y animal. https://mmegias.webs.uvigo.es/1-vegetal/guiada_v_inicio.php consultado 19 de septiembre del 2020.
- Características generales de los seres vivos marzo 2014. <http://b-log-ia20.blogspot.com/2014/03/caracteristicas-generales-de-los-seres.html> consultado 18 de septiembre del 2020.
- Célula eucariota http://www.sld.cu/galerias/pdf/sitios/histologia/celulaeucariota1-10_1.pdf consultado 17 de septiembre del 2020.
- Cómo se forman los órganos durante el desarrollo embrionario <https://www.agenciasinc.es/Noticias/Como-se-forman-los-organos-durante-el-desarrollo-embrionario> consultado 19 de septiembre del 2020
- Bioética de las células madre <https://bioetica.com.mx/bioetica-de-las-celulas-madre/> consultado 25 de septiembre del 2020
- Nuevos datos sobre el origen de la célula eucariota INVESTIGACION Y CIENCIA <https://www.investigacionyciencia.es/revistas/investigacion-y-ciencia/adaptados-al-ejercicio-702/nuevos-datos-sobre-el-origen-de-la-clula-eucariota-15114> consultado 17 de septiembre del 2020
- Organización de las células <https://www.ck12.org/book/ck-12-conceptos-biolog%c3%ada/section/2.11/> consultado 19 de septiembre del 2020
- Organización de los sistemas orgánicos del cuerpo humano para facilitar su estudio. http://scielo.sld.cu/scielo.php?script=sci_arttext&pid=S0864-21412004000300005 consultado 18 de septiembre del 2020
- Origen de las células http://www.scielo.org.mx/scielo.php?script=sci_arttext&pid=S1665-19952013000100005 consultado 18 de septiembre del 2020
- Siete curiosos órganos que las personas no tenemos <https://www.nationalgeographic.es/animales/siete-curiosos-organos-animales-que-las-personas-no-tenemos> consultado 19 de septiembre del 2020

- Revista Cubana de hematología, inmunología y hemoterapia
http://scielo.sld.cu/scielo.php?script=sci_arttext&pid=S0864-02892006000100002
consultado 20 de septiembre 2020

Referencias de imágenes

- Célula Eucariota. Concepto ABC. Revisado: 19/04/2022. Extraído: <https://conceptoabc.com/celula-eucariota/>
- Saldaña Daniel. 2022. ¿Cuáles son las principales enfermedades que afectan el sistema digestivo? tododisca. Revisado: 19/04/2022. Extraído: <https://www.tododisca.com/principales-enfermedades-afectan-sistema-digestivo/>
- Ceballos S. y Salazar T. Tejidos del Cuerpo Humano. Pinterest. Revisado: 19/04/2022. Extraído: <https://www.pinterest.com.mx/santiagoacr19/tejidos-del-cuerpo-humano/>
- Study Mode. Relaciones tróficas. Revisado: 19/04/2022. Extraído: <https://www.baamboozle.com/study/470288>
- Organos. Definicion.de. Revisado: 19/04/2022. Extraído: <https://definicion.de/organos/>
- Imperio de la Ciencia. Diferenciación celular, reprogramación y el premio Nobel. Revisado: 19/04/2022. Extraído: <https://imperiodelaciencia.wordpress.com/2012/10/10/diferenciacion-celular-reprogramacion-y-el-premio-nobel/>
- Aspiración y biopsia de médula ósea. St. Jude Children´s Research Hospital. Juntas. Revisado: 19/04/2022. Extraído: <https://together.stjude.org/es-us/diagn%C3%B3stico-tratamiento/procedimientos/aspiraci%C3%B3n-de-m%C3%A9dula-%C3%B3sea-biopsia.html>
- Significado de neurona. Significados. Revisado: 19/04/2022. Extraído: <https://www.significados.com/neurona/>
- Comunicación celular. 2012. Slideshare. Revisado: 19/04/2022. Extraído: <https://es.slideshare.net/nikolinoroll/comunicacion-celular-13547354>
- Bautista Manuel. 2016. ¿Cómo se comunican las células? El complejo lenguaje biomolecular. Explorer BioGen. Revisado: 19/04/2022. Extraído: <https://explorerbiogen.wordpress.com/2016/05/31/comunicacion-celular/>
- Comunicación celular. Revisado: 19/04/2022. Extraído: http://uapas2.bunam.unam.mx/ciencias/comunicacion_celular/
- El cuerpo humano. Revisado: 30/04/2022. Extraído: <https://www.uv.es/hort/cuerpohumano/cuerpohumano.html>
- ¿Cuál es el mecanismo de especialización de las células? Revisado: 1/05/2022. Extraído: <https://slideplayer.es/slide/12925551/>
- Componentes de la sangre. KhanAcademy. Revisado: 1/05/2022. Extraído: <https://es.khanacademy.org/science/biology/human-biology/circulatory-pulmonary/a/components-of-the-blood>
- Megías M, Molist P, Pombal MA. (2019). Atlas de histología vegetal y animal. Tipos celulares. Revisado: 01/05/2022. Extraído: <http://mmegias.webs.uvigo.es/8-tipos-celulares/listado.php>
- Comunicación celular. CUAIEED-UNAM. Revisado: 01/05/2022. Extraído: http://uapas2.bunam.unam.mx/ciencias/comunicacion_celular/
- Imágenes libres de regalías de apoptosis. Shutter-stock. Revisado: 01/02/2022. Extraído: <https://www.shutterstock.com/es/search/apoptosis>



- Necrosis imágenes de stock. Revisado: 01/02/2022. Extraído: <https://es.123rf.com/clipart-vectorizado/necrosis.html?sti=lz3hp01uho615l8bbp>
- Homo-Medicus. ¿Qué es la autofagia celular? 2022. Revisado: 01/05/2022. Extraído: <http://www.homomedicus.com/autofagia/>



CORTE

2

PROCESOS DE REGULACIÓN Y CONTINUIDAD DE LOS SERES VIVOS EN EL TIEMPO

Aprendizajes esperados:

- Regulación química
- Regulación electroquímica
- Reproducción
- Identificarás los componentes morfológicos y bioquímicos implicados en la regulación química, electroquímica y en la reproducción de los organismos.
- Describirás los procesos de maduración sexual y conducta reproductiva en algunos organismos.
- Explicarás la relación de los procesos reproductivos con la regulación química y electroquímica.
- Describirás los procesos de reproducción asexual y sexual, fecundación, gametogénesis y desarrollo embrionario.
- Argumentarás la importancia de la reproducción en la continuidad de los sistemas vivos y de las hormonas y neurotransmisores en la conducta reproductiva.

Al finalizar el corte serás capaz de explicar la relación que existe entre los procesos de regulación química, electroquímica y los mecanismos reproductivos, lo cual le permitirá valorar la importancia de estos procesos en la continuidad de los sistemas vivos en el tiempo.

RECOMENDACIÓN

Te sugerimos, revises los aprendizajes esperados antes de iniciar con el estudio del corte, realiza las anotaciones que sean necesarias.



Para que logres desarrollar los aprendizajes esperados correspondientes al corte 2 es muy importante que tus conocimientos previos se reactiven.

¿Cuáles son los conocimientos que se requieren para el logro de los aprendizajes?

Aquí te los presentamos:

- Organización celular y propiedades en los organismos
- Características de los seres vivos
- Función de las biomoléculas en los seres vivos
- Funciones metabólicas de los organismos
- División celular (mitosis y meiosis)
- Diversidad y clasificación de los seres vivos

Identifica lo que debes saber para que la comprensión de los contenidos sea más fácil, si descubres que has olvidado algo ¡repásalo!



A continuación, encontrarás una serie de preguntas que te permitirán recordar algunos conocimientos necesarios para el desarrollo del corte.

Instrucciones. Seleccione la opción correcta en cada planteamiento

- 1. La homeostasis se define como**
 - a. Proceso en el que un organismo carece de estímulos externos e internos.
 - b. Proceso en el que un organismo produce estímulos internos.
 - c. Proceso en el que un organismo siente estímulos externos.
 - d. Proceso de equilibrio entre el medio interno y externo de en un organismo.

- 2. Son ejemplos de hormonas excepto**
 - a. Testosterona
 - b. Glucosa
 - c. Progesterona
 - d. Dopamina

- 3. Son ejemplos de animales vivíparos, excepto**
 - a. Perro
 - b. Gato
 - c. Humano
 - d. Tortuga

- 4. Esta hormona participa en el desarrollo de los caracteres sexuales masculinos**
 - a. Progesterona
 - b. Testosterona
 - c. Oxitocina
 - d. Serotonina

- 5. Son fases del desarrollo embrionario en el orden en que ocurren**
 - a. Segmentación, Mórula, Blástula, Fecundación y Gástrula
 - b. Segmentación, Blástula, Mórula, Fecundación y Gástrula
 - c. Fecundación, Segmentación, Mórula, Blástula y Gástrula
 - d. Fecundación, Mórula, Segmentación, Blástula y Gástrula

6. La reproducción en los seres vivos permite

- a. Que los organismos de diferentes especies se apareen.
- b. Que los organismos aseguren la continuidad y permanencia de las especies.
- c. Que los organismos formen únicamente huevos para reproducirse.
- d. Que los organismos se dividan únicamente por mitosis.



Regulación química

La complejidad de las funciones vitales en los seres vivos es enorme, pero todas ellas tienen una base similar que es la transformación de sustancias químicas. Muchos de estos procesos se producen gracias a reacciones químicas o cambios electroquímicos.

Dentro del grupo de los sistemas fundamentales del cuerpo humano se encuentra el sistema nervioso, es gracias a este sistema que los humanos tenemos la percepción del mundo real, lo captamos mediante los sentidos; es el que se encarga de transmitir esa información a diferentes partes del organismo y básicamente, nos permite entender nuestro entorno y realiza las acciones adecuadas para la correcta y coordinada interacción con éste. El otro sistema es el endocrino, el cual está constituido por glándulas endocrinas las cuales son las responsables de producir sustancias químicas (hormonas) liberadas hacia el torrente sanguíneo y son las encargadas de regular los procesos como el metabolismo, crecimiento y desarrollo sexual.

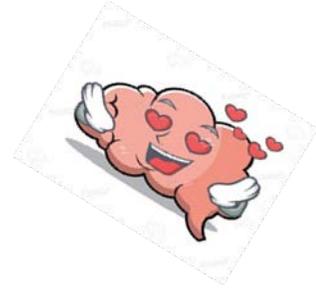
Describirás y argumentarás la importancia de la reproducción asexual y sexual, así como los procesos implicados (gametogénesis, fecundación y desarrollo embrionario) que están regulados por las hormonas y los neurotransmisores. Aplicarás de manera integral los conocimientos, podrás aportar puntos de vista y considerar otros para solucionar problemas relacionados con la reproducción humana, como, por ejemplo: alteraciones del ciclo menstrual, embarazo no planeado, desarrollo embrionario, aborto, etc.

Componentes morfológicos y bioquímicos implicados en la regulación química.

Los organismos poseen la capacidad de captar los cambios tanto en su medio interno como externo (***irritabilidad***), mediante lo que conocemos como ***estímulos***, y presentan estructuras que permiten el ingreso de la información según la intensidad del estímulo. Los cambios pueden producirse en la temperatura, en las concentraciones de distintas sustancias y en los movimientos del aire o del agua, que provocan efectos mecánicos sobre la superficie del organismo.

La regulación y el control del medio interno (***homeostasis***), requieren de la acción de ***órganos, tejidos y células***, denominados ***efectores***, que son los que ejecutan las ***respuestas***.

Las respuestas elaboradas por los órganos, las llevan a cabo o ejecutan los **órganos efectores**, por ejemplo, los músculos que producen respuestas mecánicas, como el movimiento. Pero también existen respuestas fisiológicas que involucran la secreción de sustancias como **las hormonas** que mantienen el medio interno estable.



Y precisamente nos vamos a enfocar en estas sustancias, las cuales son muy importantes para mantener la regulación interna de los sistemas vivos.



¿Has escuchado alguna vez decir a alguna persona: “que genio te cargas, con eso de que traes las hormonas locas...”

¿Sabías que...? las hormonas son mensajeros químicos que regulan procesos fisiológicos.

Y también:

¿Sabías que...? se producen en glándulas y circulan en la sangre, por donde llegan a los órganos o tejidos sobre los que actúan.

SISTEMA HORMONAL.

LES PRESENTO A... ¡LAS HORMONAS!

Hormonas... ¿Quién habló alguna vez de ellas? ¿Han escuchado hablar de ellas? ¿Y quién, aún sin saberlo, no sufrió sus embates?

Es importante que revises el siguiente video sobre el sistema endocrino, para que veas la gran cantidad de hormonas que se producen en nuestro cuerpo y la función que realizan cada una de ellas.

Video sobre Funciones del Sistema Endocrino: glándulas y hormonas

<https://www.youtube.com/watch?v=2vHIMtKFuGk>



En caso de no tener acceso al video o como complemento de este, revisa la siguiente información.

Las glándulas **endocrinas** secretan hacia la sangre moléculas con actividad biológica llamadas **hormonas**. La sangre las transporta hacia *células blanco* que contienen *proteínas receptoras* específicas para ellas y que, en consecuencia, pueden responder de una manera específica a ellas. Muchas glándulas endocrinas son órganos cuyas funciones primarias son la producción y secreción de hormonas. Algunos ejemplos de estos órganos son:

La tiroides es una glándula endocrina de unos 5 cm de diámetro y situada en el cuello que produce las hormonas tiroideas: la T4 (tiroxina) y la T3 (triyodotironina). Estas hormonas influyen en lo que se conoce como índice metabólico.

El páncreas, produce en los islotes de Langerhans la insulina que es una hormona que disminuye los niveles de azúcar en sangre, metabolizando la glucosa y favoreciendo la formación de proteínas y el almacenamiento en forma de grasas, pues el azúcar no puede viajar libremente por la sangre. También produce el glucagón, el cual hace que el hígado libere glucosa para aumentar transitoriamente los niveles de azúcar en caso de que no haya suficiente.

El hipotálamo, gracias a las hormonas que produce como la oxitocina y la vasopresina, tiene influencia en muchos procesos corporales. Se encarga de mantener la temperatura corporal, regula la sensación de hambre en función de si el organismo necesita comer o no, regula los estados de ánimo, estimula o inhibe el apetito sexual, establece los ritmos de sueño, regula la frecuencia cardíaca y nos hace sentir sed.

La pituitaria, también conocida como hipófisis, es una glándula de pequeño tamaño (8 mm) situada sobre la base del cráneo y que produce muchas hormonas distintas: oxitocina, vasopresina, tirotrópina, somatotropina, prolactina, gonadotropinas, endorfinas, etc.

Las suprarrenales. Son dos órganos situados cada uno en la parte superior de cada riñón y que se encargan de producir distintas hormonas: adrenalina, cortisol, aldosterona y testosterona. Por lo tanto, las glándulas suprarrenales ayudan a controlar la presión arterial y la frecuencia cardíaca, regulan la sudoración, mantienen los niveles de sal en el cuerpo, permiten dar respuesta a situaciones de estrés, propician la producción de hormonas sexuales, etc.

La glándula pineal es un pequeño órgano localizado en el cerebro y que se encarga de producir melatonina, que ayuda a regular los patrones de sueño, dificulta el crecimiento de células cancerígenas, estimula el sistema inmune, tiene efectos antioxidantes, etc.

Las glándulas paratiroides son cuatro estructuras de pequeño tamaño que se encuentran encima de la tiroides y que se encargan de producir la hormona paratiroidea, la cual se encarga de mantener el equilibrio en el organismo entre el calcio y el fósforo.

Los testículos o gónadas masculinas se encuentran dentro del escroto y producen testosterona, la cual influye en el desarrollo de los seres humanos. Propician su crecimiento, estimulan la producción de espermatozoides, aumentan la masa muscular, agrandan el pene, hacen que la voz sea más grave, hacen aumentar el vello facial y púbico, etc.

Los ovarios están situados en la pelvis y, además de fabricar óvulos, se encargan de segregar estrógeno y progesterona, las hormonas sexuales femeninas.

Por lo tanto, las gónadas femeninas determinan el inicio de la pubertad, hacen aumentar el tamaño de los senos, regulan el ciclo menstrual, propician el crecimiento corporal, estimulan el almacenamiento de grasa en las caderas y los muslos, ayudan a que el embarazo se desarrolle correctamente, etc.



- Generalidades del sistema endocrino
<https://www.youtube.com/watch?v=2vHIMtKFuGk>
- ¿Para qué sirven las hormonas?
<https://www.youtube.com/watch?v=e0tx3fuUZ6g>
- Glándulas endocrinas y su función
<https://medicoplus.com/endocrinologia/glandulas-endocrinas>

Instrucciones: Realiza lo que se te pide

1. Completa los cuadros con la siguiente información:
 - a) Accede a la siguiente liga <http://objetos.unam.mx/biologia/homeostasis/sitio/equilibrio.html#> que corresponde a la página de “Objetos UNAM”
 - b) Revisa el contenido de la sección “Equilibrio dinámico” y posteriormente selecciona la opción “Ver ejemplo”
 - c) Revisa los ejemplos de “Aumento de temperatura” y “Disminución de temperatura”, recuerde hacer anotaciones pertinentes.

Aumento de temperatura			
Fases			
Desequilibrio		Regulación	Equilibrio
Estímulo	Órgano que recibe el estímulo	Mecanismos Homeostáticos	Resultado

Disminución de temperatura			
Fases			
Desequilibrio		Regulación	Equilibrio
Estímulo	Órgano que recibe el estímulo	Mecanismos Homeostáticos	Resultado

Regulación electroquímica

COMPONENTES MORFOLÓGICOS Y BIOQUÍMICOS IMPLICADOS EN LA REGULACIÓN ELECTROQUÍMICA.**¿Qué es el sistema nervioso?**

Es el sistema más complejo y sofisticado del cuerpo. Tiene la importante misión de regular y coordinar las funciones y actividades del cuerpo. El **Sistema Nervioso (SN)** es, junto con el Sistema Endocrino, el rector y coordinador de todas las actividades conscientes e inconscientes del organismo.

Nuestro organismo puede captar información tanto del medio externo como del interior del cuerpo. Esta información es procesada por el sistema nervioso y se utiliza para elaborar las órdenes que gobiernan su funcionamiento.

Componentes del sistema nervioso

El sistema nervioso está constituido por dos tipos de células:

- **Las neuronas o células nerviosas:** son **las células del sistema nervioso**. Estas sirven para transmitir y emitir información. Las redes de neuronas son aquellas que comunican mediante impulsos nerviosos la información desde el cerebro hacia el resto del cuerpo o viceversa.
- **Las Células gliales o neuroglía:** realizan funciones de sostén, nutrición y defensa del tejido nervioso. Las principales células gliales son: los astrocitos, los oligodendrocitos y las células de Schwann.

Las neuronas tienen diferentes partes que las constituyen. Estas partes son:

- **Dendritas:** son las partes ramificadas de la neurona que reciben la información (impulsos nerviosos) y la transportan hacia el cuerpo celular.
- **Soma, cuerpo celular o pericarión:** es la parte central de la neurona. En este cuerpo celular se halla el núcleo de la célula.
- **Axón:** es la ramificación que parte del cuerpo celular y comunica la información hacia otra neurona. Estas pueden tener diferente extensión dependiendo de la zona del cuerpo en la que se encuentren.
- **Mielina:** es una sustancia grasa y de color blanco que recubre la mayoría de los axones. Esta tiene como función acelerar el impulso nervioso. Es decir, acelerar la información comunicada hasta 90 veces por segundo.

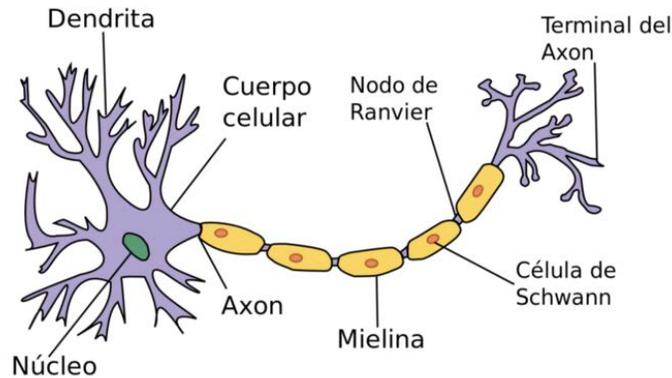


Figura 1. Célula nerviosa³

Las neuronas se pueden clasificar en:

1. **Neuronas sensoriales.** Estas neuronas son aquellas que reciben los estímulos del medio ambiente. Por ejemplo los ojos, el tacto, el oído y transmiten las señales desde los diferentes órganos hacia el cerebro, pasando por la médula espinal.
2. **Neuronas motoras.** Son neuronas que emiten señales desde el sistema nervioso central hasta los músculos, efectuando así el movimiento de éstos.
3. **Interneuronas.** Deben transmitir información entre las neuronas sensoriales y las motoras.
4. **De relé.** Son neuronas de gran tamaño que transmiten información desde una parte del sistema nervioso central hacia otra dentro de este sin pasar por el sistema nervioso periférico.

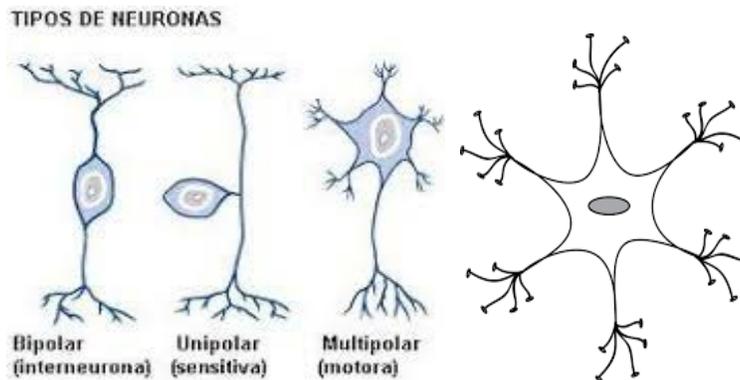


Figura 2. Tipos de neuronas y Neurona de Relé⁴.

³Imagen tomada de:

https://www.google.com/search?q=neuronas+y+sus+partes&sxsrf=ALeKk03z_RNm2xRzQ982UZ_aGuznyb7dPw:1600484939458&tbn=isch&source=iu&ictx=1&fir=VX9j1cdKvOZMBM%252Cr7wecu1yOPRISM%252C_&vet=1&usq=Al4_kTAT1nDSOjhiR2m5pQAj8mAonEtDg&sa=X&ved=2ahUKEwi_jKOCn_TrAhUXa80KHREYChYQ9QF6BAgKEF8&biw=1366&bih=608#imgrc=ykiwUbmcs1oSM

⁴ tomado de: <https://slideplayer.es/slide/12996072/> y tomado de: <https://pixabay.com/es/vectors/neurona-rel%C3%A9-de-la-neurona-1979531/>

La sinapsis

La sinapsis ocurre entre dos neuronas y se repite infinitamente. En la parte final (denominada axón terminal) de cada célula se encuentra (entre ésta y la neurona siguiente) un pequeño espacio que se llama vesícula sináptica. Cuando la información llega hasta el borde del axón, **se desprenden unas partículas llamadas neurotransmisores** que son liberados desde el axón de la neurona que emite la información.



Figura 3. Sinapsis⁵

Estos neurotransmisores **quedan en el líquido de la vesícula sináptica**. Algunos de estos se pierden, pero otros tantos ingresan a través de la sinapsis hacia las dendritas de las otras células (neurona que recibe la información).

Este proceso **ocurre entre 2 neuronas y se repite infinitas veces** desde que la información parte de un sitio (cerebro u órgano sensorial) hasta que llega a su destino.

Impulso Nervioso

Un **impulso nervioso** se define como una onda de propagación de actividad metabólica que puede considerarse como un fenómeno eléctrico que viaja a lo largo de la membrana neuronal. Las dendritas y el cuerpo celular de una unidad nerviosa pueden ser estimulados o excitados por estímulos débiles, pero no generan un impulso conocido. Sin embargo, los axones no responden a los estímulos inferiores al valor requerido para iniciar un impulso (un valor umbral), los axones responden con conducción máxima o no responden en absoluto.

Propagación del impulso nervioso

Cuando una neurona es estimulada, se originan unos cambios eléctricos que empiezan en las dendritas, pasan por el cuerpo neuronal, y terminan en el axón.

⁵ Imagen tomada de <https://www.caracteristicas.co/wp-content/uploads/2017/07/sinapsis-neuronal-e1571334229297.jpg>

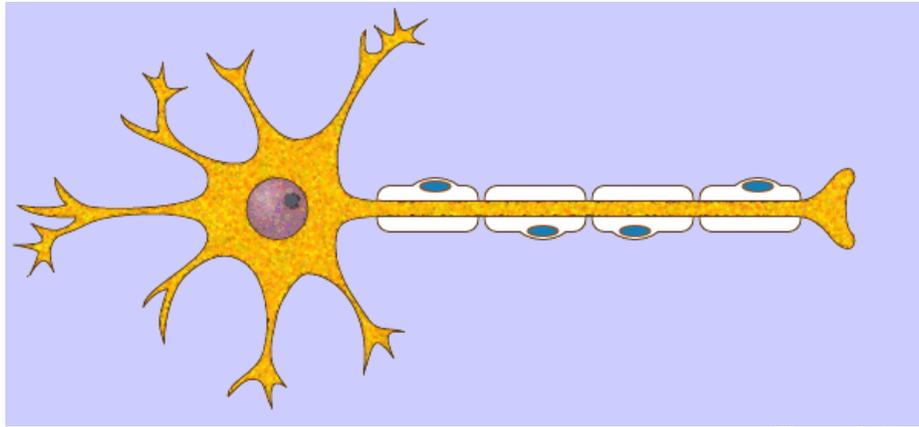


Figura 4. Impulso nervioso⁶

El **impulso nervioso** no se transmite con la misma velocidad en todas las neuronas. Depende de si el axón está o no rodeado por unas células, las **células de Schwann**, que producen una sustancia blanca, la **vaina de mielina**, que impide el paso del impulso nervioso y hace que tenga que "saltar" entre los espacios sin vaina de mielina (**nódulos de Ranvier**), por lo que la velocidad será mayor.

A este tipo de propagación del impulso nervioso se le denomina "**conducción o propagación saltatoria**".

También se pueden clasificar las neuronas según si tienen o no mielina:

- **Neuronas miélicas.** Sus axones son más gruesos y el impulso nervioso se propaga con más rapidez gracias a la conducción saltatoria.
- **Neuronas amielínicas.** Crecen de mielina, por lo que conducen el impulso nervioso más lentamente.

El impulso nervioso se transmite a lo largo de una neurona mediante un proceso de despolarización:

- En un principio, la membrana está polarizada. En parte exterior de la membrana abundan los iones con carga positiva y en la parte interior, los de carga negativa. Esto se mantiene por la acción de la bomba de sodio-potasio y se denomina **potencial de reposo**.

⁶ (imagen GIF, 600 × 276 píxeles) - Escalado (0%). (s. f.). Recuperado a partir de http://recursostic.educacion.es/ciencias/biosfera/web/alumno/3ESO/Relacor/imagenes/Impulso_nervioso.gif. Esta obra está bajo una licencia de Creative Commons Reconocimiento-NoComercial-CompartirIgual 3.0 España

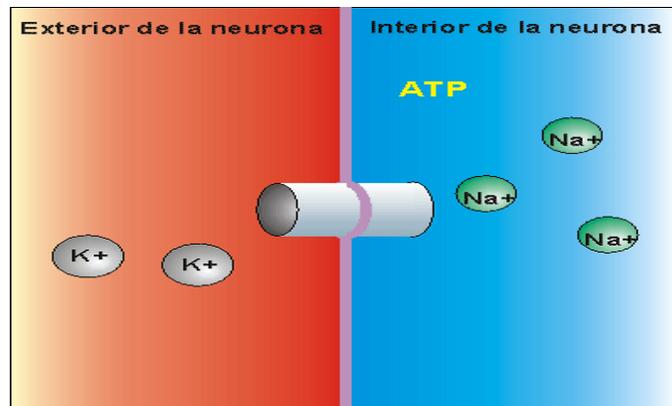


Figura 5. Bomba de sodio-potasio⁷.

- Cuando llega un estímulo aumenta la permeabilidad para los iones de sodio, que entran en la célula, con lo que la polaridad se invierte en ese punto, quedando más carga positiva en el interior en esa zona. A esta alteración se le llama **potencial de acción**.
- Esta despolarización lleva a la redistribución de los iones, los canales de sodio cercanos se abren, y también se despolariza la zona contigua, y ésta, a su vez, a la de la zona que le sigue, como si fueran las fichas de un dominó. De esta manera el impulso nervioso se desplaza como una onda a lo largo del axón.
- Una vez que el impulso nervioso ha recorrido todo el axón, en milésimas de segundo, se produce la **repolarización** o restablecimiento de las concentraciones de iones características del estado de reposo.

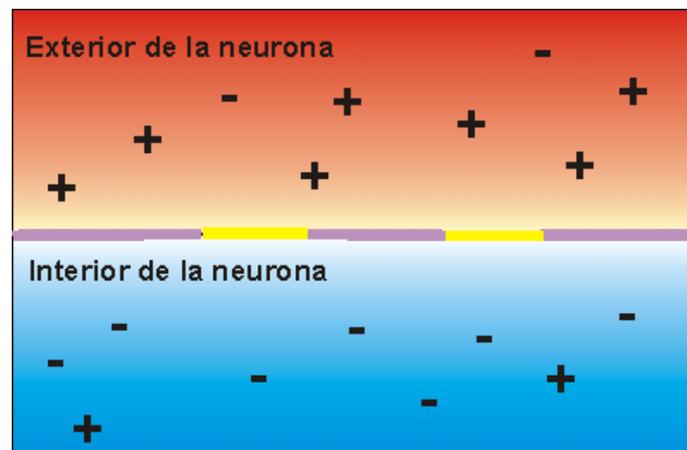


Figura 6. Paso de potencial de acción a potencial de reposo⁸.

El **impulso nervioso** se propaga con mayor velocidad en los axones con mielina, puesto que la generación de potenciales no se realiza punto a punto a lo largo de todo el axón, sino sólo en los nódulos de Ranvier. Esto se debe a que, al ser la mielina aislante eléctrico, no permite el paso de cargas a través de ella.

⁷ Animacionak.gif (imagen GIF, 400 × 400 píxeles) - Escalado (0%). (s. f.). Recuperado a partir de <http://recursos.cnice.mec.es/biosfera/alumno/1bachillerato/animal/imagenes/nervio/Animacionak.gif>

⁸ potenciacion.gif (imagen GIF, 400 × 260 píxeles) - Escalado (0%). (s. f.). Recuperado a partir de <http://recursos.cnice.mec.es/biosfera/alumno/1bachillerato/animal/imagenes/nervio/potenciacion.gif>

La mielina, además de aumentar la velocidad de propagación, ahorra energía. Cuando entran los iones sodio después de un potencial de acción, la bomba de sodio-potasio, tiene que gastar energía para expulsarlos de nuevo. En las neuronas con mielina este proceso sólo se da en los nódulos de Ranvier, por lo que se ahorra energía.

Neurotransmisores

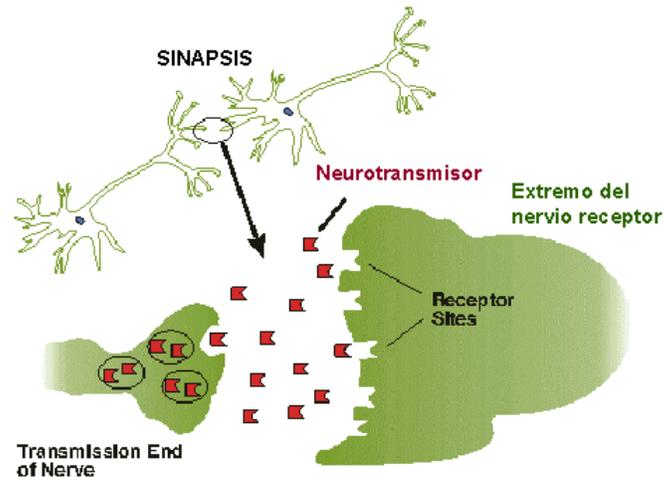


Figura 7. Neurotransmisores

Los **neurotransmisores** son sustancias químicas creadas por el cuerpo que transmiten señales (es decir, información) desde una neurona hasta la siguiente a través de unos puntos de contacto llamados *sinapsis*. Cuando esto ocurre, la sustancia química se libera por las vesículas de la neurona pre-sináptica, atraviesa el espacio sináptico y actúa cambiando el potencial de acción en la neurona post-sináptica.

Los neurotransmisores y su función.

Serotonina

Este neurotransmisor es sintetizado a partir del triptófano, un aminoácido que no es fabricado por el cuerpo, por lo que debe ser aportado a través de la dieta. La serotonina (5-HT) **es comúnmente conocida como la hormona de la felicidad**, porque los niveles bajos de esta sustancia se asocian a la depresión y la obsesión. Pertenece al grupo de las indolaminas.

Además de su relación con el estado de ánimo, desempeña distintas funciones dentro del organismo, entre las que destacan: su papel fundamental en la digestión, el control de la temperatura corporal, su influencia en el deseo sexual o su papel en la regulación del ciclo sueño-vigilia.

El exceso de serotonina puede provocar un conjunto de síntomas de distinta gravedad, pero en su justa medida, se cree que ayuda a combatir el estrés y la ansiedad. Además, hay maneras naturales de potenciar el poder de la serotonina sobre nuestro sistema nervioso central, como, por ejemplo, hacer ejercicio moderado.

1. Dopamina

La dopamina es otro de los neurotransmisores más conocidos, porque **está implicado en las conductas adictivas y es la causante de las sensaciones placenteras**. Sin embargo, entre sus funciones también encontramos la coordinación de ciertos movimientos musculares, la regulación de la memoria, los procesos cognitivos asociados al aprendizaje y la toma de decisiones.

2. Endorfinas

¿Te has dado cuenta de que después de salir a correr o practicar ejercicio físico te sientes mejor, más animado y enérgico? Pues esto se debe fundamentalmente a las endorfinas, una droga natural que es liberada por nuestro cuerpo y que produce una sensación de placer y euforia.

Algunas de sus funciones son: promueven la calma, mejoran el humor, reducen el dolor, retrasan el proceso de envejecimiento o potencian las funciones del sistema inmunitario.

3. Adrenalina (epinefrina)

La adrenalina es un neurotransmisor que desencadena mecanismos de supervivencia, pues se asocia a las situaciones en las que tenemos que estar alerta y activados porque permite reaccionar en situaciones de estrés.

En definitiva, la adrenalina cumple tanto funciones fisiológicas (como la regulación de la presión arterial o del ritmo respiratorio y la dilatación de las pupilas) como psicológicas (mantenernos en alerta y ser más sensibles ante cualquier estímulo).

4. Noradrenalina (norepinefrina)

La adrenalina está implicada en distintas funciones del cerebro y se relaciona con la motivación, la ira o el placer sexual. El desajuste de noradrenalina se asocia a la depresión y la ansiedad.

5. Glutamato

El glutamato **es el neurotransmisor excitatorio más importante del sistema nervioso central**. Es especialmente importante para la memoria y su recuperación, y es considerado como el principal mediador de la información sensorial, motora, cognitiva, emocional. De algún modo, estimula varios procesos mentales de importancia esencial.

Las investigaciones afirman que este neurotransmisor presente en el 80-90% de sinapsis del cerebro. El exceso de glutamato es tóxico para las neuronas y se relaciona con enfermedades como la epilepsia, el derrame cerebral o enfermedad lateral amiotrófica.

6. GABA

El GABA (ácido gamma-aminobutírico) **actúa como un mensajero inhibitor, por lo que frena la acción de los neurotransmisores excitatorios**. Está ampliamente distribuido en las neuronas del córtex, y contribuye al control motor, la visión, regula la ansiedad, entre otras funciones corticales.

Por otro lado, este es uno de los tipos de neurotransmisores que no atraviesan la barrera hematoencefálica, por lo cual debe ser sintetizado en el cerebro. Concretamente, se genera a partir del glutamato.

7. Acetilcolina

Como curiosidad, **este es el primer neurotransmisor que se descubrió**. Este hecho ocurrió en 1921 y el hallazgo tuvo lugar gracias a Otto Loewi, un biólogo alemán ganador del premio Nobel en 1936. La acetilcolina ampliamente distribuida por las sinapsis del sistema nervioso central, pero también se encuentra en el sistema nervioso periférico.

Algunas de las funciones más destacadas de este neuroquímico son: **participa en la estimulación de los músculos, en el paso de sueño a vigilia y en los procesos de memoria y asociación.**

Organización del sistema nervioso

Está formado por dos divisiones principales:

- **Sistema nervioso central (SNC)**, Está formado por el encéfalo y la médula espinal. Recibe la información y la procesa para controlar las funciones corporales.
- **Sistema nervioso periférico (SNP)**, Está integrado por el conjunto de **nervios** que sale del encéfalo (nervios craneales) y de la médula (nervios raquídeos).

A modo de cables, los **nervios** conectan el sistema nervioso central con el resto de los órganos de nuestro cuerpo.

Su función es transmitir la información al sistema nervioso central y conducir sus órdenes a los órganos encargados de ejecutarlas.

El sistema autónomo puede dividirse en dos: el simpático y el parasimpático

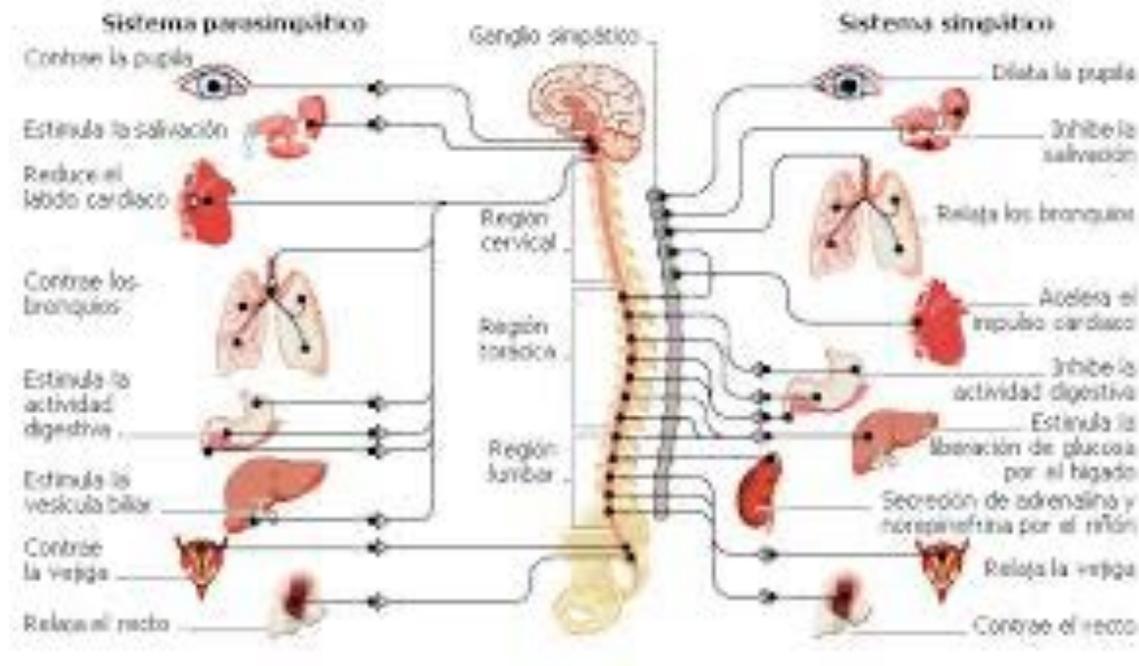


Figura 8. Sistema nervioso simpático y parasimpático⁹.

En ambos existen fibras nerviosas aferentes y eferentes (Snell, 2007, pág.5). En general, el tono parasimpático aumenta durante el bienestar o el reposo, facilitando la función digestiva y el trefismo corporal; las neuronas parasimpáticas liberan acetilcolina.

El tono simpático aumenta en momentos de alerta o crisis corporal y durante el ejercicio, inhibiendo la digestión y situando a los sistemas cardiocirculatorio y respiratorio en condiciones de máxima eficiencia, las neuronas simpáticas liberan el neurotransmisor noradrenalina.

Estructura del sistema nervioso central

El sistema nervioso central se divide en encéfalo y médula principalmente. El encéfalo se sitúa en la cavidad craneana y se continúa con la médula espinal a través del agujero occipital (fig.3.2).

La médula espinal es casi cilíndrica, comienza en el agujero occipital en el cráneo, se continúa con el bulbo raquídeo del encéfalo y termina en la región lumbar. A lo largo de la médula espinal hay 31 pares de nervios espinales unidos a las raíces anteriores o motoras y las raíces posteriores o sensitivas. Cada raíz está unida a la médula mediante una serie de hebras, que se extienden en toda la longitud del segmento medular correspondiente. Cada raíz nerviosa posterior posee un ganglio de la raíz posterior, cuyas células dan origen a fibras nerviosas periféricas y centrales

⁹ Imagen tomada de:

https://www.google.com/url?sa=i&url=http%3A%2F%2Fagrega.educacion.es%2Frepositorio%2F14062013%2F46%2Fes_2013061412_

[9103939%2FSistemaNervioso%2Fsistema_nervioso_autonomo.html&psig=AOvVaw0-Jp549W_3PdMiFrqBY_DK&ust=1600701113542000&source=images&cd=vfe&ved=0CAIQjRxqFwoTCKijr4GD-OsCFQAAAAAdAAAAABAD](https://www.google.com/url?sa=i&url=http%3A%2F%2Fagrega.educacion.es%2Frepositorio%2F14062013%2F46%2Fes_2013061412_9103939%2FSistemaNervioso%2Fsistema_nervioso_autonomo.html&psig=AOvVaw0-Jp549W_3PdMiFrqBY_DK&ust=1600701113542000&source=images&cd=vfe&ved=0CAIQjRxqFwoTCKijr4GD-OsCFQAAAAAdAAAAABAD)

PARTES DEL SISTEMA NERVIOSO CENTRAL Y SUS FUNCIONES



Figura 9. Partes del sistema nervioso central y sus funciones¹⁰

El sistema nervioso periférico

El sistema nervioso periférico consiste en los nervios craneanos y espinales y sus ganglios asociados. Hay 12 pares de nervios craneanos, que salen del encéfalo y pasan a través de agujeros 21 en el cráneo y 31 pares de nervios espinales, que salen de la médula espinal y pasan a través de los agujeros intervertebrales en la columna vertebral. Los nervios espinales se denominan de acuerdo con las regiones de la columna vertebral con las cuales se asocian. Cada nervio espinal está conectado a la médula espinal por medio de haces: la raíz anterior y la raíz posterior. La raíz anterior consiste en haces de fibras nerviosas que llevan impulsos desde el sistema nervioso central y se denominan fibras eferentes, se dirigen hacia los músculos esqueléticos facilitándoles la contracción y se denominan fibras motoras. La raíz posterior consiste en haces de fibras nerviosas que llevan impulsos nerviosos hacia el sistema nervioso central. Dado que estas fibras están vinculadas con la transmisión de información acerca de las sensaciones de tacto, dolor, temperatura, vibración, se denominan fibras sensitivas. (Cárdenas,2014)

¹⁰ Imagen tomada de <https://neuropediatra.org/wp-content/uploads/2013/06/sistema-nervioso-central.jpg>



- Generalidades del sistema nervioso.
<https://www.youtube.com/watch?v=ESTVxFeHnvg>
- Anatomía del sistema nervioso central.
https://www.youtube.com/watch?v=7r_GUWCycSY&list=PLgwlfca5h3z1d4Tguh xvheGyFdacAejC&index=4
- Impulso nervioso.
<https://www.youtube.com/watch?v=ZqEQprE189M&list=PLgwlfca5h3z1d4Tguh xvheGyFdacAejC&index=7>
- Arco reflejo.
<https://www.youtube.com/watch?v=iYt7jNO9lfl&list=PLgwlfca5h3z1d4Tguh xvheGyFdacAejC&index=5>



2. Relaciona la columna de neurotransmisor con su función. Selecciona la opción correcta.

Neurotransmisor	Función
1. Dopamina	A. Son neurotransmisores considerados como opioides endógenos y con funciones analgésicas, producen sensación de bienestar o euforia.
2. Serotonina	B. Se le conoce como la hormona del amor y está asociada a procesos reproductivos, de lactancia o parto.
3. Histamina	C. Asociada a la memoria y acción de algunos músculos.
4. Endorfinas	D. Las células de nuestro cuerpo, liberan este tipo de sustancia química cuando entra un organismo extraño, lo cual provoca síntomas como la tos, estornudos o lagrimeo.
5. Oxitocina	E. Este neurotransmisor está relacionado con la regulación del apetito, la temperatura corporal y el apetito sexual. Realizar ejercicio y buscar lugares con sol o luz aumentan los niveles de esta sustancia.
6. Acetilcolina	F. Neurotransmisor asociado a sensaciones placenteras y de relajación. Escuchar música, practicar la gratitud son ejemplos de actividades que nos ayudan a aumentar los niveles de esta sustancia.

- a. 1F, 2E, 3A, 4D, 5B y 6C
- b. 1F, 2E, 3D, 4A, 5B y 6C
- c. 1A, 2B, 3C, 4E, 5F y 6D
- d. 1A, 2B, 3C, 4E, 5D y 6F

Reproducción

Qué es la reproducción, sus tipos y los procesos implicados para llevarse a cabo

Recordarás que una de las características que distinguen a los seres vivos es su capacidad de darle continuidad a su especie.

La reproducción es el proceso biológico mediante el cual se producen nuevos individuos; es esencial para la vida, ya que perpetúa la especie y aumenta el número de la mayoría de los organismos. Existen dos formas de reproducción (asexual y sexual), las cuales lograrás describir en el desarrollo del curso, así como los procesos implicados principalmente en los animales. Veremos cómo se lleva a cabo este fascinante proceso, empezando desde el nivel celular (gametogénesis), identificarás cómo están formados los órganos reproductores femenino y masculino, la importancia del ciclo menstrual, la fecundación y el desarrollo embrionario hasta el nacimiento, tomando como ejemplo la reproducción humana.



FIGURA 10. Como puedes observar los seres vivos se reproducen¹¹.

Sabías que...

En animales como el perro y el gato la fecundación sólo se lleva a cabo cuando se encuentran en brama o estro que se presenta en algunas épocas del año.

¹¹ Imagen Tomada de:

<https://www.google.com/search?q=perrita+amamantando+a+sus+cachorros&tbm=isch&ved=2ahUKEwjE7reopofsAhXGSKwKHcHeDmlQ2->

Reproducción asexual

La **reproducción asexual**, es aquella en la que interviene un solo progenitor, sin la participación de gametos, para la generación de nuevos individuos.

Existen muchas formas en la que puede ocurrir la reproducción asexual, no obstante, en todas ellas los descendientes tienen la misma información genética y las mismas características que sus antecesores.

Para su estudio podemos dividir la reproducción asexual en organismos unicelulares y pluricelulares, como se muestra en la siguiente figura.

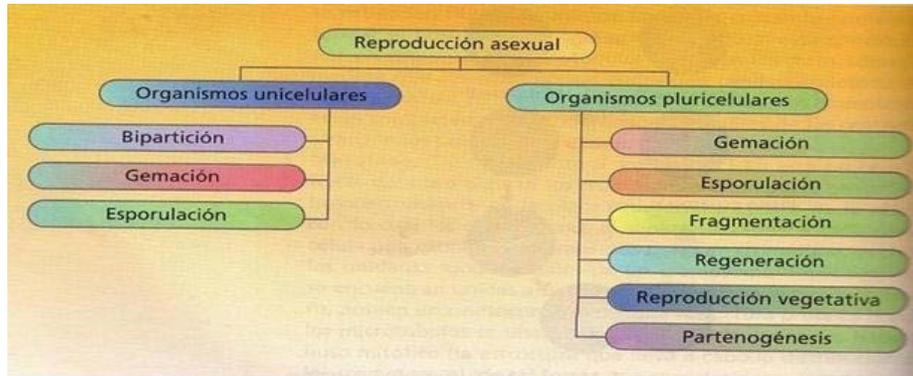


Figura 11. Formas de reproducción asexual en los organismos¹²

En esta forma de reproducción un solo progenitor se multiplica por, bipartición, gemación, esporulación, fragmentación, regeneración, multiplicación vegetativa o partenogénesis, con lo cual da origen a uno o más descendientes con las características hereditarias idénticas al progenitor.

REPRODUCCIÓN	DESCRIPCIÓN
Fisión binaria o bipartición	Consiste en la división del organismo progenitor en dos células genéticamente idénticas en tamaño y forma. Esta forma de reproducción es propia de organismos unicelulares, como las bacterias y los protozoarios.
Gemación	De una célula o un organismo sale un brote o yema que puede separarse del cuerpo del progenitor o quedar unido a él, dando lugar a una colonia. Si se desprende da lugar a un nuevo individuo idéntico. Ejemplos: Levaduras unicelulares, esponjas o hidras unicelulares.
Esporulación	Las esporas son células con una cubierta dura, el núcleo de la célula progenitora se divide varias veces por mitosis, para producir esporas asexuales, pueden durar con vida latente hasta que las condiciones del medio sean favorables. Ejemplos: hongos, musgos y helechos.
Regeneración	Individuos que se fragmentan dan lugar a nuevos individuos a partir de cada fracción como las estrellas de mar, la planaria, lagartijas. Se da en casos adversos con objeto de la supervivencia de la especie.

¹² Imagen tomada de Calixto, R. et. al. 2009.

Reproducción o multiplicación vegetativa	En el caso de las plantas, se realiza mediante la fragmentación de tallos, tubérculos, bulbos, estolones, raíces y hojas.
Partenogénesis	Un óvulo no fecundado se desarrolla como cigoto y da lugar a un embrión idéntico a la madre. En invertebrados como nematodos, caracoles. En insectos como abejas y avispas.



Figura 12. Ejemplos de reproducción asexual¹³

Reproducción sexual

La **reproducción sexual**, ocurre cuando los nuevos individuos resultan de la unión de dos células diferentes llamadas **gametos**, que provienen de dos progenitores de distinto sexo. También se les conoce como células sexuales o reproductoras.

Los gametos se forman por un proceso meiótico y tienen en su núcleo la mitad del número de cromosomas característico de la especie, por lo que reciben el nombre de células haploides. Por ejemplo, se conoce que en el hombre el número diploide es de 46 cromosomas y los gametos poseen 23 cromosomas. En la mayoría de los organismos pluricelulares, los gametos masculinos son los espermatozoides y los femeninos son los óvulos.

Gametogénesis

La gametogénesis es el nombre que se da en general al proceso de formación de **gametos**. La meiosis es importante en estas células porque posibilita la reproducción sexual.

En los animales, las células sexuales masculinas se denominan espermatozoides y las femeninas, óvulos: los procesos de formación de estas células se denominan **espermatoogénesis** y **ovogénesis** respectivamente.

Las **células sexuales** (óvulo y espermatozoide), son **haploides**, porque tienen un solo juego de cromosomas y se les representa como células **n**. En el ser humano el número

¹³ Tomado de: <https://reproduccioncelular.weebly.com/reproduccionacuten.html>

diploide o $2n$ es de 46 cromosomas (células somáticas) y 23 en número haploide que presentan estas células sexuales.

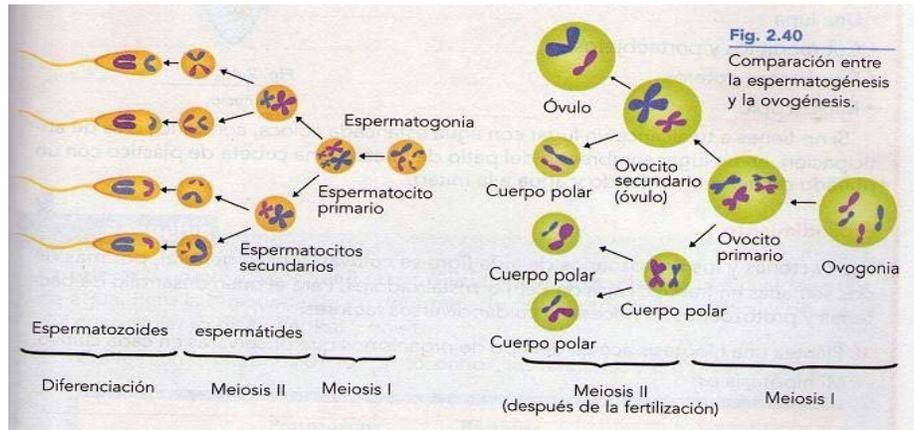


FIGURA 13. Comparación entre la espermatogénesis y la ovogénesis¹⁴.

En la figura anterior se muestra cómo ocurre el proceso de la meiosis. Como podrás observar, se divide en dos fases: meiosis I y meiosis II: Puedes ver que la célula con sólo cuatro cromosomas. En la meiosis I, el ADN se duplica y la célula se divide, pero los cromosomas duplicados no se separan. Durante la meiosis II, los cromosomas duplicados se separan, y posteriormente las células también lo hacen.

Así, al final, los **gametos** sólo tienen la mitad de los cromosomas que tiene su especie.

Cabe aclarar que, en las hembras, en **la ovogénesis sólo se forma un óvulo** por cada ovocito primario, las otras tres células llamadas cuerpos polares son de menor tamaño y no son funcionales, mueren poco tiempo después de haberse producido. En el caso de la **espermatogénesis, se forman cuatro espermatozoides**, a partir de un espermatozito primario, los cuales presentan un flagelo que les permitirá moverse rápidamente y todos resultan viables para el macho.

Sabías qué...

Una sola eyaculación de líquido seminal (3 a 5 ml) puede contener hasta 300 millones de espermatozoides.

Sabías qué...

Durante la vida de la mujer, maduran cerca de 450 óvulos.

¹⁴ Tomado de Calixto, et. al. 2009. Biología I.

Órganos reproductores y su función.

La estructura de los sistemas reproductores de los animales vertebrados es muy similar al sistema reproductor humano: generalmente poseen un par de testículos y uno o dos ovarios. Existe una diferencia morfológica entre los organismos del sexo femenino y masculino.

Los **órganos reproductores de la mujer** se dividen en dos partes: los órganos genitales internos y los órganos genitales externos, englobados en el **sistema reproductor femenino**.

La figura muestra los órganos reproductores femeninos y a continuación se mencionan las estructuras más importantes y su función.

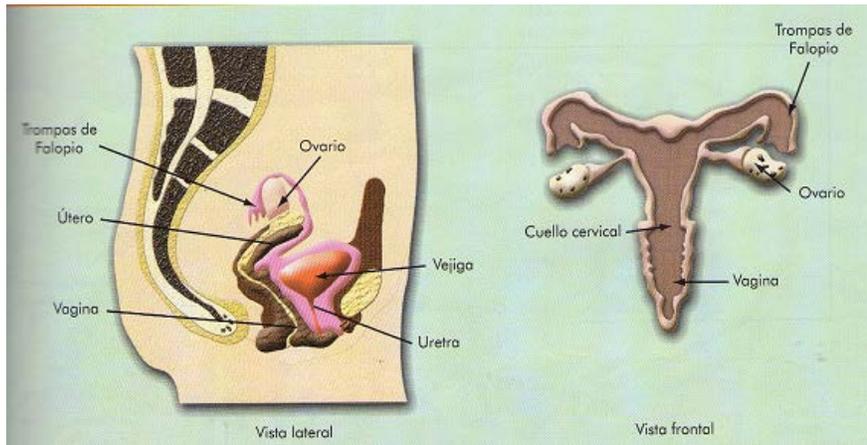


FIGURA 14. Órganos reproductores femeninos¹⁵

SISTEMA REPRODUCTOR FEMENINO		
Estructura	Características	Función
Ovarios	La mujer cuenta con 2 ovarios en forma de almendra colocados en la pared de la cavidad abdominal.	Encargado de producir los óvulos. Función endócrina. Alberga los folículos que poseen a los óvulos.
Trompas de Falopio	Conductos localizados cerca de los ovarios y poseen un ducto en su interior denominado oviducto. Se presentan dos oviductos, uno a la derecha y otro a la izquierda.	Conductos que se extienden de los ovarios, conducen al óvulo con sus proyecciones de cilios, hacia el útero.
Útero	Es una cavidad de tamaño aproximado al de un puño, tiene forma de pera invertida y se localiza	Órgano donde se desarrolla el embrión, se encarga de la gestación.

¹⁵ Imagen tomada de Cervantes, M. y M. Hernández. (2004).

	en la parte central de la cavidad pélvica.	
Vagina	De forma tubular, conectado en su parte interna con el útero y desemboca al exterior del cuerpo mediante el orificio vaginal.	Durante el acto sexual (coito), alberga al pene erecto y al semen cuando hay eyaculación. Además, es el conducto de salida del bebé al nacer de manera natural. El flujo menstrual es eliminado a través de esta.
Vulva	Representa la parte externa de los órganos sexuales femeninos, formada por el vestíbulo, en la que desembocan la uretra y la vagina. En la vulva se encuentran los labios mayores, labios menores, el clítoris y el monte de venus.	Proteger el orificio uretral (por donde se orina), la vagina y el clítoris.

Sabías que...

El cáncer cervicouterino se puede detectar a tiempo con una prueba llamada Papanicolao.



Los **órganos reproductores masculinos** son externos e internos y se engloban en el **sistema reproductor masculino**. La figura muestra los órganos que lo conforman y su función.

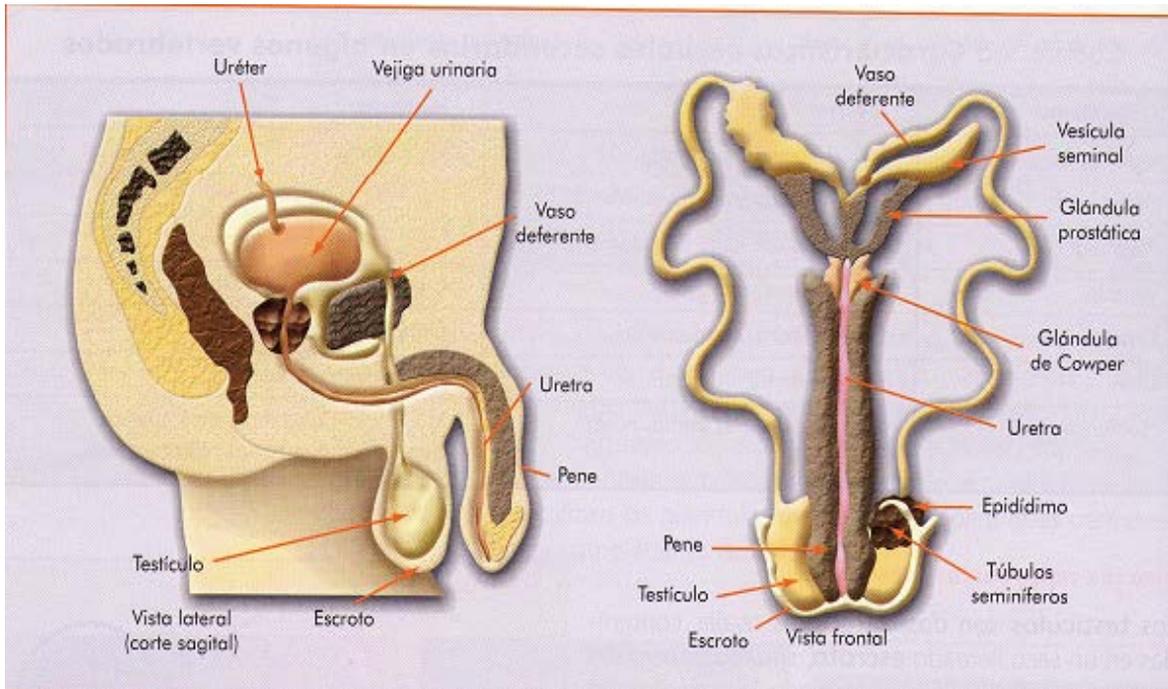


FIGURA 15. Órganos reproductores masculinos¹⁶.

SISTEMA REPRODUCTOR MASCULINO		
Estructura	Características	Función
Testículos	Son dos órganos de forma ovalada. Contienen a los tubos seminíferos enrollados.	En los testículos se forman los espermatozoides. También funcionan como glándulas secretando la hormona llamada testosterona.
Epidídimo	Conducto al que se unen todos los tubos seminíferos, se encuentra dentro del escroto y desemboca en el conducto deferente.	Conecta a los tubos seminíferos.
Conductos deferentes	Son tubos resistentes, de paredes gruesas que dan continuación al epidídimo prolongándose hasta la uretra.	Su función es conectar a la vejiga urinaria con el exterior pasando por el pene.
Vesículas seminales	Son órganos glandulares que desembocan en los conductos deferentes.	Producir un líquido viscoso. denominado semen que se mezcla con los espermatozoides.

¹⁶ Cervantes, M. y M. Hernández. (2004).

Glándulas de Cowper	Son dos glándulas ubicadas por debajo de la próstata	Secretan sustancias hacia la uretra.
Próstata	Estructura glandular que rodea la uretra.	Concentra el líquido producido por las vesículas seminales.
Uretra	Es un órgano tubular que comienza en la zona pélvica y recorre el pene	Compartir funciones con el aparato urinario y el reproductor, es el conducto por el cual son expulsados tanto la orina como el semen.
Pene	Órgano cilíndrico que representa la terminación externa del sistema reproductor, presenta el glande en la parte terminal, y la piel que cubre esta zona se conoce como prepucio.	Albergar a la uretra, presenta tejido eréctil que se llena de sangre en la excitación sexual, y se hace rígido y erecto. Cuando se encuentra erecto puede penetrar la vagina y eyacular semen.
Escroto	Es una bolsa de piel oscura finamente plegada.	Se divide en dos compartimentos, en cada uno de los cuales se ubica un testículo.

Sabías que...
 Un hombre que produce menos de 20 millones de espermatozoides por mililitro de semen se considera estéril.

Ciclo menstrual

La importancia de que conozcas y describas el ciclo menstrual en la mujer, radica en que si existen alteraciones pueden presentarse problemas de salud relacionados con la fertilidad o la aparición de cáncer.

El ciclo menstrual comprende dos fases: **la ovulación y la menstruación**, regidas por la glándula hipófisis. La primera consiste en la expulsión del óvulo al romperse el folículo en la superficie del ovario. La segunda comprende los cambios que presenta la mucosa o endometrio del útero. Este ciclo ocurre en dos órganos distintos, el ovario y el útero, estableciéndose una alternancia de las funciones de ovulación y menstruación.

A continuación, se describen ambos procesos y su relación hormonal.

En la pubertad de la mujer ocurren cambios hormonales que desencadenan en los ovarios la **ovulación**, que consiste en la liberación de un óvulo maduro por un ovario, que después de ser liberado, se traslada por los oviductos hacia el útero. Las alteraciones cíclicas del estado morfológico y funcional del endometrio que dependen del ciclo ovárico, se denomina ciclo menstrual (del latín *mensis*, mes), que ocurre cada mes en las mujeres en edad reproductiva.

Observa la imagen, podrás identificar algunas situaciones que se presentan en las mujeres durante el ciclo menstrual ¿notas alguna coincidencia?



FIGURA 16. Situaciones que se presentan durante el ciclo menstrual¹⁷

Sabías que...
 En algunas mujeres la lactancia suprime la ovulación, por lo que en algunas culturas se considera un método de anticoncepción, este método no es confiable ya que el ciclo menstrual es muy variable.

En la siguiente figura se muestra la serie de etapas de maduración y liberación de un óvulo, después de la ovulación, se secreta la hormona **progesterona** que prepara al endometrio para el embarazo y estimula la formación de leche en los senos.

¹⁷ Tomado de:
<https://www.google.com/search?q=ciclo+menstrual+fases&tbm=isch&ved=2ahUKEwjJhIP6uYfsAhULH6wKHbe7CcMQ2->

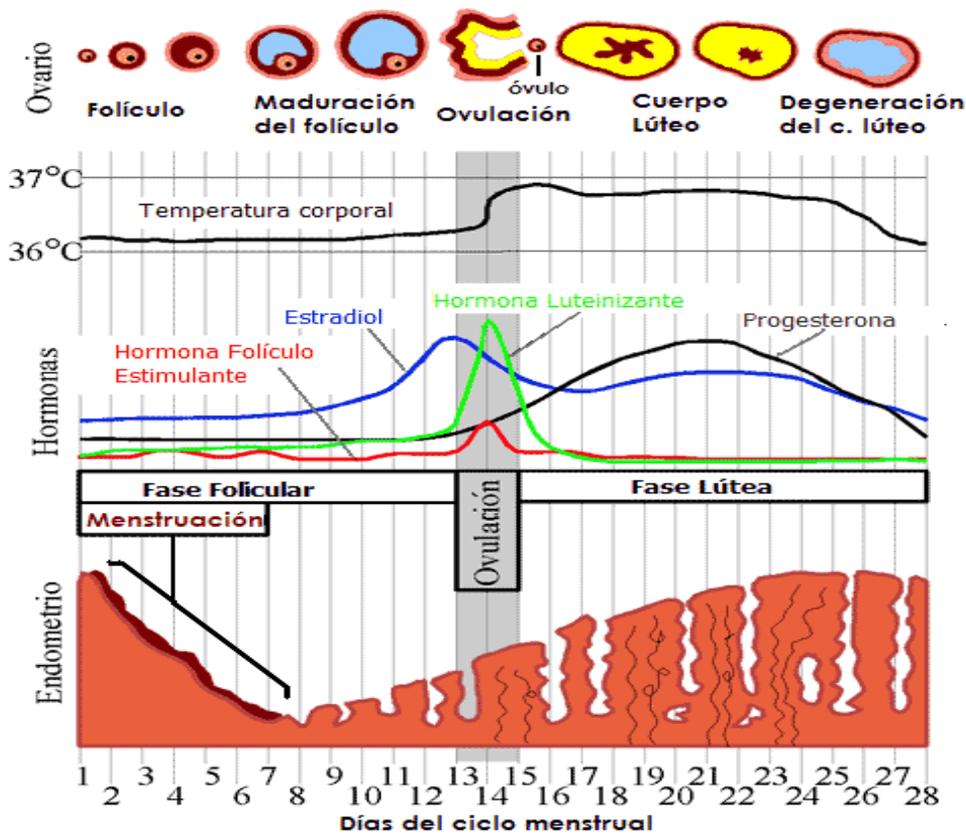


FIGURA 17. Etapas de maduración y liberación¹⁸

La menstruación se caracteriza por un flujo sanguíneo periódico mediante el cual se expulsa el óvulo no fecundado y restos del revestimiento del útero o endometrio que se desprende en forma de sangrado saliendo por la vagina, denominado **menstruación**, con una duración aproximada de tres a cinco días. Esto ocurre cada 28 días aproximadamente y, entre los días 14 o 15, un nuevo óvulo es liberado, y comienza un nuevo ciclo, que recibe el nombre de **ciclo menstrual**.

Ante la ausencia de la hormona del cuerpo lúteo o amarillo, el endometrio se desprende junto con el óvulo y se inicia el sangrado o regla. La primera menstruación llamada **menarquía**, ocurre en el periodo de la pubertad de la mujer entre los 11 y 13 años, en promedio, iniciando así los ciclos menstruales que acompañarán a la mujer toda su vida sexual, salvo en el período de embarazo por suspenderse este fenómeno fisiológico, hasta los 50 años aproximadamente cuando, se presenta la **menopausia** y cesan las condiciones para procrear descendencia.

¹⁸ Tomado de: <http://ginecosalud.com/atraso-menstrual/ciclo-menstrual-normal.html>

Sabías que...

Las trompas de Falopio se llaman así, en honor a su descubridor, el anatomista italiano Gabriel Falopio.

Procesos implicados en la Reproducción Sexual

Los procesos fundamentales y comunes de la reproducción sexual de la especie humana como de otros organismos son **la fecundación y el desarrollo embrionario**.

Fecundación

Se define como la fusión de los núcleos de dos gametos. Estas son células **haploides**, que al unirse dan origen al huevo o **cigoto**, que es una célula **diploide totipotencial**, con la que inicia el desarrollo de un **embrión**.



FIGURA 18. La fecundación se da en el momento en que el espermatozoide penetra al óvulo¹⁹

En la mayor parte de los organismos superiores, la fecundación es el resultado de la unión de dos gametos distintos, al femenino se le denomina óvulo, que es de mayor tamaño que contiene una reserva de nutrientes y por lo común carece de movilidad. Los gametos masculinos, llamados espermatozoides contienen una cantidad pequeña de alimento, tienen centrosomas y con móviles.

Fecundación interna. Consiste en la unión de gametos en el interior del cuerpo de la hembra, como ocurre en los reptiles, aves, mamíferos y algunos peces. En este caso el macho deposita dentro del cuerpo de la hembra los espermatozoides, con lo cual asegura la fecundación o como en el caso de las aves por superposición de cloacas.

¹⁹ Tomado de <https://concepto.de/reproduccion/>



FIGURA 19. Fecundación interna en insectos y mamíferos²⁰

Fecundación externa. Es la unión de gametos que se realiza en el medio exterior, es decir, fuera del cuerpo de la hembra; se da en los peces y los anfibios principalmente, ya que los huevos se depositan en el agua.



Figura 20. La fecundación externa es normal en la mayoría de los peces²¹.

Fecundación cruzada. Se presenta en organismos, que son hermafroditas, pero requieren de otro individuo para intercambiar su material genético, para darle mayor variabilidad a sus descendientes, como en los anélidos y moluscos. A pesar de que los individuos, como algunos anélidos y moluscos, sean hermafroditas se fecundan entre sí, por ejemplo: la lombriz de tierra y el caracol de jardín.

Autofecundación. Ocurre cuando el organismo hermafrodita se fecunda a sí mismo; por ejemplo, la lombriz de tierra.

Sabías que...
Hay organismos que pueden producir ambos tipos de gametos, como la lombriz de tierra, llamados hermafroditas.

²⁰ Tomado de:

<https://www.google.com/search?q=fecundaci%C3%B3n+interna+en+insectos&tbm=isch&ved=2ahUKewiBgvCoqIfsAhURG6wKHOINC8QQ2->

²¹ Tomado de: <https://www.aquariumcostadealmeria.com/peces/como-se-reproducen-los-peces/>

En el caso de la mujer la fecundación interna ocurre cuando el óvulo es fecundado entre las 24 y 48 horas siguientes de la salida del ovario. Esta unión generalmente se presenta en la porción, más dilatada de las trompas de Falopio, dándose el inicio del **embarazo**.

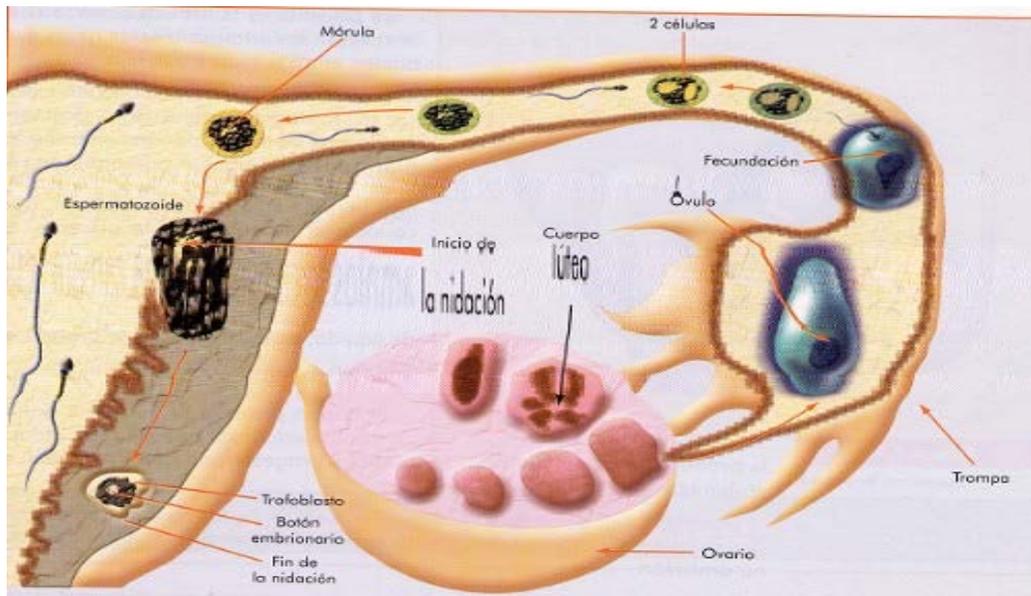


Figura 21. La ovulación, la fecundación y la implantación del óvulo. (Cervantes, M. y M. Hernández. 2004).

El proceso de fecundación no siempre se lleva a cabo de manera natural, en la actualidad existen muchas parejas que no pueden tener hijos, por lo cual recurren a las técnicas de reproducción asistida. Estas técnicas comprenden todos aquellos procedimientos y/ o manipulaciones médicas orientadas a tratar la **esterilidad** de una pareja, con el propósito de lograr la fecundación.

Sabías que...

Los óvulos liberados del ovario sólo pueden sobrevivir 24 horas.

Existen varias técnicas de reproducción asistida, pero la más común es la que utiliza el óvulo de una mujer que se fecunda con un espermatozoide en un tubo de ensaye. Unos días después el embrión resultante es transferido al útero de la madre o una mujer sustituta, para que se desarrolle el embarazo.

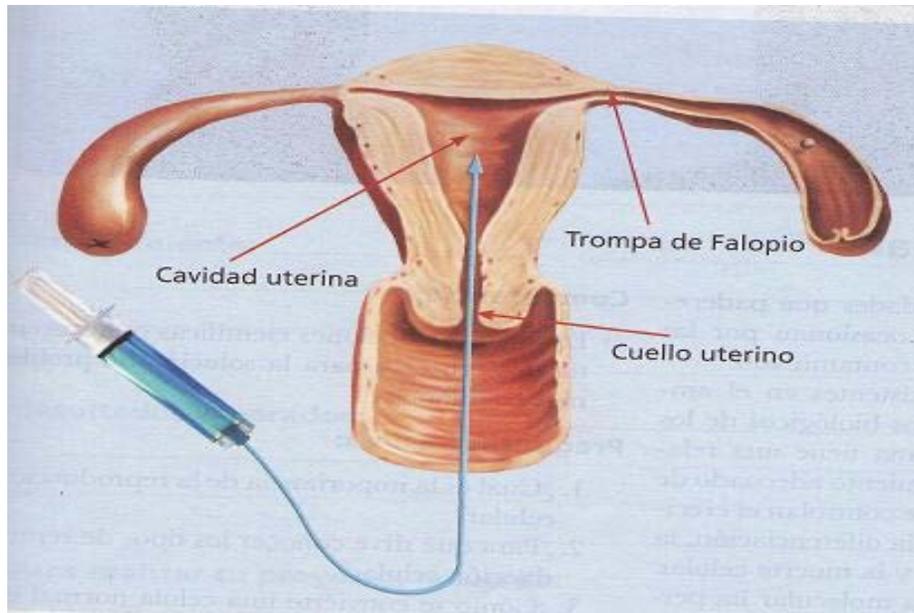


Figura 22. La fecundación in vitro se extraen los óvulos y se fecundan en el laboratorio, para luego implantar el embrión o embriones resultantes en el útero de la madre o una mujer sustituta. (Calixto, R, 2009).

Desarrollo embrionario

Lira 2007, describe el **desarrollo embrionario** como un proceso que consiste en una serie de eventos que se inician con la fecundación del óvulo por el espermatozoide para originar un cigoto.

Tras la fecundación, el cigoto experimenta una división mitótica o división celular. Por tanto, una célula se divide en dos, las células hijas, llamadas **blastómeros**, en cuatro, éstas en ocho, y así sucesivamente. Cuando el embrión está formado por un centenar o más de células, constituye una masa sólida denominada **mórula** por su parecido a una mora. En la mayor parte de las especies esta masa se organiza en una capa única de células que se disponen limitando una esfera hueca, la **blástula**. El paso siguiente es la formación de un saco o copa de doble pared, la gástrula. La pared externa se denomina **ectodermo**, y la interna **endodermo**, que rodea una cavidad nueva conocida como intestino primitivo.

De acuerdo a la **forma en que se desarrollan las crías**, los organismos pueden ser:

Ovíparos. Los huevos se desarrollan fuera del cuerpo de la madre, y en este se encuentran los nutrientes necesarios para dicho proceso. Al momento del nacimiento, denominado eclosión del huevo, la madre se encarga del cuidado de las crías, como ejemplo las gallinas y sus pollitos. Los peces, anfibios, insectos, reptiles y aves son ovíparos



Figura 23. Animales ovíparos²².

Vivíparos. En este caso el embrión se desarrolla dentro del cuerpo de la madre, donde recibe de ella los nutrientes necesarios para el crecimiento, las crías nacen vivas. Generalmente en este tipo de desarrollo el número de crías es de 1 ó 2, ya que tienen mayores posibilidades de vivir, un claro ejemplo es el de los mamíferos como delfines, ballenas, leones, etc.

Ovovivíparos. Es el caso de algunos animales como los caballitos de mar, alacranes y varios tipos de serpientes. El embrión se desarrolla dentro de un huevo que se encuentra dentro del cuerpo de la madre, pero sin nutrirse de ella, sino de los nutrientes del huevo. Al término de su crecimiento las crías nacen.

Marsupiales. Este desarrollo es específico de un tipo de mamíferos, como son el tlacuache, el koala y el canguro, los cuales tienen su primera etapa de formación dentro del cuerpo de la madre, cuando apenas tienen unos centímetros de tamaño salen por la vagina y se trasladan a la bolsa o marsupio donde completan su desarrollo.

²² Tomado de: <https://www.unprofesor.com/ciencias-naturales/ejemplos-de-animales-oviparos-para-ninos-2978.html>



Figura 24. La imagen muestra las diferentes etapas comparadas del desarrollo embrionario diferentes clases de organismos²³

Para el caso de los seres humanos al desarrollo embrionario desde la fecundación se le denomina embarazo, a las dos semanas de desarrollo, el embrión es un disco aplanado sin diferenciación visible; sin embargo, a los dos meses éste ya tiene casi todos sus órganos formados.

DESARROLLO EMBRIONARIO EN HUMANOS

Desarrollo	Embrionario → gestación	Embrión → 0-3 meses Feto > 3 meses
Fases del desarrollo embrionario	Segmentación del cigoto	
	Gastrulación y formación del <i>mesodermo</i>	
	Organogénesis	
Formación de los anexos embrionarios: placenta, cordón umbilical, amnios		

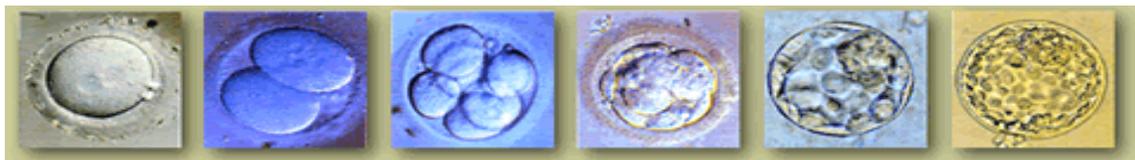


Figura 25. Las imágenes muestran las primeras etapas del desarrollo embrionario a partir de la fecundación²⁴

²³ Tomado de: http://iespoetaclaudio.centros.educa.jcyl.es/sitio/index.cgi?wid_item=1658&wid_seccion=19

²⁴ Tomado de: http://iespoetaclaudio.centros.educa.jcyl.es/sitio/index.cgi?wid_item=1658&wid_seccion=19

A las tres semanas se empieza a formar el aparato digestivo, el embrión sigue creciendo, se forma el **amnios** y el **cordón umbilical**, de tal manera que a la cuarta semana el embrión ya flota libremente en la cavidad amniótica y se encuentra ligado a la placenta mediante el cordón umbilical.

Al mes el embrión mide 0.5 cm, tiene forma cilíndrica y con región cefálica desproporcionadamente grande. Tiene grandes branquias. Se forman los bloques musculares a cada lado de la **notocorda**. A las seis semanas, el embrión ya mide 1.2 cm, aparecen las extremidades y persisten la cola y las branquias. A los dos meses mide 2.5 cm y ya tiene el aspecto humano. Las extremidades son rudimentarias pero crecidas, la cola se empieza a acortar, los órganos internos están en su lugar y ya aparecen los vestigios de ojos, oídos y nariz.



Figura 26. Embrión humano de dos meses²⁵.

A los tres meses el ser humano en desarrollo mide 7.5 cm, se forman las uñas y se define el sexo. A los cinco meses mide 25 cm y aparece el pelo en la cabeza y el cuerpo; las cejas y pestañas crecen en el sexto mes.

Sabías que...

El feto no respira. Recibe oxígeno materno a través de la placenta.

A los siete meses, el feto tiene la piel arrugada y enrojecida; posteriormente, en los siguientes dos últimos meses se le deposita grasa bajo la piel, con lo cual las arrugas desaparecen. Por último, al noveno mes, el feto ya está totalmente formado, mide entre 45 y 50 cm y pesa de 3 a 4 kg. En total, el periodo de gestación del humano es de 280 días, desde el último periodo menstrual antes de la concepción, hasta el **parto**.

²⁵ Tomado de: <https://www.hoy.es/padres-hijos/fertilidad/201612/15/reino-unido-autoriza-fecundacion-20161215133107-rc.html>

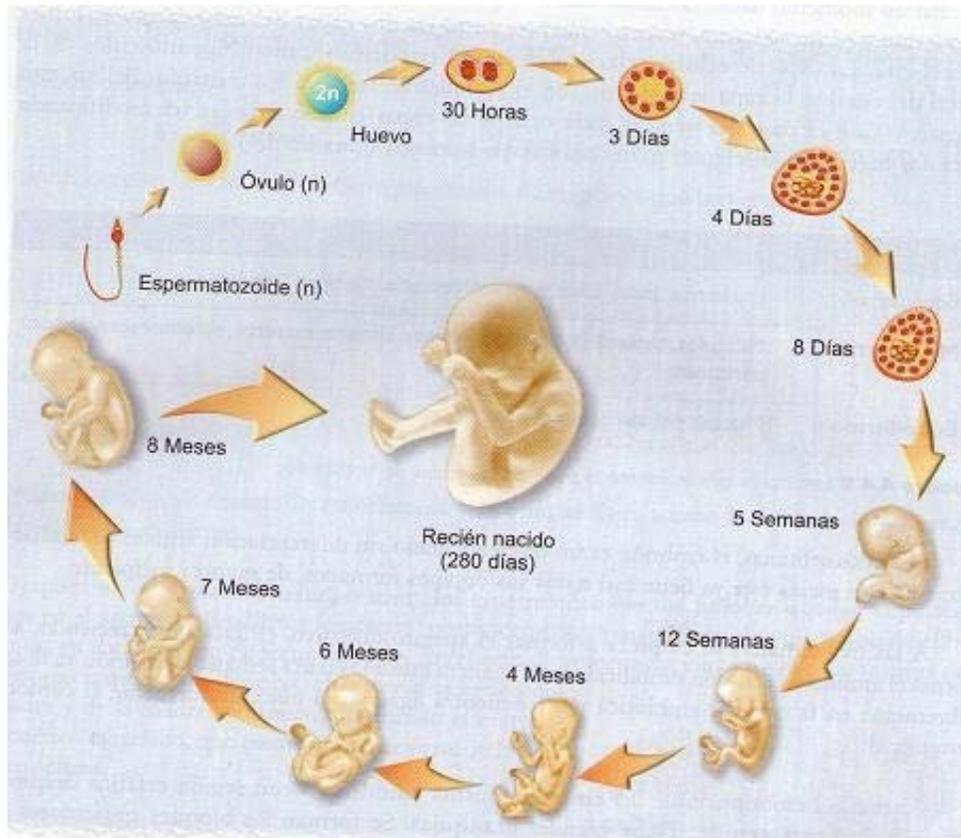


Figura 27. Etapas de gestación del ser humano. Young, 2010. Biología 2.

Desde la concepción hasta el nacimiento del bebé, pasan 280 días (38 semanas), en promedio y diversas etapas de desarrollo.

Al completarse el desarrollo embrionario, el parto es la última etapa. Es el acto de expulsión del feto completamente desarrollado y maduro.

IMPORTANCIA DE LA REPRODUCCIÓN EN LA CONTINUIDAD DE LOS SISTEMAS VIVOS Y DE LAS HORMONAS Y NEUROTRANSMISORES EN LA CONDUCTA REPRODUCTIVA.

Cada uno de los dos tipos de reproducción presenta ventajas adaptativas. Los organismos con **reproducción asexual** tienen una velocidad de propagación muy alta, por lo que en el incremento de individuos es elevado en poco tiempo. También, la reproducción asexual proporciona una seguridad para la supervivencia, especialmente en especies que necesitan mantener un gran número de individuos. Al no existir el apareamiento, basta con un individuo aislado para que se origine una población numerosa. Sin embargo, al participar un solo progenitor, existe la desventaja que no hay intercambio genético, y al haber un defecto, éste puede transmitirse a toda la descendencia.

Por ejemplo, en actividades vitivinícolas y en la industria cervecera, la misma cepa de la levadura puede ser utilizada durante décadas en la producción de cerveza de calidad única. Otra ventaja es que, al no necesitar de otro organismo para reproducirse, un solo individuo puede dar origen a una nueva población al tener una reproducción continua. Por ejemplo,

las bacterias son capaces de dividirse cada 20 o 30 minutos, lo que significa que, a partir de una sola división, pueden existir 10 millones de bacterias en sólo 11 horas.

Por otro lado, los seres vivos que presentan **reproducción sexual** se propagan de manera más lenta, pero al participar dos progenitores y darse un intercambio de material genético, se produce una descendencia parecida, pero no idéntica a los progenitores.

El intercambio genético propio de la reproducción sexual representa una ventaja que se traduce en una mayor facilidad de adaptación a diferentes medios. Así, por ejemplo, en el caso de que, en algún individuo, que se reproduzca de manera sexual, haya algún defecto, éste no necesariamente se transmite a todos los descendientes. Además, si una célula tiene una dotación genética que le faculta para adaptarse a un medio "A", y en otra célula la información hereditaria facilita su adaptación al medio ambiente "B", el intercambio de su material genético propiciará que la descendencia de ambas células pueda adaptarse a los dos medios.

En los países desarrollados, **la explotación para obtener carne y huevos** es intensiva, las aves se crían en jaulas, bien por separado o en grandes grupos. Los métodos de producción incluyen el confinamiento de las aves de corral en jaulas, lo que permite abaratar los costes de producción. La cría en corrales individuales también permite un mayor control de las enfermedades y una mayor protección frente a los depredadores, pero hay que darle una importancia a la **reproducción de gallinas o gallos de diferentes líneas genéticas**, para obtener una buena calidad en el pollo de engorda o bien para ponedoras.

IMPORTANCIA ECOLÓGICA Y ECONÓMICA DE LA REPRODUCCIÓN

La reproducción es un proceso indispensable en la vida de los organismos ya que debido a ella perduran las especies a lo largo del tiempo. Conocer los mecanismos de reproducción de las distintas especies permite que, con las técnicas biológicas actuales, se puedan modificar en beneficio del ser humano.

LAS HORMONAS SEXUALES Y LA CONDUCTA REPRODUCTIVA.

Es importante mencionar, que las hormonas trabajan en conjunto con el sistema nervioso, regulando el crecimiento, el metabolismo, la reproducción, la homeostasis y la irritabilidad.

En específico las hormonas sexuales están presentes en el organismo desde el nacimiento. En el caso de las mujeres las hormonas presentes en mayor cantidad son el **estradiol y la progesterona**, que juegan un papel muy importante en la reproducción, principalmente en la ovulación y la conducta sexual; y en los hombres la testosterona, que regula el deseo sexual y el comportamiento.

Las hormonas tanto en hombres como en mujeres son diferentes, lo que hace que su cerebro y comportamiento sea también diferente, a esto se le conoce como **diferenciación**

sexual y está determinado por el **tamaño del cerebro** y la participación de las hormonas y neurotransmisores en diferentes concentraciones.

Para los jóvenes es difícil entender porque son tan diferentes hombre y mujeres, pero no solo en lo físico sino en la forma de pensar y expresar sus emociones, el tiempo de sueño, actitudes, etc. Esto es debido también a la concentración de las hormonas, determina el funcionamiento y estado de salud del cerebro y todo el organismo, sobre todo en la edad adulta, donde los **tratamientos hormonales** son empleados para prevenir y tratar enfermedades degenerativas del sistema nervioso.

Las hormonas, también son utilizadas para evitar la reproducción, uno de sus fines es evitar que se continúe con el embarazo, si es que ya se llevó a cabo la fecundación del óvulo y su implantación en el útero.

¿Has escuchado hablar de la píldora de emergencia o del día siguiente?

Consiste en tomar **una sola dosis de pastillas**, que contiene una muy fuerte dosis de **hormonas** para evitar la implantación del óvulo, ósea continuar con el embarazo. No es recomendable tomarla por los efectos que pudiera traer en la mujer. Si el óvulo se implantara a pesar de la toma de la pastilla y el feto llegara a desarrollarse puede presentar consecuencias, por lo que no se debe emplear como un método remedial.





- Camacho, I. (2010). Las hormonas sexuales: más allá del sexo. ¿Cómo ves? N°134. Revista de divulgación de la ciencia de la UNAM. México.
- Gametogénesis: ovogénesis y espermatogénesis.
<https://www.youtube.com/watch?v=Oq9DFY1VD4E>
- Fecundación y desarrollo embrionario.
<https://www.youtube.com/watch?v=rdF3NmaAyX0>
- Reproducción sexual y asexual.
<https://slideplayer.es/slide/3429672/>

3. Completa el siguiente cuadro indicando el tipo de fecundación (interna o externa), el tipo de crías (ovíparos, vivíparos u ovovivíparos), la edad de maduración sexual (en meses o años) y si existe cortejo reproductivo en los siguientes organismos.

Organismos	Fecundación	Tipo de crías	Edad de maduración sexual	Cortejo reproductivo
Perro				
Humano				
Elefante				
Gallina				
Rana				

4. Entra a la siguiente liga y descarga el artículo “¿Qué es el amor? Respuestas desde la biología” <http://www.comoves.unam.mx/assets/revista/147/que-es-el-amor-respuestas-desde-la-biologia.pdf>, posteriormente haz un listado de las hormonas y moléculas químicas que aparecen en la lectura, así como su función y anótalas en el siguiente recuadro.



5. Relaciona los procesos involucrados en la reproducción con su descripción y anota en el paréntesis la letra que corresponda.

Proceso		Descripción
1	Segmentación ()	a. Fase del desarrollo embrionario en donde se forma un espacio llamado blastocele.
2	Gastrulación ()	b. Se le llama así a la estructura que se origina después de la unión de los núcleos celulares del espermatozoide y el óvulo.
3	Mórula ()	c. Proceso de divisiones celulares que se da en el huevo o cigoto y que forma nuevas células conocidas como blastómeros.
4	Blástula ()	d. Fase del desarrollo embrionario en donde los blastómeros tienen forma irregular, muy similar a la de una mora.
5	Cigoto ()	e. Fase del desarrollo embrionario en donde se forman las hojas embrionarias: ectodermo, mesodermo y endodermo.
6	Fecundación ()	f. Tipo de reproducción que requiere de dos individuos de sexos distintos (macho y hembra).
7	Gametogénesis ()	g. Proceso en el que se fusionan los núcleos celulares del espermatozoide y del óvulo.
8	Reproducción sexual ()	h. Tipo de reproducción característica de las bacterias en donde no se requiere de dos individuos de sexos distintos.
9	Reproducción asexual ()	i. Proceso por el cual se forman las células sexuales como los espermatozoides y los óvulos.

6. Entra a la siguiente liga y descarga el artículo “Las hormonas sexuales y el cerebro” <http://www.comoves.unam.mx/assets/revista/43/las-hormonas-sexuales-y-el-cerebro.pdf> Lee el texto y después responde lo siguiente:



a) ¿Por qué es importante el proceso reproductivo en los seres vivos? Explica

b) ¿Qué relación existe entre las hormonas y la reproducción? Explica

c) ¿Qué papel juega el cerebro en el proceso reproductivo humano? Explique



La siguiente evaluación te brindará un panorama sobre tu desempeño a lo largo del corte, así como lo que requieres fortalecer, en cuanto a lo actitudinal y lo aptitudinal.

Instrucciones: Marca con una **X** la respuesta que corresponda.

Evaluación actitudinal	Totalmente de acuerdo	Parcialmente de acuerdo	Totalmente en desacuerdo
Organizo mi tiempo de estudio.			
Tengo un espacio exclusivo para estudiar.			
Relaciono mi aprendizaje con mi contexto.			
Utilizo diferentes fuentes de consulta, material físico y virtual.			
Gestiono mi aprendizaje usando organizadores gráficos y elaborando resúmenes.			
En el momento de la resolución de las actividades me comprometí con mi aprendizaje.			
Busco la manera de relacionar estas actividades de aprendizaje con mi contexto.			
Busco el significado de las palabras que desconozco en diferentes fuentes de consulta como libros o diccionarios			
Al ir resolviendo, procuro tomar apuntes para organizar mi aprendizaje.			

Desempeño aptitudinal

Logros mediante mi aprendizaje autónomo	En forma clara	Me cuesta trabajo	No
Logro identificar los componentes morfológicos y bioquímicos implicados en la regulación química			
Logro identificar los componentes morfológicos y bioquímicos implicados en la regulación electroquímica			
Logro identificar los componentes morfológicos y bioquímicos implicados en la reproducción de los organismos			
Puedo describir los procesos de maduración sexual en algunos organismos			
Logro explicar la relación de los procesos reproductivos con la regulación química y electroquímica			
Puedo describir los procesos de reproducción asexual			
Puedo describir los procesos de reproducción sexual			
Puedo describir los procesos de fecundación, gametogénesis y desarrollo embrionario			
Logro argumentar por qué es importante la reproducción en la continuidad de los sistemas vivos			
Logro argumentar por qué son importantes las hormonas y los neurotransmisores en la conducta reproductiva de los sistemas vivos			



En esta sección se mencionan las lecturas y documentos que se tomaron como fuentes de información para realizar el material.

- Audesirk, T. et. al. (2003). *Biología. La vida en la Tierra*. México. Pearson Prentice Hall. 889 pp.
- Biggs, A. et. al. (2000). *Biología La dinámica de la vida*. México. Mc Graw Hill.
- Calixto, R. et. al. (2009). *Biología 2*. Basado en competencias. México. Editorial Progreso. 216 pp.
- Cervantes, M. y M. Hernández. (2004). *Biología General*. México. Segunda edición. Publicaciones Culturales.
- Camacho, I. (2002). Las hormonas sexuales y el cerebro. Revista ¿Cómo ves? México. Tomado de: <https://www.unamenlinea.unam.mx/recurso/83123-las-hormonas-sexuales-y-el-cerebro>.
- González, Calixto. Fisiobiología del Amor - 01/12/2014. [tps://www.youtube.com/watch?v=Dgn-Q78Q9hU](https://www.youtube.com/watch?v=Dgn-Q78Q9hU)
- <http://www.editorialkapelusz.com/wp-content/uploads/2018/02/CAP-MODELO-AVANZA-BIOLOGIA-FED-percepcion-regulacion-y-las-respuestas-de-los-seres-vivos.pdf> (16 septiembre 2020)
- Las glándulas endocrinas <http://accessmedicina.mhmedical.com/content.aspx?bookid=2163§ionid=162709947> (27 de septiembre de 2020)
- Cuadro de hormonas <https://www.pinterest.com.mx/pin/520236194426706767/> (18 de septiembre de 2020)
- Esquema del sistema endócrino https://www.google.com/search?q=dibujo+del+sistema+endocrino+para+completar&sx=srf=ALeKk01yIotgsX3S_hqInOhBaYtgSQKCQw:1600477065368&source=Inms&tbn=i sch&sa=X&ved=2ahUKEwjM5s7XgfTrAhWYAZ0JHRfXBKUQ_AUoAXoECAwQAw&biw=1366&bih=657#imgsrc=IEIjqldkJYKqDM (18 de septiembre 2020)
- Sistema nervioso <https://www.portaleducativo.net/tercero-medio/9/sistema-nervioso-organizacion-funcion> (19 (19 septiembre 2020)
- Características de las neuronas. <https://www.caracteristicas.co/neuronas/#ixzz6YSFc7i21> (19 septiembre 2020) <https://www.caracteristicas.co/neuronas/#ixzz6YSIqQ3jo> (19 septiembre 2020) <https://www.caracteristicas.co/neuronas/#ixzz6YSKUFkyN> (19 septiembre 2020)

- Propagación del impulso nervioso.
http://agrega.educacion.es/repositorio/14062013/46/es_2013061412_9103939/SistemaNervioso/propagacin_del_impulso_nervioso.html
- Video sobre impulso nervioso. <https://www.youtube.com/watch?v=ZqEQprE189M>
- Arco reflejo.
<https://www.youtube.com/watch?v=iYt7jNO9lfl&list=PLgwlfcqa5h3z1d4TguhvxvheGyFdacAejC&index=5>
- Neurotransmisores. <https://psicologiaymente.com/neurociencias/tipos-neurotransmisores-funciones#:~:text=Los%20neurotransmisores%20son%20sustancias%20qu%C3%ADmicas,puntos%20de%20contacto%20llamados%20sinapsis.> Revisado el 20 de septiembre de 2020
- Neurotransmisión:
http://www3.uah.es/bioquimica/Tejedor/bioquimica_ambiental/tema12/tema%2012-neurotransmision.htm
- Sistema Nervioso Humano.
<http://www.bdigital.unal.edu.co/39426/1/luzdarycardenass.2014.pdf>
- Velázquez, M. (2006). *Biología 2. Bachillerato*. México. ST Editorial. 343 pp.
- Young, M. (2010). *Biología 2*. México. Editorial Nueva Imagen. 216 pp. <http://www.curtisbiologia.com/node/101>
- <http://temas-biología.blogs-pot.com/2008/10/reproducción-y-desarrollo-embionario.html>
- <http://fai.unne.edu.ar/biologia/reproduccion/sexual.htm>
- <http://objetos.unam.mx/biologia/homeostasis/sitio/equilibrio.html#>



CORTE

3

GENÉTICA Y EVOLUCIÓN

Aprendizajes esperados:

- Genética
- Evolución
- Identificarás los principios de genética mendeliana y no mendeliana.
- Aplicarás las reglas generales de la herencia en modelos probabilísticos.
- Explicarás las principales causas de la variabilidad genética.
- Distinguirás las implicaciones biológicas y éticas de la manipulación genética.
- Identificarás los conceptos de evolución, así como las principales teorías, evidencias y mecanismos implicados.
- Explicarás los mecanismos de selección natural y el proceso de diversificación basándose en modelos evolutivos.



PROPÓSITO

Al finalizar el corte serás capaz de aplicar conocimientos relacionados con genética y evolución en la solución de problemas cotidianos sobre salud y biodiversidad sosteniendo una postura personal.



Con el objetivo de que consigas desarrollar los aprendizajes esperados de este corte, es fundamental que reactives los siguientes conocimientos, que están contemplados en la asignatura Biología I.

- Estructura del material genético ADN Y ARN
- Expresión del material genético ADN y ARN
- Meiosis
- Concepto de población
- Atributos de una población

Identifica lo que debes saber para que la comprensión de los contenidos sea más fácil, si descubres que has olvidado algo ¡repásalo!



Esta evaluación que te permitirá identificar algunos conocimientos previos con los que cuentas

Instrucciones. Contesta lo que se te pide.

1.- ¿Qué son los ácidos nucleicos?

2.- Tipos de ácidos nucleicos que existen

3.- Tipo de ARN que se encarga de la transcripción y traducción de la información contenida en el ADN

- a) ARNm
- b) ARNt
- c) ARNr

4.- ¿Cómo está conformado un nucleótido?

5.- ¿Cuál es la única molécula capaz de autoduplicarse?

6.- Mecanismo de división celular donde una célula madre diploide se divide dando como resultado cuatro células hijas haploides

7.- Nivel de organización de la materia conformado por un conjunto de organismos de la misma especie que se encuentran en un área determinada

8.- Mencione 3 atributos de la población



Genética

GENÉTICA MENDELIANA

LEYES DE MENDEL

Las **Leyes de Mendel** son un conjunto de principios que explican de manera muy clara como ciertas características genéticas se transmiten de una generación a otra, considerando rasgos dominantes y recesivos. Las leyes de Mendel son el resultado de un exhaustivo trabajo con las plantas de chícharo, en el que su autor realizó poco menos de tres mil cruces. Trabajo que resultó, en principios básicos de la herencia, que revolucionaron las antiguas explicaciones de cómo se adquieren las características de los progenitores a sus descendientes. Las leyes se derivan del trabajo realizado por Gregor Mendel publicado en el año 1865 y el 1866, pero éste fue ignorado por largo tiempo hasta su redescubrimiento en 1900.

Un poco de Historia

Las leyes de la herencia fueron derivadas de las investigaciones sobre hibridación entre plantas realizadas por Gregor Mendel, un monje agustino austriaco, del siglo XIX. **Figura 1.**

Entre los años 1856 y 1863, Mendel cultivó cerca de 28,000 plantas de chícharo.

La especie (*Pisum sativum*) (planta de chícharo). Sus experimentos con las cruces de plantas de chícharo, le llevaron a concebir generalizaciones teóricas acerca de la herencia que después serían conocidas como *Leyes de Mendel de la herencia* o *herencia mendeliana*.



Figura 1. Retrato de Gregor Mendel. Obtenido de

https://es.m.wikipedia.org/wiki/Archivo:Gregor_Mendel_Monk.

	Rasgo Dominante	Rasgo Recesivo
Forma de la semilla	lisa 	arrugada 
Color de la semilla	amarilla 	verde 
Forma de la vaina	hinchada 	contraída 
Color de la vaina	verde 	amarilla 
Color de la flor	púrpura 	blanca 
Ubicación de la flor	en las uniones de las hojas 	en las puntas de las ramas 
Tamaño de la planta	alta (1.8 a 2 m) 	enana (0.2 a 0.4 m) 

Figura 2. Los siete caracteres que observó G. Mendel en sus experimentos con diferentes variedades de *Pisum sativum* (chícharo)²⁶

Como se puede observar en la **figura 2**, la planta de chícharo tiene siete características fenotípicas que pueden observarse con facilidad. Antes de comenzar sus experimentos haciendo cruces entre plantas de chícharo, Mendel se aseguró de cada una de las poblaciones con las que trabajaría fueran de raza pura para cada una de las características de la planta, cerciorándose de que el rasgo elegido se presentara sin alteraciones por varias generaciones. Después empezó a cruzar, sembrar, observar y registrar²⁷.

Los resultados de Mendel fueron ignorados hasta 1900, cuando Hugo de Vries, Carl Correns, y el Erich von Tschermak, por separado, y sin conocer los trabajos de Mendel llegaron a las mismas conclusiones que él.

²⁶ Obtenida de: <http://www.blogdebiologia.com/metodos-de-mendel.html>

Consultado: 29/09/2020

²⁷ Tomado de <http://www.objetos.unam.mx/biologia/herenciaMendeliana/index.html>. UNAM.

De Vries fue el primero que publicó sobre las leyes de la herencia, y Correns, después de consultar dicho trabajo noto que entre sus estudios previos se encontraba el trabajo de Mendel.

En 1902, Theodore Boveri y Walter Sutton, trabajando por separado postularon la *Teoría cromosómica de la herencia*. La cuál explica que los genes se encuentran en los cromosomas y el lugar que ocupan es llamado **locus** o bien sí, nos referimos a varios genes recibe el nombre de **loci** si se hace referencia al lugar del cromosoma ocupado por varios genes).

De las afirmaciones de la teoría cromosómica se deduce que las leyes de Mendel reflejan el comportamiento de, los cromosomas durante la **meiosis**.

La primera ley responde a la migración aleatoria de los **cromosomas homólogos** a polos opuestos de la célula durante el anafase I, es decir que los alelos se segregan en proporciones 1:1 en las células sexuales o gametos.

Siguiendo con el significado y relación que tiene la teoría cromosómica con las leyes mendelianas, se puede deducir que la segunda ley, se puede relacionar al alineamiento aleatorio de cada par de cromosomas homólogos durante la metafase I de la meiosis por lo que genes distintos y pares diferentes de cromosomas homólogos segregan independientemente, es decir pueden expresar sin depender uno del otro por lo tanto podemos tener chícharos lisos en vainas amarillas o bien chícharos rugosos en vainas verde; es decir las características se combinan en múltiples formas dando por resultado una combinación azarosa de rasgos hereditarios.

Experimentos de Mendel

Pisum sativum es una planta autógama, es decir, se autofecunda.

Llevó a cabo un experimento que tuvo control realizando cruzamientos durante dos generaciones sucesivas mediante autofecundación para obtener líneas puras para cada carácter. Con un pincel se toma el polen de la flor de la planta a la que se desea cruzar y se coloca en la flor de una segunda planta progenitora.

Primero y segundo experimentos de Mendel

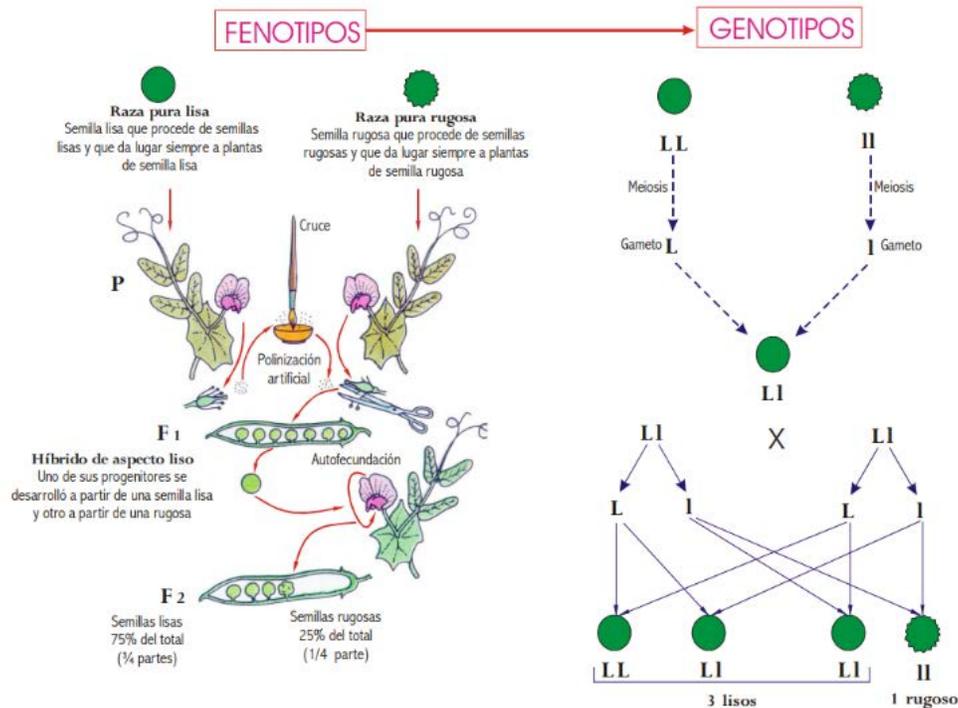


Figura 3. Polinización de las plantas de chícharo hecha por Mendel para sus experimentos²⁸.

Primera Ley de Mendel. Ley de Dominancia

Conocida también como la primera Ley de Mendel, de la segregación. Esta primera ley establece que durante la formación de los **gametos** cada **alelo** de un par se separa del otro miembro para determinar la constitución genética del gameto filial. Es muy habitual representar las posibilidades de **hibridación** mediante un **cuadro de Punnett**.

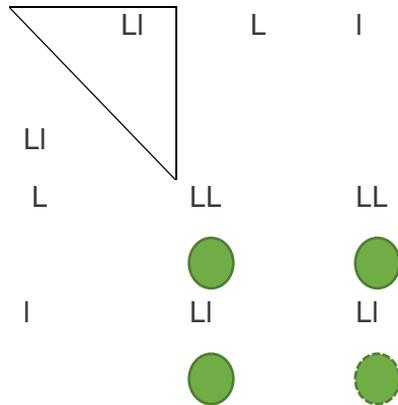
En la actualidad para comprender las leyes de Mendel se hacen cruza utilizando letras que simbolizan los rasgos hereditarios que se están observando en el fenotipo, por ejemplo, en la canastilla de Punnet, se puede observar que la L, se utiliza para simbolizar la textura de la semilla lisa, mientras que una I se usa para simbolizar la textura rugosa de la semilla de chícharo.

En la siguiente cruce podemos visualizar que los rasgos dominantes (letras mayúsculas), se expresan aun en presencia de rasgos recesivos (letras minúsculas), cuando Mendel hizo dicha observación dedujo la **ley de dominancia** (primera ley de Mendel)

Al cruzar dos plantas de semillas lisas **heterocigotas** (LI), se obtienen los descendientes modelando la cruce genética como se observa en la figura de arriba; igual puede hacerse con una canastilla de Punnet.

²⁸ https://www.edu.xunta.gal/centros/iesriocabe/system/files/u1/T_206_Gen_tica_Mendeliana.pdf

Canastilla de punnet simboliza la cruce de plantas heterocigotas LI, para la textura de la semilla.



En la tabla 1 de resultados de la canastilla podemos observar que el alelo dominante L, es el que se expresa aún en presencia del alelo recesivo I, puesto que el fenotipo de los heterocigotos (LI) es de textura lisa, mientras que los recesivos sólo se expresarán en la condición homocigota (II), es decir solo aquellas plantas que tengan dicho genotipo tendrán semillas de textura rugosa, o sea puede decirse que el genotipo se expresa en el fenotipo.

Tabla 1. Resultados de la canastilla de punnet al cruzar dos plantas heterocigotas para la textura de las semillas.

Genotipo	Fenotipo	Porcentaje	Proporción
Homocigoto Dominante LL	Semillas lisas	50% de los descendientes	1/4
Heterocigoto LI	Semillas Lisas	25% de los descendientes	2/4
Homocigoto Recesivo LI	Semillas rugosas	25% de los descendientes	1/4

Revisa el siguiente video en donde observarás como se usa el cuadro de Punnet, para realizar las cruces: <https://www.youtube.com/watch?v=TIUHkTYu-ZA>

Mendel obtuvo la primera ley al cruzar diferentes variedades de individuos **heterocigotos** (Aa), y pudo observar en sus experimentos que obtenía muchos chicharos verdes y otros (menos) amarillos, comprobó que la proporción era de 3:4 de color amarilla y 1:4 de color verde (3:1).

Recordemos que los cromosomas y los genes se estudiaron mucho tiempo después de los resultados de Mendel, por lo que, podemos explicar la primera ley, los dos alelos, que codifican para cada característica, son segregados durante la producción de gametos

mediante una división celular meiótica. Esto significa que cada gameto va a contener un solo alelo para cada gen. Lo cual permite que los alelos materno y paterno se combinen en el descendiente, asegurando la **variación genética**.

Según esta ley, para cada característica, un organismo hereda dos alelos, uno para cada progenitor uno proviene de la madre y otro del padre. Éstos pueden ser homocigóticos (con alelos iguales) o heterocigóticos (con alelos diferentes).

Mendel llevó a cabo la misma serie de cruzamientos en todos sus experimentos. Cruzó dos variedades o líneas puras diferentes respecto de uno o más caracteres. Como resultado obtenía la primera generación filial (F_1), en la cual observó la uniformidad fenotípica de los **híbridos**. Posteriormente, la **autofecundación** de los híbridos de F_1 dio lugar a la segunda generación filial (F_2), y así sucesivamente. También realizó cruzamientos recíprocos, es decir, alternaba los fenotipos de las plantas parentales (P):

$$\text{♀P}_1 \times \text{♂P}_2$$

$$\text{♀P}_2 \times \text{♂P}_1$$

(siendo P la generación parental y los subíndices 1 y 2 los diferentes fenotipos de ésta).

Además, llevó a cabo retrocruzamientos, que consisten en el cruzamiento de los híbridos de la primera generación filial (F_1) por los dos parentales utilizados, en las dos direcciones posibles:

$$\text{♀F}_1 \times \text{♂P}_2 \text{ y } \text{♀P}_2 \times \text{♂F}_1 \text{ (cruzamientos recíprocos)}$$

$$\text{♀F}_1 \times \text{♂P}_1 \text{ y } \text{♀P}_1 \times \text{♂F}_1 \text{ (cruzamientos recíprocos)}$$

Los experimentos demostraron que:

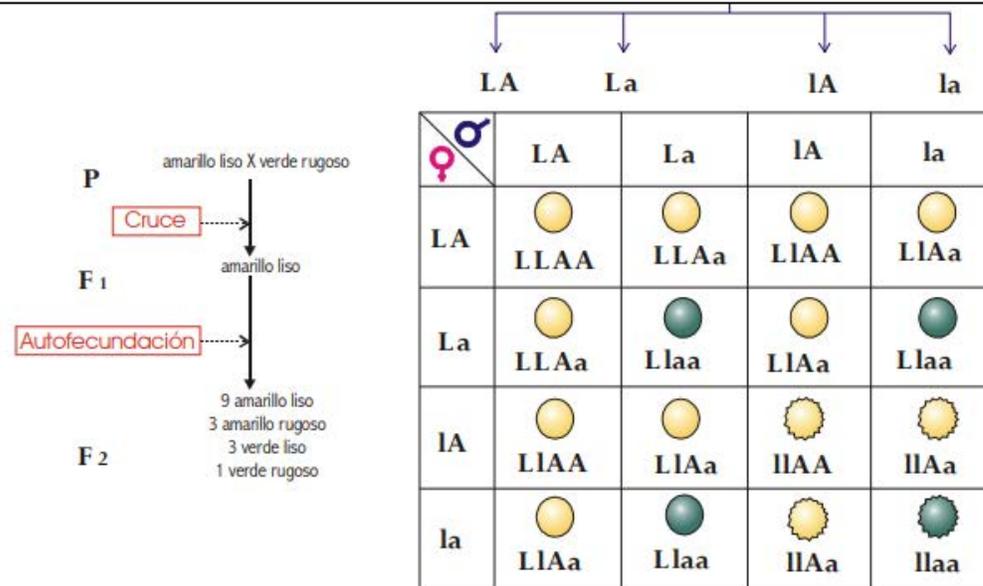
- a. La herencia se transmite por factores (alelos)
- b. La herencia que él estudio sigue normas estadísticas sencillas, resumidas en sus dos principios o leyes.

Ley de la segregación de caracteres independientes. Segunda Ley de Mendel.

Mediante la 2ª Ley, Mendel concluyó que diferentes rasgos son heredados independientemente unos de otros, no existe relación entre ellos, por lo tanto, el patrón de herencia de un rasgo no afectará al patrón de herencia de otro. Sólo se cumple en aquellos genes que no están ligados (en diferentes cromosomas) o que están en regiones muy separadas del mismo cromosoma.

Tabla 2. Dos características diferentes de las plantas de chícharo y su simbología.

Dos características	Alelos dominantes		Alelos recesivos	
	Genotipo	Fenotipo	Genotipo	Fenotipo
1.- Color de la semilla	A	Semilla verde	a	Semilla amarilla
2.- Textura de la semilla	L	Semilla lisa	l	semilla rugosa



Mendel observó dos características diferentes en donde intervienen cuatro alelos en total, que los rasgos hereditarios se segregan independiente, pues se combinan de manera aleatoria, por ejemplo, en la cruce de la imagen de abajo en donde tenemos dos características que son la textura y el color de la semilla, hay cuatro alelos dos para cada rasgo. Por lo que estamos hablando de dos características en la que están involucrados cuatro alelos, para hacer el cruzamiento en la canastilla Punnet, se obtienen las posibles combinaciones alélicas.

Figura 4. Canastilla de Punnet de una planta homocigota dominante (LLAA) y una homocigota recesiva (aall) para dos características. La canastilla tiene 16 divisiones pues para una cruce en donde intervienen dos características y cuatro alelos, dos por cada característica, tenemos 16 posibles combinaciones genéticas, $4^2 = 16$.²⁹

Conclusiones

Las leyes mendelianas de transmisión son por lo tanto dos: la Ley de segregación de caracteres independientes (1ª ley) y la Ley de la Herencia Independiente de Caracteres (2ª ley).

Conceptos básicos

GEN: Es una región de DNA que codifica para RNA.

GENOTIPO: factores hereditarios internos de un organismo, sus genes y por extensión su genoma.

FENOTIPO: las cualidades físicas observables en un organismo, incluyendo su morfología, fisiología y conducta a todos los niveles de descripción.

ALELO: Es cada una de las variantes de un locus. Cada alelo aporta diferentes variaciones al carácter que afecta.

En organismos diploides (2n) los alelos de un mismo locus se ubican físicamente en los pares de cromosomas homólogos.

LOCUS: Ubicación del gen en un cromosoma. Para un locus puede haber varios alelos posibles. (Plural: LOCI)

CARIOTIPO: Composición fotográfica de los pares de cromosomas de una célula, ordenados según un patrón estándar. En un cariotipo encontramos el conjunto de características que permiten reconocer la dotación cromosómica de una célula.

LINEA PURA: Es la descendencia de uno o más individuos de constitución genética idéntica, obteniéndose por autofecundación o cruces endogámicos. Son individuos homocigotos para todos sus caracteres.

AUTOFECUNDACIÓN: Proceso de reproducción sexual donde los gametos masculinos de un individuo se fecundan con los óvulos del mismo individuo. Es indispensable que sean especies monoicas (característico de las plantas y algunos animales inferiores).

DOMINANCIA: Predominio de la acción en un factor de herencia (gen) sobre la de su alternativo (llamado recesivo), enmascarando u ocultando sus efectos. El carácter hereditario dominante es el que se manifiesta en el fenotipo (conjunto de las propiedades manifiestas en un individuo).

²⁹ Obtenida de https://www.edu.xunta.gal/centros/iesriocabe/system/files/u1/T_206_Gen_tica_Mendeliana.pdf
Consultado: 19/09/2020

Según la terminología mendeliana se expresa como $A > a$ (el alelo A domina sobre el alelo a, el carácter que determina, es por tanto el que observaremos en el fenotipo).

RECESIVIDAD: Característica del alelo recesivo de un gen que no se manifiesta cuando está presente el alelo dominante. Para que este alelo se observe en el fenotipo, el organismo debe poseer dos copias del mismo alelo, es decir, debe ser homocigoto para ese gen (según la terminología mendeliana, se expresaría como "aa").

MEIOSIS: La meiosis es el proceso de división celular que permite a una célula diploide generar células haploides en eucariotas. En este proceso se produce una replicación del DNA (en la fase S) y dos segregaciones cromosómicas, de manera que de una célula inicial diploide se obtienen cuatro células haploides.

HOMOCIGOTO: Individuo puro para uno o más caracteres, es decir, que en ambos loci posee el mismo alelo (representado como aa en el caso de ser recesivo o AA si es dominante).

HETEROCIGOTO: Individuo que, para un gen, tiene un alelo distinto en cada cromosoma homólogo. Su representación mendeliana es "Aa".

HÍBRIDO: Es el resultado del cruzamiento o apareamiento de dos individuos puros homocigotos (uno de ellos recesivo y el otro dominante) para uno o varios caracteres.

GAMETO: Célula sexual que procede de una estirpe celular llamada línea germinal, en los seres superiores tienen un número de cromosomas haploide (n) debido a un tipo de división celular llamado meiosis que permite reducir el número de cromosomas a la mitad.

El gameto femenino se denomina óvulo; el gameto masculino recibe el nombre de espermatozoide.

AUTOSOMA: Todo cromosoma que no sea sexual.

GENÉTICA NO MENDELIANA

Con herencia no mendeliana nos referimos a casos de expresión genética que no siempre siguen los patrones de las leyes de Mendel, que, sin embargo, explican ampliamente de qué forma los sistemas biológicos regulan su herencia y como esto llega a impactar en la presencia de ciertas características en los descendientes.

Dominancia incompleta o herencia intermedia

Es el resultado de observaciones en ciertos organismos que tienen características que se heredan de manera intermedia, que no está acorde a la explicación con base en alelos dominantes y recesivos, es el caso de las flores de la planta maravilla que expresan tres fenotipos blanco, rojo y rosa, determinados solo por dos alelos, ambos dominantes;

descritos de la siguiente manera RR= flor roja, BB= flor blanca y la combinación de ambos RB= fenotipo rosa.

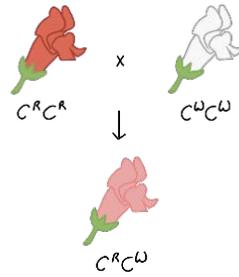
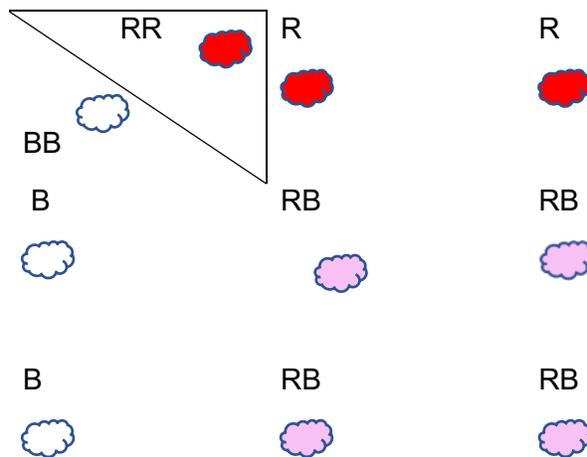


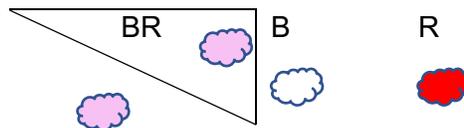
Figura 5. Cruza de flores rojas con flores blancas³⁰.

Si, el cruce de la imagen de la izquierda lo hacemos en una canastilla de Punnet queda de la siguiente manera:



¿Cómo quedaría la canastilla de Punnet si, ahora cruzamos dos plantas heterocigotas?

RB= genotipo heterocigoto

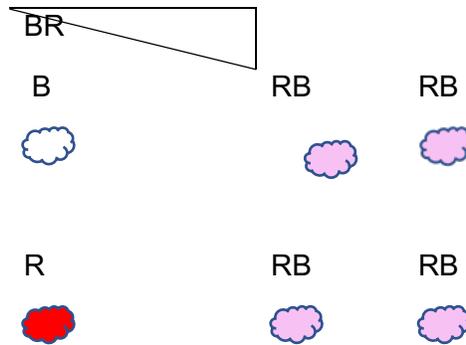


³⁰ Obtenido de

<https://es.khanacademy.org/science/high-school-biology/hs-classical-genetics/hs-non-mendelian-inheritance/a/multiple-alleles-incomplete-dominance-and-codominance>

Consultado:19/09/2020

GENOTIPO	FENOTIPO
RR	ROJO
RB	ROSA
BB	BLANCO



Poligenia

Fenómeno que se presenta cuando una característica está determinada por un conjunto de genes, color de ojos, color de piel o la estatura, puede haber de tres hasta cinco pares de genes que codifican esta información.

Términos clave

Término	Significado
Dominancia incompleta	Patrón de herencia en el que un alelo no es completamente dominante sobre otro
Codominancia	Patrón de herencia en el que ambos alelos se expresan simultáneamente en el heterocigoto
Alelos múltiples	Un gen que es controlado por más de dos alelos
Pleiotropía	Cuando un alelo afecta varias características
Alelo letal	Alelo que causa la muerte de un individuo
Rasgo poligénico	Rasgo controlado por varios genes

Para fines de entendimiento utilizaremos como ejemplo los grupos sanguíneos en humanos

Los antígenos de grupo sanguíneo que se localizan en la membrana celular también proporcionan marcadores de genes que se utilizan en antropología para estudios genéticos de poblaciones humanas y tienen importancia médica y legal en asuntos de paternidad, biológicos y criminalísticos.

El descubrimiento de que los eritrocitos humanos pertenecen a diversos sistemas antigénicos lo efectuó Landsteiner en 1900, quien identificó el sistema de antígenos sanguíneos ABO. Este sistema incluye cuatro grupos sanguíneos: A, B, AB y O, basándose en la presencia de los eritrocitos del aglutinógeno A, B, A y B, o ninguno, respectivamente. Según el aglutinógeno que exista, en el suero se encuentra la aglutinina o anticuerpo contra el aglutinógeno que no está presente.

Así, una persona con grupo sanguíneo A tiene aglutininas anti-B; si el grupo es B, las aglutininas presentes son anti-A: el grupo O tiene aglutininas anti-A y anti-B, en tanto que el grupo AB no tiene aglutininas. Por lo tanto, es posible determinar el grupo sanguíneo mediante la observación de las reacciones de los hematíes en contacto con sueros anti-A y anti-B. Si la sangre aglutina con anti-A, el grupo sanguíneo es A; si aglutina con anti-B, el grupo sanguíneo es B; si lo hace con anti-A y anti-B, el grupo sanguíneo es AB, y si no aglutina con ninguno de los dos antisueros, el grupo sanguíneo es O. La aglutinación ocurre cuando las aglutininas se unen a dos eritrocitos a la vez, lo que hace que éstos se agrupen o aglutinen. Además de la aglutinación, la unión aglutinina-aglutínógeno produce hemólisis por lesión de la membrana celular del eritrocito.

Puedes ver una animación en: http://genetica.rua.unam.mx/data/_5Y5VYVC.HTM

COMBINACIONES DE ALELOS PARA GRUPOS SANGUINEOS	
GENOTIPO	FENOTIPO
AA	A
AO	A
BB	B
BO	B
AB	AB
OO	O

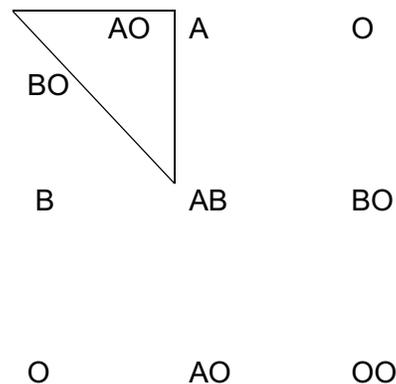
La sangre tipo O también se le conoce como sangre tipo cero 0, ya que carece de marcadores en la superficie de sus células. Quienes poseen sangre tipo O son donadores universales, debido a que no tienen ninguna molécula que tenga una reacción adversa con ninguno de los otros tipos sanguíneos.

Problema:

a) Un hombre de sangre tipo B tiene un hijo con una mujer de sangre tipo A. El bebé tiene sangre tipo O ¿Cómo podrías explicar este caso? Anota el posible genotipo del padre y de la madre.

Genotipo de la madre: AO

Genotipo del padre: BO



Solución:

Ambos padres son heterocigotos, por lo que tienen un 25% de probabilidad de tener un hijo con sangre tipo O.

Herencia ligada al cromosoma sexual X



NASA. (29 de julio de 2014). Moscas de la fruta en la Estación Espacial Internacional. Revisado el 10 de septiembre de 2016. Recuperado de: http://ciencia.nasa.gov/ciencias-especiales/08jul_Fruitflies/

Figura 6. Macho de *Drosophila melanogaster* (mosca de la fruta). Obtenido de http://uapas1.bunam.unam.mx/ciencias/herencia_ligada_alsexo/ Consultado: 18/19/2020

La foto de arriba es de la mosca de la fruta, la cual es uno de los pocos organismos que han viajado al espacio, su nombre científico es *Drosophila melanogaster*, y es famoso por ser un modelo de estudio, para la genética, con base en el cual se han hecho investigaciones muy interesantes, un pionero en el estudio de la genética con moscas de la fruta es Thomas Morgan biólogo estadounidense, que cultivaba estas moscas para sus estudios en la herencia biológica, ¿Por qué la eligió ella y no a otro organismo? Bien pues tiene un ciclo de vida corto, ocupan poco espacio en el laboratorio, razones por las cuales puedes tener poblaciones muy extensas para estudiar a un gran número de individuos de la misma especie; dando resultados estadísticamente representativos y en un plazo menor de tiempo que sí, eligiera al humano, por ejemplo.

Autosomas y cromosomas sexuales

Se denomina autosomas a todos aquellos cromosomas que no determinan el género de un animal, mientras que los cromosomas sexuales son determinantes para definir si es hembra o macho, como se observa en las imágenes de abajo.

Los cromosomas sexuales en las hembras de la mosca de la fruta son XX mientras que los cromosomas sexuales de los machos son XY

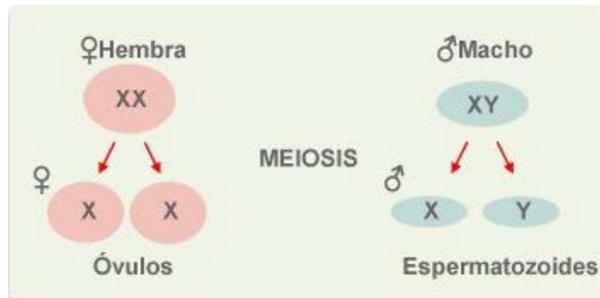


Figura 7. Letras con las cuales se identifican los cromosomas sexuales de *Drosophila melanogaster* (mosca de la fruta)³¹. A la izquierda; dibujo de los autosomas y cromosomas sexuales de *Drosophila melanogaster* (mosca de la fruta).

Moscas mutantes

Dentro de los cultivos de moscas de Morgan, alguna vez encontraron sus colaboradores, un macho de ojos blancos, pues regularmente las moscas de esta especie presentan de manera regular ojos rojos, por lo que este individuo de ojos blancos se consideró como una novedad en sus investigaciones que habría que indagar, y así fue, por lo que concluyeron que, este macho había heredado de una hembra con genotipo $X^R X^r$, el alelo r , que se consideró un alelo mutante que portaba el cromosoma sexual de la hembra progenitora del macho de ojos blanco; dado que no se presentaba en el otro cromosoma sexual Y, masculino, a esta forma de heredar características genéticas, la denominaron herencia ligada al cromosoma sexual X.



Figura 8. Fotografía de dos hembras la de arriba de con fenotipo mutante de ojos blancos, la de abajo fenotipo silvestre (ojos rojos). De *Drosophila melanogaster* (mosca de la fruta). Obtenido de http://uapas1.bunam.unam.mx/ciencias/herencia_ligada_alsexo/ Consultado: 18/19/2020

A este macho de ojos blancos (mosca del lado derecho) lo aparearon con una hembra de ojos rojos (mosca del lado izquierdo en la imagen de abajo) el resultado es que todos los descendientes de esta pareja tuvieron fenotipos de ojos rojos. Veamos la canastilla de Punnet del cruzamiento ligado al cromosoma sexual X.

³¹ Obtenido de http://uapas1.bunam.unam.mx/ciencias/herencia_ligada_alsexo/ Consultado: 18/19/2020

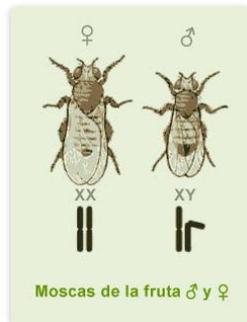
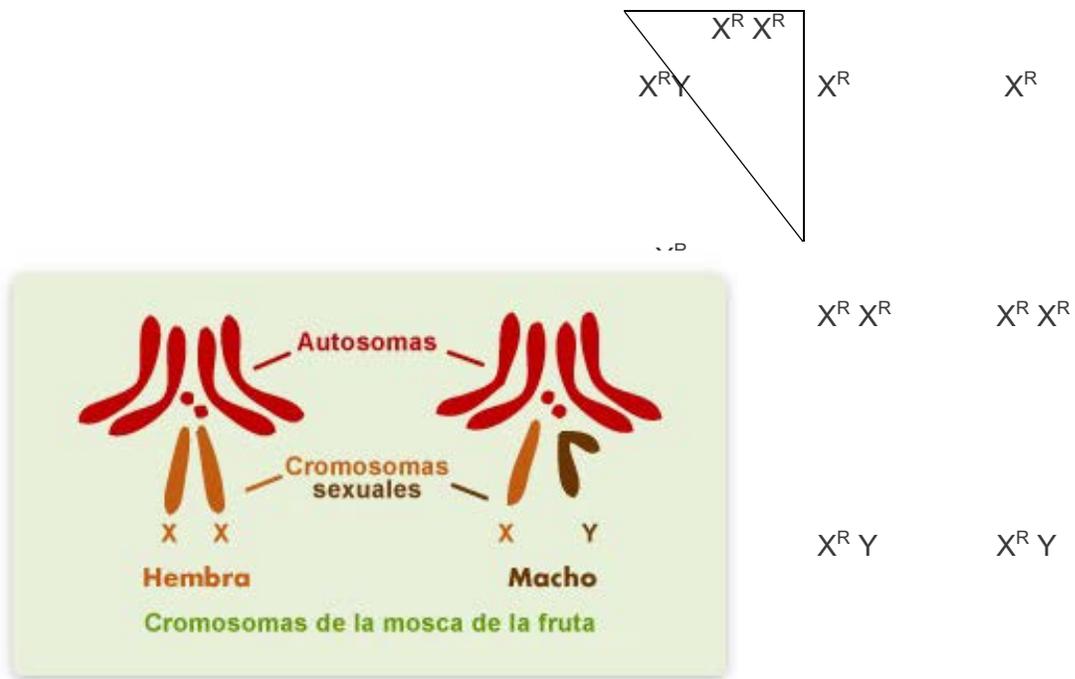


Figura 9. Cromosomas sexuales de una hembra y un macho de *Drosophila melanogaster* (mosca de la fruta)³².



³² Obtenido de http://uapas1.bunam.unam.mx/ciencias/herencia_ligada_alsexo/

Consultado: 18/19/2020

Tabla 3. Resultados de la canastilla de Punnet al cruzar un macho de ojos blancos con una hembra homocigota de ojos rojos.

Genotipo	Fenotipo	Porcentaje	Proporción
Homocigoto $X^R X^R$	Hembra de ojos rojos	50% de los descendientes	2/4
Homocigoto $X^R Y$	Macho de ojos rojos	50% los descendientes	2/4

Problema resuelto: ¿Cuál sería el fenotipo de los descendientes de la cruce de un macho de ojos rojos con una hembra portadora de la mutación de ojos blancos?

Hembra heterocigota $X^R X^r$ x Macho de ojos blancos $X^r Y$

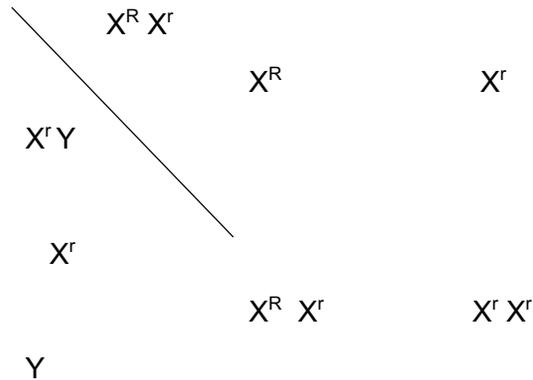


Tabla 4. Resultados de la canastilla de Punnet al cruzar un macho de ojos blancos con una hembra heterocigota de ojos rojos.

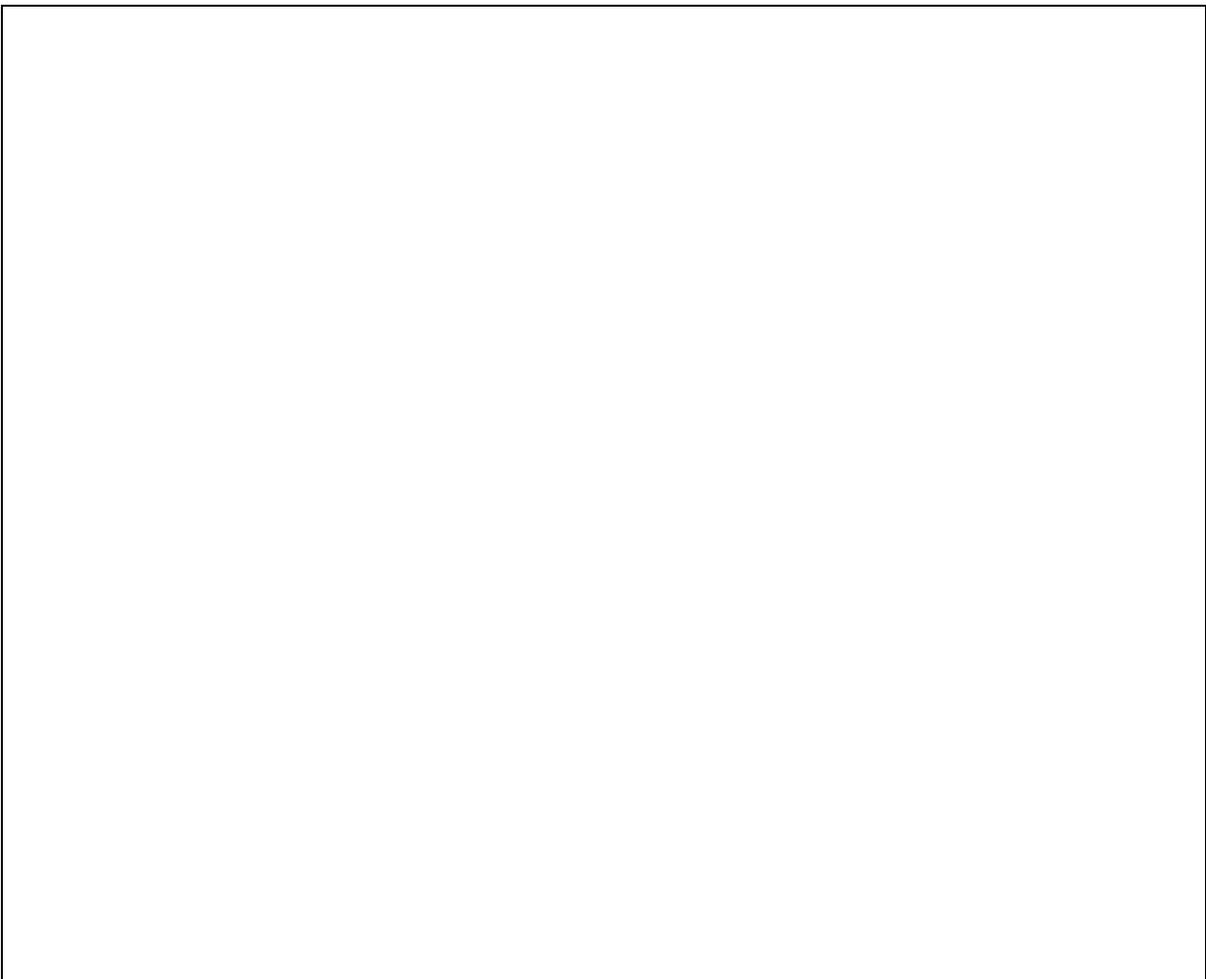
Genotipo	Fenotipo	Porcentaje	Proporción
Heterocigota $X^R X^r$	Hembra de ojos rojos, portadora De la mutación de ojos blancos	25% de los descendientes	1/4
Homocigota $X^r X^r$	Hembra de ojos blancos.	25% los descendientes	1/4
$X^R Y$	Macho de ojos rojos.	25% los descendientes	1/4
$X^r Y$	Macho	25% los descendientes	1/4



- Cárdenas Guzmán Guillermo. El microbioma humano <http://www.comoves.unam.mx/numeros/articulo/167/el-microbioma-humano> Consultado el 19 de septiembre 2020.
- Gutierrez Abad Alfredo.2014. <https://portalacademico.cch.unam.mx/alumno/biologia1/unidad3/ingenieriagenetica/herenciaNoMendelianaUNAM> Consultado el 18 de septiembre 2020
- Rodríguez Amaiz Rosario, Castañeda Sortibrán América y Ordaz Tellez María Guadalupe. Conceptos básicos de genética. http://genetica.rua.unam.mx/data/SBSH_6RM.HTM UNAM. Consultado el 19/09/2020
- UNAM http://uapas1.bunam.unam.mx/ciencias/herencia_ligada_alsexo/ Consultado el 18 de septiembre 2020
- UNAM <https://portalacademico.cch.unam.mx/alumno/biologia1/unidad3/ingenieriagenetica/herenciaNoMendeliana> Consultado el 18 de septiembre 2020
- UNAM http://depa.fquim.unam.mx/amyd/archivero/03Mendell_24459.pdf Consultado el 18 de septiembre 2020

A continuación, encontrará una serie de actividades que te permitirán lograr el propósito de este corte.

1. Elabora un mapa conceptual del tema de genética mendeliana y no mendeliana



2. Realiza el siguiente ejercicio, utilizando el cuadro de Punnett

Las personas con ojos cafés "N" y piel morena "M" son dominantes sobre sus respectivos alelos, para ojos azules "n" y piel blanca "m". Realizar una cruce entre organismos homocigotos, obteniendo la GP (generación parental), F1 (primera generación filial), F2 (segunda generación filial) y sus fenotipos correspondientes.

GP=

F1=

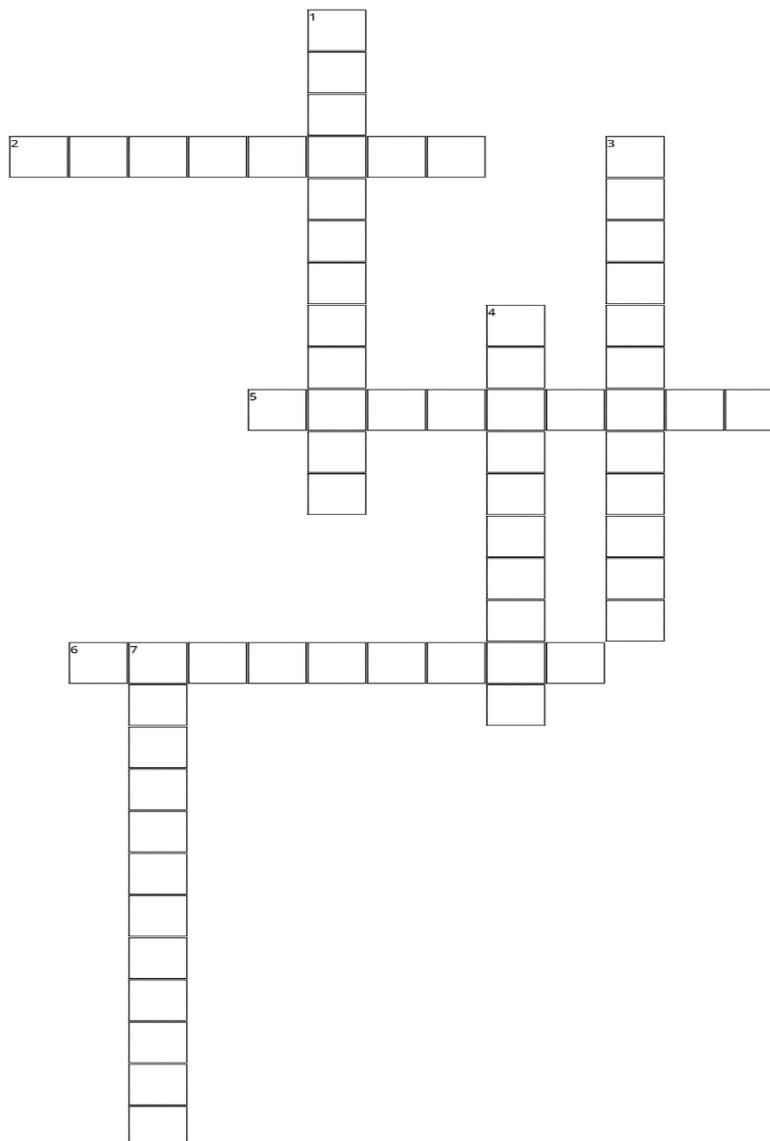
F2=

Cuadro de Punnett

Fenotipos

3. Resuelve el siguiente crucigrama

Variabilidad genética



Horizontales

2. Cambios que presentan los organismos en la información genética
5. Entrada o salida de organismos de una población
6. Transformaciones sucesivas y progresivas de los organismos

Verticales

1. Pérdida o fijación de genes en una población
3. Supervivencia del más apto
4. Proceso que es el resultado de la evolución
7. Tendencia de los genotipos de una población a diferenciarse

4. En la siguiente tabla, ordena las ventajas, desventajas y ejemplos de manipulación genética, que se encuentran en la parte inferior según corresponda.

VENTAJAS	DESVENTAJAS	EJEMPLOS

- Tratamientos para enfermedades genéticas y hereditarias.
- Aparición de nuevos organismos y nuevas enfermedades.
- Alimentos genéticamente modificados (el maíz resistente a insectos y arroz rico en b-caroteno)
- Plantas tolerantes a cambios extremos.
- Desaparición de especies naturales por el uso de especies modificadas genéticamente
- Producción de nuevos alimentos.
- Vaca resistente a enfermedades
- Posible aparición de efectos secundarios en humanos por el consumo de alimentos transgénicos.
- Pollo sin pluma.
- Producción de fármacos.
- Invasión de zonas naturales por organismos transgénicos más resistentes.
- Salmon de crecimiento rápido
- Obtención de plantas clónicas y de bioinsecticidas
- Reproducción asistida
- Limitación de la diversidad genética

Evolución

¿QUÉ MODELOS EVOLUTIVOS PODRÍAN EXPLICAR LA DIVERSIDAD DE ALGUNAS ESPECIES CERCANAS A TU VIDA COTIDIANA?

FIGURA 1. Evolución. La biodiversidad es el resultado del proceso evolutivo³³.

Antes de hablar de las formas en que se da la Evolución, es necesario hablar de lo que es la ciencia, ¿qué es?, ¿para qué sirve?, ¿cómo se lleva a cabo? Del método científico con el que se realizan las investigaciones o trabajos, sus partes claves como la hipótesis, un hecho científico, una teoría, la validez de cada uno de estos términos comprendiendo su significado, las publicaciones científicas, todo esto para comprender el tema, es un cierre, ya que engloba a la Biología como ciencia, abarcándola con el fruto de sus acciones, la generación del conocimiento.

El hecho de la evolución un hecho natural

Un argumento contra teoría de la evolución, algunos autores no aceptan la transformación de especies aseguran que “ni los propios evolucionistas están convencidos de la evolución”. Especula: “en teoría funciona en los hechos es otra cosa”, una hipótesis aún no probada.

Hipótesis es la explicación de una observación o fenómeno, que puede ser sometida a verificación por experimentación. Los resultados dirán si la hipótesis planteada puede ser aceptada como fue planteada, si debe ser rechazada porque no apoyan los resultados, o si puede ser modificada para ser consistente con nuevos hallazgos. En conclusión, se aceptada o rechaza ante evidencias, sobre todo de tipo experimental.

Cuando una hipótesis ha sido repetidamente verificada por observaciones y experimentación, se convierte en una teoría

Las teorías científicas tienen que ser respaldadas por repetidas experimentaciones y observaciones coherentes entre sí, y no son especulaciones. Una teoría no es el producto de una única hipótesis, sino de varias hipótesis y un largo procesos de experimentación y reflexión, varias hipótesis verificadas.

³³ Tomada de <https://portalacademico.cch.unam.mx/alumno/biologia2/unidad1/evolucion>

Ejemplo: **la teoría atómica** combina hipótesis producto de investigaciones en química como en física, ha sido verificada a través del tiempo.

Para que una teoría continúe aceptada como correcta, debe consistentemente predecir el resultado de nuevos experimentos o fenómenos relacionados con ella, y al mismo tiempo, resolver problemas prácticos, como calcular velocidades, o saber cuándo un tipo sanguíneo es compatible con otro y cuando no.

Un hecho científico se establece a partir de la solidez de una teoría y se acepta que los 'hechos' científicos son eventos que ocurren en el mundo, independientemente de nuestra conciencia, nos gusten o nos disgusten. La práctica científica ha establecido como un hecho, que el sol es la parte central de nuestro sistema solar, que la tierra tiene una forma esférica, que las plantas liberan oxígeno mediante la fotosíntesis y que las especies se transforman.

La evolución es “sólo una teoría”, lo mismo ocurre con la teoría de la relatividad de Einstein, o la teoría heliocéntrica de Copérnico, pero ¿existe acaso alguna duda sobre si el Sol es el centro de nuestro sistema solar?, y sobre otros hechos y teorías como la de la deriva continental y la tectónica de placas. Si la teoría atómica, no se considerara real, la tabla periódica de los elementos no serviría de nada, y todo el trabajo en Química no tendría valor científico, ya que nadie ha visto un átomo y por lo tanto la química sería únicamente una mera especulación. También la electricidad es una construcción teórica, ya que nadie ha podido ver un electrón, y sin embargo, la teoría nos ayuda a comprender fenómenos y a resolver problemas prácticos, como poder leer durante la noche. ¿Qué sería de nuestro mundo y forma de vida sin la confianza en las teorías científicas?

La evolución es “sólo una teoría” esa declaración implica el desconocimiento de terminología científica, de la forma en que la ciencia trabaja y las diferencias entre hipótesis, teorías y hechos. Quienes afirman que la teoría de la evolución es mera especulación, lo hacen por falta de cultura científica o porque defienden una cosmovisión del mundo diferente, se benefician en su vida cotidiana de resultados del conocimiento científico. Nadie puede ver la evolución, ya que es un proceso que se da a lo largo de las generaciones por muchos años en el tiempo geológico (medido por millones de años) y sin embargo la Teoría de la evolución es uno de los pilares de la Ciencia de la Biología, así como la Teoría del gel y la Teoría celular.

Una teoría para los científicos es una afirmación que explica y se ajusta a observaciones y experimentos consistentes unos con otros, puede ser rechazada posteriormente si nuevas observaciones y experimentos demuestran lo contrario, y esa es una de las virtudes de la ciencia, aceptar o rechazar hipótesis y teorías de acuerdo a las evidencias existentes hasta el momento.

La evolución podemos decir no sólo es una teoría, sino un hecho con numerosas evidencias. La diferencia entre un hecho y una teoría: los hechos son los sucesos naturales del mundo; las teorías son las explicaciones a los hechos con base en evidencias, información que nos ayudan a explicar e interpretar al mundo natural. El hecho es la transformación de las especies, la teoría es la explicación de cómo y por qué se da la evolución.

Los científicos distinguen entre hechos y teorías. Del hecho (la evolución) los científicos tienen certeza, ya que existe un gran número de evidencias (genéticas, paleontológicas,

geológicas, biogeográficas, anatómicas, genéticas etc.), las explicaciones sobre el hecho de la evolución no se han podido comprender en su totalidad, se trabaja en ello. La evolución es un hecho y la teoría de selección natural es una explicación al hecho.

Controversias entre la comunidad científica, algunos autores sostienen que existe un gran número de mutaciones que pueden no estar sujetas a la selección natural (teoría neutralista) y que pueden ser transmitidas de generación en generación y que los cambios no son tan graduales (teoría del equilibrio puntuado) a diferencia del darwinismo clásico.

Sin embargo, no se duda del hecho de la transformación de las especies. Se debate sobre como ocurre, enriquecen la explicación y el conocimiento evolutivo, que fortalece y da credibilidad a la ciencia. M. en C. Héctor Rivera Valladares

PRINCIPALES CAUSAS DE LA VARIABILIDAD GENÉTICA

La evolución se conforma con una serie de cambios generados en las especies biológicas y de los procesos que generan estos cambios. Son cuatro mecanismos por los que se genera variabilidad en las especies. Tanto cambios graduales dados por selección natural, los causados por el azar, como la deriva génica o las mutaciones genéticas y migraciones. Todos ellos conforman las posibilidades a las que están sujetas las poblaciones, lo que les permite que sus alelos en los genes cambien y se produzca la variabilidad, como mecanismo de la evolución.

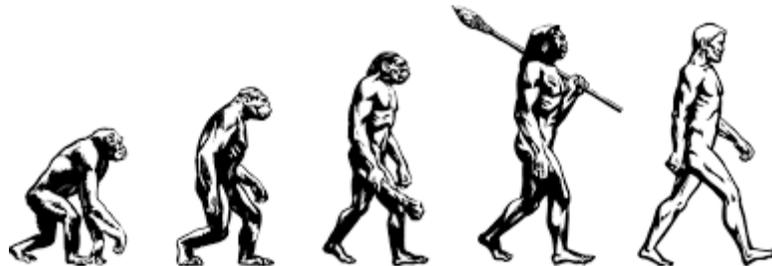


FIGURA 2. Si la evolución no avanza en línea recta ¿por qué dibujarla de esa manera? Theconversation.com

¿Qué es la evolución biológica? Y cuatro procesos responsables de la Variabilidad.



La base de la teoría moderna de la evolución se dio a conocer en *El origen de las especies*, libro publicado en 1859 por Darwin. A casi 150 años de su publicación, Darwin sigue siendo la base para entender ¿qué es evolución? un cambio, ¿Cuánto mides? ¿Cuánto medías hace 10 años? El tiempo de crecimiento de huesos de piernas y tus brazos cambiaron ¿eso es evolución biológica? Conoces cochinilla (*Dactylopius coccus*). Hace millones de años vivía en mares un animal parecido a cochinillas de hoy, llamado trilobite, desapareció hace 250 millones de años ¿cochinillas evolucionaron a partir de trilobites? No, el parecido trilobites/cochinillas es sorprendente. Los parientes vivos cercanos de trilobites son alacranes y cacerolitas de mar.



FIGURA 4. Trilobite. Tomada de paxtongate.com

Todos estos (cochinillas, trilobites, alacranes y cacerolitas) tienen un ancestro común, mucho antes de la existencia de los trilobites en la tierra, existió una especie que sufrió cambios morfológicos y genéticos por generaciones, dio lugar a grupos de organismos diferentes a la especie original. Por eso cochinillas y trilobites están evolutivamente emparentados. Esta serie de cambios, es diferente de los cambios que sufre tu cuerpo al crecer, el crecimiento de huesos se da en 15 años, los cambios genéticos/morfológicos heredados del ancestro común, se dan en cientos de miles o millones de años. Sería imposible observar transformaciones morfológicas y genéticas que sufrió la especie antecesora de trilobites, porque se requiere pasen millones de años (el cambio se da en tiempo geológico).

La evolución proceso de cambio en el tiempo, no implica que se transforme un individuo de una especie en uno de otra especie, se pueden formar dos especies diferentes a partir de una que es antecesor. Los cambios que sufren, se dan en poblaciones no en un individuo, se heredan a siguientes generaciones. El cambio en las cochinillas, trilobites, alacranes y cacerolitas surgió en un ancestro común a todos que heredó algunos cambios genéticos a sus descendientes y éstos a su vez heredaron nuevos cambios acumulados a través del tiempo.

Darwin postuló: las especies evolucionan por un proceso llamado selección natural. *La teoría de la evolución por selección natural* fue muy discutida entre científicos. Desde 1859 al 2020, se acumularon pruebas y se han modificado las explicaciones de Darwin sobre cómo sucede la evolución. La versión actual identifica mutaciones genéticas como fuente de variabilidad de especies, los avances tecnológicos y científicos han ido aportando mayor información.

Se reconocen 4 procesos responsables de cambios evolutivos: 1. Mutación, 2. Selección natural, 3. Deriva génica y 4. Migración.

1. Mutaciones. Todas nuestras células contienen información para realizar funciones que nos mantienen vivos, algunas se han especializado en su forma y funciones, ejemplo las células de la piel, otras dan soporte a músculos (óseas, o de huesos). Esas “instrucciones” están en el ADN, una larga cadena de 4 nucleótidos (adenina, guanina, citosina y timina), que se unen por enlaces químicos, forma el código genético, lenguaje molecular. El ADN a veces sufre cambios, llamados mutaciones que causan la evolución.

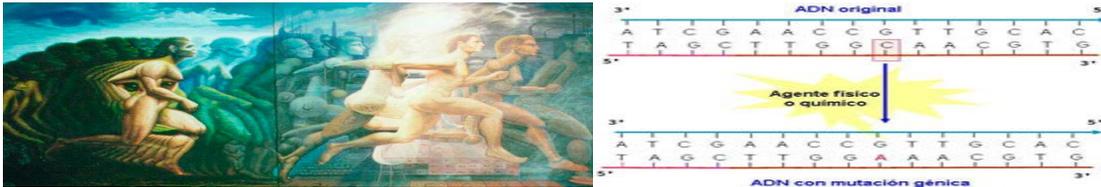


FIGURA 5. Mutaciones que causan cambios en el ADN y evolución.

Las mutaciones ocurren cuando nuestras células se multiplican; por errores en la duplicación de información genética. Otros se dan por acción del ambiente sobre el organismo, específicamente la radiación —ultravioleta o la nuclear— que altera la duplicación genética del ADN, tienen una frecuencia de una mutación por c/millón de pares de nucleótidos, por cada millón de granos de frijol negro, encontraras sólo 1 de ellos que tiene manchas claras, cambio de color causado por una mutación, puede generar un nuevo alelo o versiones posibles de un gen en el frijol.

Un gen es material genético (parte de ADN o ARN) da una o varias características al organismo; la coloración externa de semilla, se da por un gen. El frijol con 2 dos alelos en coloración (que están en el gen): 1 frijol negro y 1 frijol con manchas claras. se dieron por mutaciones al gen de la coloración, generando variación en los frijoles, no todos son negros, hay pintos. El surgimiento de variantes genéticas (nuevos alelos) no es bueno ni malo, ocurre al azar, no tiene propósito ni dirección. Las mutaciones se heredan a las siguientes generaciones, cuando se dan en células sexuales, son la fuente que origina cambios que aparecen en la historia de la vida.

Una mutación puede generar cambios de 3 tipos en los organismos: conductuales, en funciones del cuerpo o fisiológicos y morfológicos. Un ejemplo el cambio o mutación morfológico es la posición de ojos en búhos y primates, de tenerlos a ambos lados de la cabeza, pasaron a tenerlos casi juntos (visión binocular estereoscópica) que les permite calcular mejores distancias, una nueva forma de percibir el mundo.

Mutaciones fisiológicas y bioquímicas pudieron dar a las plantas y otros organismos la capacidad de usar la luz del sol como fuente de energía para producir sus alimentos, su capacidad de foto sintetizar.

Una mutación de tipo conductual, en aves que no hacen nidos, depositan sus huevos en nidos de aves de otra especie, perdieron su capacidad de construir nido, encuentran nido ajeno con huevos dentro, esta conducta, considera factores como la escasa disponibilidad de recursos, su sistema apareamiento, el cuidado de padres a crías.

De estas maneras, las mutaciones generan variación genética, en otras palabras así la evolución genera diversidad.

La selección natural es el proceso que causa evolución por excelencia. Se menciona como lucha por la supervivencia, adaptación.

Ejemplos: gacela escapa del feroz guepardo, plantas que compiten entre sí por luz solar. No es una batalla entre dos adversarios dispuestos a luchar, la selección natural no implica confrontación con otros. Es supervivencia, es reproducción diferencial.

Por alguna característica presente o ausente es sus genes, hay gacelas que no tienen menor probabilidad de sobrevivir y reproducirse, tal variación se selecciona por la naturaleza, la clave es su relación estrecha con la reproducción de organismos. Las corredoras sobreviven y se reproducen, heredan sus habilidades corredoras a sus descendientes. Las que no escapan, mueren. Si murieron después de dejar crías, sus características permanecerán en la población. Sin embargo, esas crías se las verán negras en un futuro, porque heredaron de sus padres una habilidad disminuida para escapar del guepardo. Si murieron en garras de un depredador sin dejar crías, entonces esa característica desaparecerá de la población. Un organismo “seleccionado”, se adaptó, esto es lo que se conoce como presión de selección.

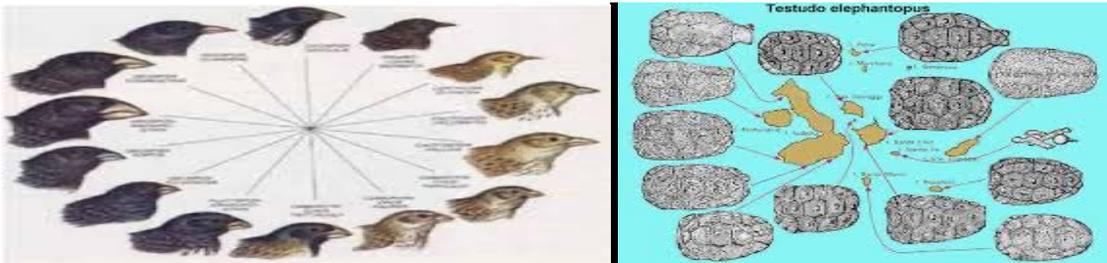


FIGURA 6. Selección Natural. Tomada de marca www.glovers20

La selección no tiene un propósito de perfección, en depredadores, no hay “mejores y peores adaptados al medio en que viven”, simplemente están vivos.

Las condiciones en que viven los organismos o seres vivos cambian de una región a otra y no han sido las mismas a lo largo de los millones de años de historia de la vida sobre el planeta, por eso todas las especies se van adaptando a los cambios que se dan en la Tierra.

Las características que presentan las especies hoy, fueron adaptaciones adquiridas, ejemplos: las semillas resistentes a la sequía en zonas donde la estacionalidad es fuerte y podrían no ser adaptaciones favorables en el futuro, ya que, en miles de años posteriores, si las lluvias se repartieran homogéneamente el año, su adaptación a la sequía no funcionaría, porque en ese mismo lugar después de muchos millones de años, es un lugar con gran humedad.

2. Deriva génica. Esta se explica por catástrofes, que minimizan el tamaño de una población por azar, **NO ES POR SELECCIÓN NATURAL**, es por azar. Las consecuencias son que aniquilan numerosos alelos quedando unos cuantos que se fijan en la población. Aquí va un ejemplo hipotético, en la Cdmx existe una gran diversidad de alelos en los genes de la población que es muy grande y diversa, 25 millones de personas viven en la Cd. de México, donde habitan personas de todos los estados de la República Mexicana, con genes de Yucatán, del norte grandes y güeros, los Costeños de Veracruz, muchísima diversidad de formas. El pool génico, o sea todos los genes

con sus alelos dan características fenotípicas muy diversas a esta población, porque sus habitantes se casan entre todos y tienen hijos y por lo tanto, gran diversidad de caracteres. Si por azar llegara un terremoto terrible (que dios no lo quiera!) y solamente quedaran 30 mil personas, de 25 millones de personas.



FIGURA 7. Deriva génica. Tomado de negrox519.wixsile.com

Con esa tragedia se perderían muchos alelos distintos en los genes o pool génico de la población de la Ciudad de México reduciría tremendamente en la población y los alelos. Los alelos que quedarían fijos en la población, sin mayor ventaja reproductiva o supervivencia, no son escogidos por selección natural, es por azar, por deriva génica, por el azar se perdió la diversidad. La deriva génica hace que disminuya la diversidad genética. Mientras mayor número de individuos existen, la probabilidad de sobrevivir es mayor que si sólo tienes pocos. El tamaño efectivo de la población es igual al número de individuos que se reproduce.

3. Mudanza y migración la ocasionan organismos que se desplazan a otra casa y se quedan a vivir ahí, unas se van, otras llegan, hay migraciones fortuitas (de vez en cuando), lagartijas montadas en troncos que son arrastradas por el mar en medio de un huracán y se establecen en una isla donde ya hay lagartijas.

Semillas de árboles llevadas por el viento o por animales y germinan en bosques distantes de los padres, algunas semillas podrían germinar en un ambiente inhóspito y no poder establecerse como adulto, pero otras sí podrían establecerse esos organismos en nuevos lugares, desde el punto de vista evolutivo añadirían nuevas variantes genéticas en su población diferentes a las de la población original.



FIGURA 8. Migración. Tomada de Luis Monje. Fotografía científica

Una migración ya establecida es el viaje anual de la mariposa Monarca desde Canadá a México o las ballenas que viajan a México desde el polo norte a tener sus ballenatos. La importancia de los organismos migrantes es que puede contener variación, que permita a la especie adaptarse a un cambio ambiental. Una nueva población podría tener más oportunidades de adaptarse ambiental y sobrevivir.

PRINCIPALES TEORÍAS DE LA EVOLUCIÓN

Para entender el tema de **evolución**, viajamos por el tiempo y los acontecimientos, así como con información actual y antigua. Ya que en el pasado muchos conceptos e información se desconocían. Sin embargo, se fue plasmando la idea de que las especies no fueron las mismas desde su origen a la actualidad, que algunas de ellas o muchas dejaron de existir las más antiguas (se extinguieron). Y otras se van generando por diferentes mecanismos. De tal forma ahora regresamos al pasado para ver cómo se postularon las ideas sobre la evolución.

Historia. Lamarck. Darwin y Wallace. Primera parte.

En la primera mitad del s. XIX en Europa los naturalistas creían que las especies eran creaciones inmutables, creadas por Dios. En Inglaterra un joven naturalista Darwin realizó un viaje alrededor del mundo y publicó sus observaciones en 1859, en el libro titulado “El Origen de las Especies”, donde intenta explicar el mecanismo que forma nuevas especies. Wallace llega a conclusiones similares que Darwin en la misma época, lo cual provocó gran controversia social porque se contraponía con creencias católicas al respecto.

En la segunda mitad s. XIX muchos avances en la biología, apoyan esta teoría de la evolución, como son:

- Mendel un monje austriaco en 1866 postula leyes de la herencia.
- Miescher bioquímico suizo en 1871 aisló nucleína (ADN).
- Nägeli botánico suizo en 1842 descubre los cromosomas y comprenden sus movimientos en la división celular.
- A principios del s. XX se redescubren las leyes de Mendel.
- Sutton, citólogo ve el comportamiento de cromosomas en la meiosis.
- Morgan demuestra que los genes están localizados en los cromosomas y demostró el patrón de la herencia, indica que un gen se encuentra en un cromosoma específico.
- Francis Crick bioquímico británico y el estadounidense James D. Watson descubren la estructura de doble hélice del ADN, en 1959.

FIGURA 9. El secreto de la vida cumple 60 años. Tomada de esmateria.com. Doble hélice de Watson y Crick 1959.

Numerosos científicos intentan medir, la variabilidad genética de poblaciones naturales y la frecuencia y diversidad de alelos.

- La actual biología molecular revela que existe una extraordinaria diversidad de genes en cada especie.
- La relación entre genes/cromosomas anuncia la era de la teoría cromosómica de la herencia.
- La genética y teoría darwiniana dio origen a genética de poblaciones, constituyó base de la teoría moderna de la evolución.
- A partir de los años 50 da validez a teoría sintética de la evolución.

- El descubrimiento de fósiles demostró que la vida en la Tierra había cambiado a lo largo de la historia, a mediados del s. XIX, la concepción religiosa predominaba aun con las evidencias científicas. Darwin y Wallace abrieron camino para el desarrollo de la biología moderna.

Buffon naturalista francés del s. XVIII precursor del evolucionismo, propone que la Tierra ha sufrido cambios por miles de años, desde que el sistema solar se formó por el desprendimiento de gases del Sol, esta explicación no concordaba con la Biblia. Habló de moléculas orgánicas, que daban las cualidades a los seres vivos, dios fue el creador de estas, continuamente por generación espontánea. La época de la ilustración con su lema: “la luz de la razón iluminara la noche de la ignorancia”. Se vio obligado a retractarse de sus afirmaciones, como hipótesis como una simple suposición filosófica, por lo que no pudo concretar ninguna teoría sobre evolución.

Jean Baptiste de Lamarck, botánico del Jardín del Rey en Paris, con Buffon. Trabajo en Herbarios del Gabinete del Rey, en el Museo de Historia Natural. Lamarck hizo el primer planteamiento de la Evolución. El transformismo que sufren los organismos (al estudiar fósiles) requería largos periodos, propone dos leyes: 1. Uso y desuso de organos. cuando un animal no termina su desarrollo, el uso muy frecuente de un órgano hará que este se vuelva más fuerte y grande. La falta de su empleo lo debilitará, incluso desaparecerá 2. Herencia de caracteres adquiridos. Son los cambios pequeños y graduales de individuos de una especie, los que se transmiten a sus descendientes.

Planteo la idea de las jirafas que, para alcanzar las hojas más tiernas de parte superior de los árboles, estiran cuello, así provocan se alargue su cuello, esa característica la heredan a sucesivas generaciones, por inteligencia o instinto dirige su evolución de acuerdo a las necesidades de cada especie, para solucionar problemas que enfrenta en el medio en el que vive. (su falla es en el mecanismo en que opera la evolución) por lo que es criticado. Lamarck fue el primero en dar una explicación evolución, han pasado siglos para poder contestar esas preguntas aún no se resuelven del todo.



FIGURA 10. Teoría de Lamarck

Cuvier alemán, llegó a Francia de 26 años, preparación en anatomía comparada, paleontología de vertebrados. Catastrofista defensor del fijismo y del creacionismo, asegura que los organismos eran inmutables, rechaza el transformismo. “afirma que las catástrofes de gran magnitud modificaron la superficie de la Tierra” y como consecuencia destruyen

seres vivos que la habitaban, lo cual era seguida por una nueva creación. Los organismos actuales ocupan el lugar que dejaron los extintos, podrían desaparecer en un futuro, sustituidos por otros, de esta forma justifica la diversidad de fósiles encontrados y que la Biblia no podía explicar.

Hutton en el s. XVIII las rocas nuevas se transforman en rocas viejas y estas en nuevas, una serie de ciclos erosión/sedimentación infinitos en el tiempo. Los estratos horizontales interrumpidos por otros verticales y más abajo, muestran un cambio, los restos fósiles de un estrato y otro son completamente diferentes. Explica por catástrofes de Cuvier que los estratos más profundos tienen los fósiles más antiguos.

Lyell s. XIX, geólogo catastrofista, ve errores de Cuvier. Observa cambios recientes en las playas provocados por oleaje, lluvia y viento, confirma la idea “el presente es la clave del pasado”, los mismos procesos actuales han operado en las épocas más remotas y explican la formación de distintas topografías en la Tierra (Uniformismo).

Desarrolló métodos para determinar la edad relativa de rocas, estudió proporción de especies de moluscos en estratos, los más jóvenes se encontraban en los estratos cerca de la superficie y en estratos más profundos había grupos ya desaparecidos. Dividió el periodo geológico terciario en tres eras: eoceno, mioceno y plioceno. En 1830 publicó su libro “Principios de Geología” que contribuyó al progreso y modernización de la ciencia muy importante para asentar la teoría de la evolución Darwin-Wallace (termina con el catastrofismo).

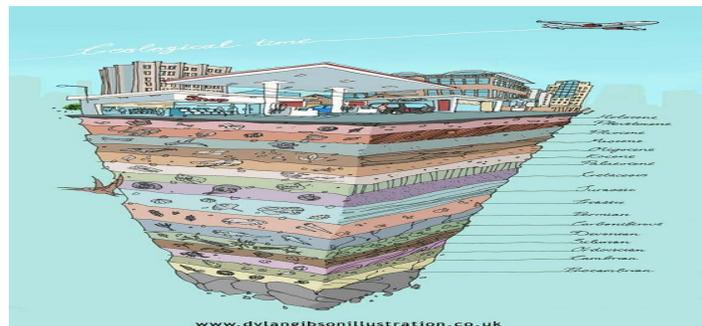


FIGURA 10. Estratos.

Charles Robert Darwin.

Naturalista del Beagle viaja por 5 años en 1831, desde Inglaterra hasta el hemisferio sur de América, colectando, colecciona, conoce a gente importante de la iglesia, adinerada y del ambiente científico, a través de sus relaciones le permiten ser escuchado con su teoría de la evolución, para que esta tenga trascendencia. Entre sus conocidos importantes esta Henslow quien despertó su interés por geología, clave para el desarrollo de su teoría. Darwin y Wallace abrieron camino para el desarrollo de la biología moderna.



FIGURA 11. Ruta de Darwin. El Beagle. Tomado de deviantart.com

En las islas Galápagos observó flora y fauna, fósiles, deduce que las especies cambian, se adaptan a su ambiente, evolucionan gradualmente con el tiempo (Gradualismo) por millones de años. Los mecanismos por los que eso sucedía, eran respuestas difíciles de contestar sin información sobre la herencia, pero encontró los pinzones, muchas especies diferentes en las islas Galápagos con diferencias en el tipo de pico, desde gruesos fuertes para romper semillas, otros pequeño y delicado se alimentaban de insectos, algunos comer frutas y flores, utilizaban diminuta vara para atraer insectos y nutrirse de ellos. Regreso a Inglaterra con colecciones para elaborar su teoría.

Su teoría la apoya también con declaraciones del economista inglés Thomas Robert Malthus, quien trata problema del desequilibrio entre el crecimiento de población humana, y la capacidad de la Tierra para producir alimentos para el hombre.

“La población si no haya obstáculos, crece en progresión geométrica (duplica cada generación), la subsistencia crece en progresión aritmética”. Darwin dedujo que en la vida silvestre sucedía lo mismo, los individuos compiten para sobrevivir, lo que llaman la lucha por la existencia entre miembros de la misma especie.



FIGURA 12. Ancestro común. Malthus³⁴.

La naturaleza selecciona a los que pueden permanecer en la tierra, los que tengan características que les proporcionen ventajas (para alimentarse o escapar de depredadores), a los que tengan mayor oportunidad de reproducirse, cual se nombra diferencia reproductiva.

³⁴ Tomada de metode.es y men.ca

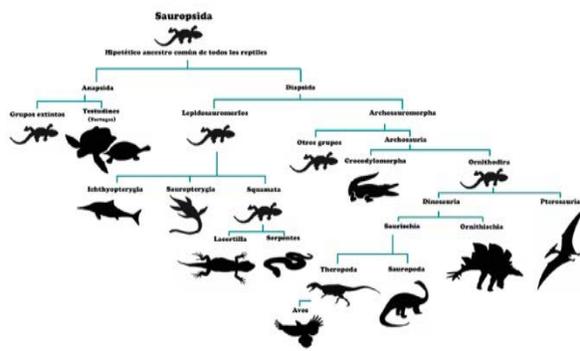


FIGURA 13. Ancestro común y Wallace³⁵.

Wallace. Hoy día padre de la Biogeografía, nació Inglaterra en 1823 realizó un viaje por América del Sur estudió la fauna del Valle del Amazonas; posteriormente paso 8 años en Indonesia en archipiélago Malayo (Singapur, Borneo, Célibes, Nueva Guinea, Timor, Java y Sumátra), estudiando la fauna de esta región, llegó a la conclusión: las especies varían en transcurso del tiempo, luchan por la vida, sobreviven los mejor dotados. Plantea que se adaptan a su ambiente por medio de la selección natural, sobreviven y solo dejan descendencia los que mejor se adaptan al medio, en forma paulatina no forma brusca, “La naturaleza no da saltos”, los organismos acumulan pequeños cambios que les darán ventajas adaptativas para sobrevivir, lo cual llamo “la lucha por la vida”, los seres vivos son resultado de millones de años de evolución y adaptaciones. Consideró a la selección natural como causa principal de la evolución de las especies, no la única.

Junto con Darwin, Wallace postulan la teoría de la evolución con los siguientes postulados:

- Los organismos evolucionan constantemente a lo largo del tiempo.
- Todos los diferentes tipos de organismos descienden de un antepasado común.
- Las poblaciones aumentan con rapidez, tienen capacidad de producir muchos más descendientes de los que pueden sobrevivir.
- Los recursos que necesita una población como alimento, agua, espacio, luz, etc., están restringidos y no todos tienen acceso a ellos.
- Existe competencia entre organismos de la misma y diferente especie por recursos.
- Variaciones entre individuos de una especie les permite adaptarse al medio, las variaciones favorables en una población se preservan y las no favorables se eliminan por selección natural.
- Reproducción diferencial se da cuando los organismos mejor adaptados a su ambiente tienen mayor probabilidad de reproducirse y mantener la especie, heredan a sus descendientes las ventajas adaptativas que les permiten ser el más apto.

³⁵ Tomada de sies.google.com

TEORÍAS DE LA EVOLUCIÓN. PARTE II

Historia. Teorías De La Evolución. Sintética/Neutralismo/Equilibrio Punteado. Dobzhansky, Mayr, Simpson, Huxley. Kimura. Niles Eldredge Y Stephen J. Gould.

Teoría Sintética de la Evolución. Cuando Darwin–Wallace plantearon su teoría no tenía argumentos para explicar cómo se transmitían las variaciones, había falta de acuerdos entre especialistas los primeros 30 años del s. XX, carencia de comunicación, ausencia de terminología evolutiva. Lo que permitió conocer información sobre genética como son:

- Los patrones de la herencia de Mendell, cuando encontraron su trabajo y más tarde al conocer la formación de mutaciones.
- Se explica la interacción entre pares de genes paternos, se dedujo el origen de la variabilidad por mutaciones –en organismos con reproducción asexual–
- Conocer como la recombinación genética.
- Las mutaciones se producen al azar y pueden ser favorables o desfavorables para alcanzar determinada adaptación.

Permitieron en 1937 a Dobzhansky un genetista publicar su libro *Genetics and the Origin of Species*, donde plantea que procesos genéticos, mutación y recombinación genética, producían variaciones y debían integrarse a la selección natural.

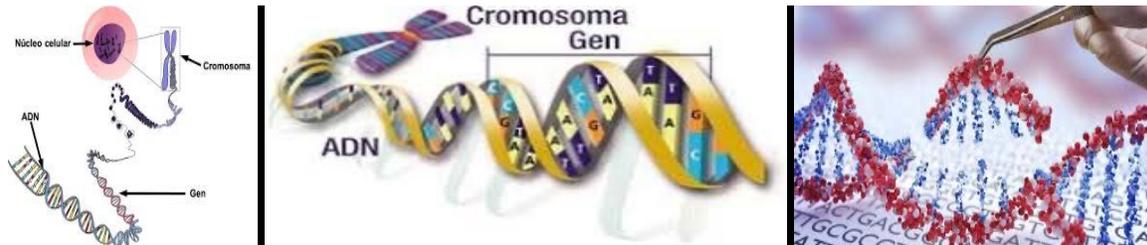


FIGURA 14. El ADN o código genético.

En la década de los cuarenta se reunieron mutacionistas y seleccionistas crearon una síntesis con las diferentes posturas, creando la teoría sintética o Neodarwinismo., la cual integra genética poblaciones, la teoría cromosómica, la herencia, la variabilidad con Dobzhansky, Mayr, Simpson y Julian Huxley, quien en 1942 la nombra Síntesis evolutiva, conjunción conocimientos de genética poblaciones, con los naturalistas de campo, paleontólogos, la genética no se contrapone con la selección natural, la especiación ni con la adaptación.

Postulados de la nueva Teoría Neodarwiniana:

- El aislamiento reproductivo

- La variación heredable (mutaciones genéticas y recombinación)
- La Selección natural
- La deriva génica proceso aleatorio por el cual a lo largo de varias generaciones se modifica la estructura genética de las poblaciones.
- El flujo genético o proceso por el cual las poblaciones se vuelven genéticamente homogéneas.
- Considera las poblaciones y especies como unidades básicas de la evolución. Un individuo contiene sólo una porción del acervo génico de la especie a la que pertenece.
- Un individuo con fenotipo más favorable contribuye con una proporción mayor de genes al nuevo acervo genético.
- La mutación es la fuente última de nuevos genes en un acervo genético.
- La variabilidad en la descendencia se debe a mutaciones, que originan nuevos genes, y a la recombinación genética que da lugar a nuevas combinaciones de genes.
- Principio del formulario

Con recientes avances científicos y tecnológicos la teoría de la evolución se sigue modificando.

Neutralismo con el redescubren leyes de Mendel, el descubrimiento del ADN, inicia Biología molecular, los autores empiezan a cuestionar papel de selección natural como principal fuerza evolutiva. Surge el planteamiento alternativo a la teoría evolutiva, por Motoo Kimura, japonés en 1968.



FIGURA 15. Biología Molecular. Mutaciones.

El postulado dice que la mayoría de las mutaciones son neutras, no son una fuerza evolutiva, no contribuyen predominantemente a la selección natural, propone como mecanismo evolutivo la deriva genética, por medio del azar.

Las mutaciones génicas se producen cuando se altera secuencia de nucleótidos del gen por causas físicas (radiaciones) o químicas, la manera directa que determina la variabilidad genética es comparar la secuencia nucleótidos de un mismo gen en diferentes individuos de misma especie. Con estas secuencias podemos comparar cualquier grupo organismos, por distantes que estén, se muestra una secuencia de nucleótidos del ADN original de un individuo antes y después que el agente físico o químico provoque mutación.

La filogenia es la historia del desarrollo evolutivo de un grupo o especie a partir de un antepasado común, presenta relación existente entre especies, género, familias, clases, etc., se presenta un ejemplo de un árbol filogenético:

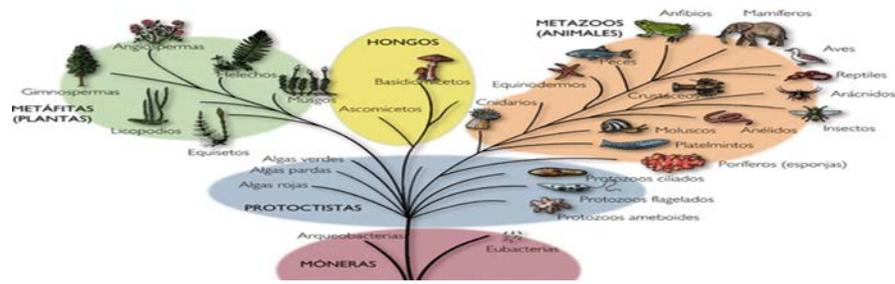


FIGURA 16. Arbol filogenético. Mutaciones³⁶.

Equilibrio puntuado. Para Darwin las variaciones eran discretas y continuas, no se habrían dado grandes cambios de unas formas a otras y siempre existirían eslabones entre las diferentes especies. A esta idea se le conoce como **gradualismo**, teoría que sostiene que los cambios profundos son resultado del producto acumulado de procesos lentos pero continuos a través del tiempo.



FIGURA 17. Evidencias fósiles³⁷.

¿Por qué no se han encontrado dichos eslabones intermedios?

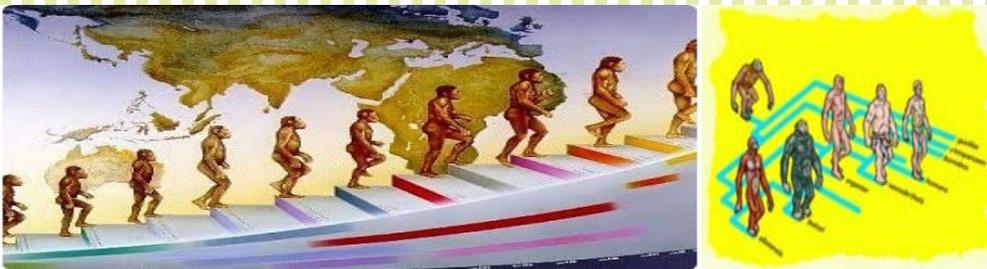


FIGURA 18. Evolución del Homo sp³⁸.

Darwin decía que si no se conocía el registro fósil completo era por problemas de mineralización de restos de orgánicos, que no se encontraba el eslabón perdido, como en el caso de humanos que no conocemos todos los fósiles que indiquen nuestros antepasados filogenéticamente evolutivos.

³⁶ Tomada de https://www.wiki.cch.unam.mx/Tema_2._Evoluci%C3%B3n_biol%C3%B3gica

³⁷ Tomada de www.wiki.cch.unam.mx/Tema_2._Evoluci%C3%B3n_biol%C3%B3gica

³⁸ Tomada de www.wiki.cch.unam.mx/Tema_2._Evoluci%C3%B3n_biol%C3%B3gica

Los paleontólogos Niles Eldredge y Stephen J. Gould, postulan teoría equilibrio puntuado o intermitente donde plantean evolución morfológica por cambios en atributos observables en registro fósil de algunas especies. La teoría se basa en paradas donde pasan millones de años sin cambios en las especies, que se le llama estados de éxtasis. Y saltos bruscos en características fenotípicas de los fósiles, donde surgían nuevas especies, como un reloj biológico que se repetía en cierta cantidad de tiempo y que contribuye a explicar la falta de eslabones intermedios sin necesidad de rechazar la selección natural, en esos momentos se daba un cambio grande y surgen nuevas especies.

Los cambios rápidos en un carácter cuando se forma un nuevo linaje. El saltacionismo es cambio repentino de gran magnitud, producido entre una generación y la siguiente, enfrenta al gradualismo darwinista y propone saltación como mecanismo de especiación. Un ejemplo es el celacanto su registro fósil presenta apariencia muy similar a cuando desapareció, fue encontrado vivo hoy en día en costas de África con misma apariencia del registro fósil, por esta razón se le conoce como fósil viviente.

Comparación de las teorías neutralista y equilibrio puntuado.

	Neutralistas	Equilibrio puntuado
<u>Genes</u>	La mayoría de sustituciones de nucleótidos resultan de la fijación al azar de mutantes neutros, o casi neutros, más que el resultado de una selección darwiniana.	Un gen o proteína se pueden considerar <u>reloj molecular</u> , puesto que su tasa de evolución es relativamente constante a lo largo de períodos largos, y toma valores semejantes en distintas especies
<u>Fenotipo</u>	Algunos mutantes pueden difundirse en una población sin tener ninguna ventaja selectiva, su suerte dependería del azar: su frecuencia fluctúa, incrementándose o decreciendo fortuitamente con el tiempo.	Las variaciones (fenotipo) se incorporan aleatoriamente al acervo genético, puesto que así el proceso tendrá un <u>ritmo más o menos constante</u> .
<u>Variación</u>	las mutaciones génicas se producen cuando se altera la secuencia de nucleótidos del gen por causas físicas (radiaciones) o químicas.	Es Morfológica o fenotípica.
<u>Ritmo de Evolución</u>	Es más regular de lo que admite la teoría sintética.	En la evolución existen explosiones evolutivas, después de los cuales la especie sufrirá pocos cambios durante millones de años.

Especiación	No tiene una explicación para el proceso de especiación.	Las estirpes cambian poco durante la mayor parte de su historia, pero ocasionalmente esta tranquilidad se ve puntuada por rápidos procesos de especiación es decir de diferenciación de especies
-------------	--	--

Todas las teorías mencionadas, constituyen una aportación para la constitución de la Teoría de la Evolución, que con el conocimiento del ADN, en 1959 por Watson y Crick, se generó la Ingeniería Genética y una serie de conocimiento que permite indagar cada vez más sobre los genes y así mismo sobre la evolución, aunque para los biólogos de campo, es básica la existencia vigente de la selección natural como forma que rige el comportamiento de las especies, aunado a otras aportaciones, ya que la diversidad que se forma con la adaptación y evolución de las especies generando la especiación, es un proceso del que aún nos falta conocer más, como parte de la generación de conocimiento.





- Selección natural y adaptación
<https://www.youtube.com/watch?v=f98iDaryPj0> Consultado el 18 de septiembre 2020
- UNAM
http://uapas1.bunam.unam.mx/ciencias/teoria_de_la_evolucion/ Consultado el 19 de septiembre 2020

Instrucciones. Realiza las actividades que se te solicitan.

5. Completa el siguiente cuadro comparativo.

CUADRO COMPARATIVO EVOLUCIÓN

Teoría	Propuesta por	Postulados
Transformismo		
Catastrofismo		
Uniformismo		
Selección Natural		
Neutralismo		
Equilibrio Puntuado		
Evolutiva		

Sintética de la Evolución		
----------------------------------	--	--

6. En la siguiente descripción, coloca los términos: selección direccional, selección estabilizadora, selección disruptiva y selección natural, donde corresponda.

La (1)_____ es el mecanismo evolutivo que establece que los individuos de una especie que mejor se adaptan a su ambiente sobrevivan y se reproduzcan. Si tenemos una población de escarabajos con individuos de diferentes tonos de verde los escarabajos verdes medio tendrían un mejor camuflaje y sobrevivirían mejor en el suelo de un bosque cubierto de plantas color verde medio; en este caso, los fenotipos intermedios son más aptos que los extremos por lo que se trata de una

(2)_____.

Por otro lado, si la población de escarabajos se mueve hacia un ambiente con un suelo y una vegetación más oscuros, los escarabajos verde oscuro se ocultarán mejor y sobrevivirán mejor que los verde medio y verde claro; en este caso, se trata de una (3)_____, donde uno de los fenotipos extremos es más apto que los demás fenotipos.

Finalmente, si los escarabajos se mueven a un ambiente nuevo con parches de musgo verde claro y arbustos verde oscuro, tanto los escarabajos verdes claro como los verdes oscuros se ocultarán (y sobrevivirán) mejor que los verdes medio. En este caso se trata de una (4)_____ donde los fenotipos extremos son más aptos que los de en medio.

La siguiente evaluación te brindará un panorama sobre tu desempeño a lo largo del corte, así como lo que requieres fortalecer, en cuanto a lo actitudinal, así como a lo aptitudinal.

Instrucciones: Marca con una **X** la respuesta que corresponda

Evaluación actitudinal	Totalmente de acuerdo	Parcialmente de acuerdo	Totalmente en desacuerdo
Organizo mi tiempo de estudio.			
Tengo un espacio exclusivo para estudiar.			
Relaciono mi aprendizaje con mi contexto.			
Utilizo diferentes fuentes de consulta, material físico y virtual.			
Gestiono mi aprendizaje usando organizadores gráficos y elaborando resúmenes.			
En el momento de la resolución de las actividades me comprometí con mi aprendizaje.			
Busco la manera de relacionar estas actividades de aprendizaje con mi contexto.			
Busco el significado de las palabras que desconozco en diferentes fuentes de consulta como libros o diccionarios			
Al ir resolviendo, procuro tomar apuntes para organizar mi aprendizaje.			

Desempeño aptitudinal

Logros mediante mi aprendizaje autónomo	En forma clara	Me cuesta trabajo	No
Logro identificar los principios de genética mendeliana			
Logro identificar los principios de genética no mendeliana			
Puedo aplicar las reglas generales de la herencia para obtener probabilidades			
Explico las principales causas de la variabilidad genética			
Logro distinguir las implicaciones biológicas y éticas de la manipulación genética			
Puedo identificar los conceptos de evolución, así como las principales teorías, evidencias y mecanismos implicados			
Puedo identificar las principales teorías, evidencias y mecanismos implicados en la evolución			
Puedo explicar los mecanismos de selección natural			
Puedo explicar el proceso de diversificación a partir de modelos evolutivos			

- Alexander, Peter. 1992. Biología. PrenticeHall.
- Hasson, Esteban. 2006. Evolución y selección natural. Editorial Universitaria de Buenos Aires.
- Bateson, William / Public domain.
2019. https://upload.wikimedia.org/wikipedia/commons/3/36/Gregor_Mendel_Monk.jpg
- Wikimedia Commons. Consultado: 29/09/2020
- Blog de Biología. 2020. <http://www.blogdebiologia.com/metodos-de-mendel.html>
- Consultado: 29/09/2020
- B@UNAM de la Coordinación de Universidad Abierta, Innovación Educativa y Educación a Distancia de la UNAM. Global Commons. Consultado el 19/09/2020
- CUAIEED. 2016. Herencia ligada al sexo
http://uapas1.bunam.unam.mx/ciencias/herencia_ligada_alsexo/
- Curtis Barnes et al; 2007. Biología. Editorial Médica Panamericana.
<http://www.curtisbiologia.com/gintroduccion>, Consultado el 19/09/2020
- I.E.S “Rio Cabe” Monforte” Genética Mendeliana”
https://www.edu.xunta.gal/centros/iesriocabe/system/files/u1/T_206_Gen__tica_Mend eliana.pdf Consultada el 19/09/2020
- Khan Academy
<https://es.khanacademy.org/science/high-school-biology/hs-classical-genetics/hs-non-mendelian-inheritance/a/hs-non-mendelian-inheritance-review> Consultado el 19/09/2020
- Manero, Alfonso. Leyes de Mendel.
http://bioinformatica.uab.es/genetica/curso/EnsayosAlumnos/alfonso_manero_peidro/UAB Consultado: 18/09/2020
- Mesa Castillo Nájera. 2015. Herencia Mendeliana
<http://www.objetos.unam.mx/biologia/herenciaMendeliana/index.html>. UNAM.
Consultado: 29/09/2020
- Rodríguez Amaiz Rosario, Castañeda Sortibrán América y Ordaz Téllez María Guadalupe. Conceptos básicos de genética.
http://genetica.rua.unam.mx/data/SBSH_6RM.HTM UNAM. Consultado el 19/09/2020
- UNAM http://depa.fquim.unam.mx/amyd/archivero/UNIDAD_2_2X_20873.pdf
Consultada el 18/09/2020
- Repositorio de material didáctico Colegio de Bachilleres
<https://repositorio.cbachilleres.edu.mx/>
- Repositorio Institucional UNAM <https://repositorio.unam.mx/>
- Biblioteca Digital UNAM (BIDI) <https://bidi.unam.mx/>
- Recursos Educativos para Todos (RETo) <https://reto.cuaed.unam.mx/>

Ahora podrás realizar una valoración de los conocimientos que adquiriste a lo largo de los tres cortes de aprendizaje.

1. Escribe en el paréntesis del 1 al 12, la secuencia en grado de complejidad creciente de la organización de la materia viva.

- () Molécula
- () Tejido
- () Célula
- () Electrones, protones, neutrones
- () Órgano
- () Átomo
- () Comunidad
- () Aparato y Sistema
- () Población
- () Individuo pluricelular
- () Biosfera
- () Ecosistema

2. ¿Qué niveles de organización podemos encontrar en nuestro propio cuerpo?

3. De todos los niveles de organización de la materia que se revisaron en esta guía, distingue cuales consideras que conciernen particularmente a física, cuales, a química, cuales a biología y cuales a ecología.

4. Explica, ¿Por qué nuestras células son diferentes dependiendo del tejido que forman?

5. ¿Cómo se comunican las células si se encuentran en diferentes lugares del cuerpo humano?

6. Relaciona el tipo de muerte celular con la descripción del proceso, escribiendo en el paréntesis la letra que corresponde.

- | | |
|--------------|---|
| a. Apoptosis | () Aumenta el volumen de la célula, se rompe la membrana plasmática y sale el material intracelular. |
| b. Necrosis | () Proceso lento que afecta a los organelos, en el cual la vacuola aísla algunas porciones del citoplasma y son digeridas por lisosomas, se reduce el volumen de la célula. |
| c. Autofagia | () Proceso que se produce de manera ordenada y controlada que inicia con la ruptura del ADN del núcleo, y sigue con la formación de pequeñas vesículas de la membrana, las cuales contienen elementos del interior de la célula; se produce fagocitosis. |

7. ¿Por qué se consideran importantes a las células madres?

8. ¿Qué relación tiene las células madre con los procesos celulares?

9. ¿Cuál es la importancia de usar células madre para combatir el cáncer?

Selecciona la opción que corresponda.

10. Gracias al sistema nervioso, los humanos podemos:

- a. Conocer nuevas personas que antes no conocíamos
- b. Percibir el mundo real mediante los sentidos y la transmisión de información
- c. Percibir el mundo imaginario que se crea en nuestro cerebro
- d. Conocer nuevas técnicas del estudio de los seres vivos

11. Es la capacidad que tienen los organismos para captar cambios en su medio interno como externo mediante estímulos

- a. Homeostasis
- b. Irritabilidad
- c. Sentidos
- d. Sentimientos

12. Se trata del equilibrio, regulación y control del medio interno contra el medio externo
- Homeostasis
 - Irritabilidad
 - Sentidos
 - Sentimientos
13. En la homeostasis, los músculos son ejemplo de órganos
- Promotores
 - Afectores
 - Efectores
 - Ejecutantes
14. La tiroides y el páncreas son órganos que pueden producir sustancias conocidas como
- Hormonas
 - Enzimas
 - Encefalinas
 - Tiroidinas
15. Son células del sistema nervioso excepto
- Osteocitos y osteoblastos
 - Eritrocitos y mioblastos
 - Neuronas y células gliales
 - Blastocitos y adipocitos
16. Este proceso ocurre entre dos neuronas en donde se desprenden neurotransmisores y se libera información
- Mitosis
 - Meiosis
 - Reproducción
 - Sinapsis
17. La gemación, esporulación y fragmentación, son ejemplos de este tipo de reproducción
- Sexual
 - Asexual
 - Pansexual
 - Oligosexual

18. Es el nombre que recibe el proceso de la formación de gametos en la reproducción sexual
- Gametosíntesis
 - Gametosinesis
 - Gametogénesis
 - Gametoformación
19. Las células sexuales (óvulo y espermatozoide) son haploides porque...
- Tienen dos juegos de cromosomas
 - Tienen tres juegos de cromosomas
 - Tienen un juego de cromosomas
 - Tienen todos los cromosomas
20. En los humanos, son los órganos encargados de producir óvulos
- Trompas de Falopio
 - Vagina
 - Ovarios
 - Testículos
21. En los humanos, la próstata se encarga de
- Concentra el líquido producido por las vesículas seminales
 - Compartir funciones con el aparato urinario y el reproductor, es el conducto por el cual son expulsados tanto la orina como el semen
 - Producir un líquido viscoso. denominado semen que se mezcla con los espermatozoides
 - Conecta a los tubos seminíferos
22. Fase del desarrollo embrionario donde se forma el ectodermo, mesodermo y endodermo
- Segmentación
 - Basculación
 - Gastrulación
 - Bipartición
23. Consiste en la unión de gametos en el interior del cuerpo de la hembra
- Fecundación interna
 - Fecundación externa
 - Fecundación combinada
 - Fecundación asexual

24. Son animales en los que el embrión se desarrolla dentro del cuerpo de la madre, como las ballenas, humanos y leones
- Marsupiales
 - Ovovivíparos
 - Vivíparos
 - Carnívoros
25. Se le conoce como “El Padre de la Genética”
- C. Darwin
 - J. Lamarck
 - G. Mendel
 - L. Pasteur
26. Característica de un organismo observada o distinguible por otros medios
- Alelo
 - Fenotipo
 - Recesivo
 - Genotipo
27. Genotipos que resultan de una cruce entre una persona de tez morena F y una de tez blanca f
- FF, FF, ff, ff
 - FF, Ff, Ff, ff
 - FF, ff, ff, ff
 - FF, FF, FF, ff
28. Cuando los genes son diferentes, el genotipo es de tipo.
- Heterocigoto
 - Homólogo
 - Homocigoto
 - Homogéneo

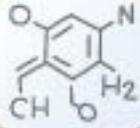
29. Es una alteración o cambio en el material genético.
- Evolución
 - Mutación
 - Migración
 - Adaptación
30. Tipo de mutación que se produce por el cambio de un par de bases por otro.
- Inversión
 - Inserción
 - Sustitución
 - Translocación
31. Es una serie de transformaciones sucesivas y progresivas de los organismos (cambios lentos pero constantes).
- Adaptación
 - Evolución
 - Especiación
 - Mutación
32. Personaje cuyas investigaciones culminaron en la explicación del proceso de la selección natural.
- Darwin
 - Hooke
 - Lamarck
 - Mendel
33. Hombre totalmente erecto, uso de pieles, realiza pinturas rupestres, recolector y cazador.
- Australopithecus
 - Homo sapiens
 - Neanderthal
 - Homo habilis

34. Relaciona ambas columnas

- a. Selección natural () Proceso mediante el cual los organismos pueden sobrevivir a los cambios naturales o inducidos en el medio ambiente.
- b. Deriva génica () Movimiento de individuos o de grupos desde una población hacia otra y que resulta en la transferencia de material genético que puede cambiar frecuencias genéticas.
- c. Adaptación () Impacto de cualquier factor del medio ambiente que tiende a producir cambios de una generación a la siguiente y estos cambios favorecen a los genes que aseguran el más alto nivel de eficiencia adaptativa.
- d. Migración () Proceso general de fluctuación genética al azar en las frecuencias de los genes de poblaciones pequeñas, que conducen a la pérdida o fijación de un gen.

PLAN 2014

ACTUALIZADO



Somos Lobos Grises,
somos Bachilleres  