seg.guanajuato.gob.mx

GTO Grandeza de México

Secretaría de Educación

Evolución y sus repercusiones sociales

Guía de Estudio

PREPARATORIA ABIERTA GUANAJUATO



Este material es propiedad de la Secretaría de Educación de Guanajuato y están protegidos por la LEY FEDERAL DEL DERECHO DE AUTOR bajo el Registro 03-2017-070611482200-01 y demás disposiciones internacionales en la materia. Esta guía tiene como único propósito que los usuarios lo consulten con finalidades educativas. Los usuarios no están autorizados para transmitir ninguno de estos materiales por vía electrónica, o reproducirlos en forma alguna por ningún medio, electrónico, mecánico, sistemas de recuperación, grabación, impresión, fotocopiado, etc.

Secretaría de Educación de Guanajuato
Yoloxochitl Bustamante Diez

Subsecretaría para el Desarrollo Educativo
José Abel Arteaga Sánchez

Dirección General de Media Superior
Ximena María Alarcón Verduzco

Dirección de Preparatoria Abierta y a Distancia
Alejandro Carretero Carretero

Departamento Académico de la
Dirección de Preparatoria Abierta y a Distancia
Vania Ruth M. Castro Ortiz

Autoría
Vania Ruth M. Castro Ortiz

Presentación

Estimado estudiante, la Guía de estudio que vas a consultar a continuación es parte de una serie de materiales complementarios gratuitos que Preparatoria Abierta Guanajuato ha preparado para apoyarte en este proceso de estudiar el bachillerato no escolarizado, éstos no sustituyen a los libros de texto oficiales.

Las Guías de estudio para el Plan Modular, se han elaborado atendiendo los propósitos formativos definidos en los programas de estudio, teniendo como parte esencial una síntesis de la información contenida en los libros de texto, complementado con elementos de ubicación sobre la interrelación de las competencias y contenidos que abordarás en el Plan de estudios.

Para obtener el mayor provecho de estos textos es importante que identifiques cómo están organizados y comprendas los propósitos de cada uno de sus apartados.

Comienza por revisar el **Índice**, en él, puedes ubicar los temas que encontrarás en las guías de estudio, teniendo como referencia los libros de texto.

En la sección llamada **Punto de partida**, ubica los campos disciplinares que están en juego al estudiar los módulos, el nivel que ocupa en el mapa curricular (para saber más sobre el mapa curricular por niveles, revisa el Curso propedéutico de comunicación), y las horas estimadas de estudio por módulo. También encontrarás dos columnas que te indicarán hacia donde te diriges, cuál es el propósito de estudiar cada uno de los módulos y las competencias que deberás desarrollar para lograr dicho propósito.

Ubícate, es el apartado en el que puedes revisar el mapa curricular por niveles, te permite visualizar en dónde te encuentras y en la parte inferior puedes revisar la relación temática de éste de manera previa y posterior. De esta manera puedes programar los exámenes a presentar, ya sea siguiendo la secuencia progresiva por niveles o según la relación entre temas.

Antes de empezar, a abordar los temas de cada módulo, es necesario que realices las evaluaciones diagnósticas iniciales llamadas ¿Con qué saberes cuento?, que puedes revisar en el libro de texto digital o impreso o en la plataforma educativa mieva.mx.

Al inicio de cada unidad encontrarás tres preguntas, **¿Qué voy a aprender y cómo?,** ¿Con qué propósito? y ¿Qué saberes trabajaré?, las respuestas a estos cuestionamientos consolidarán la información que revisaste en las secciones anteriores. Revisa las preguntas completas en los libros de texto impresos o digitales.

Recuerda que esta Guía es una síntesis informativa de los libros de texto, por lo que encontrarás de manera enfática conceptos y actividades seleccionadas que te ayuden a lograr los indicadores de desempeño que están planteados en los libros con el ícono de tiro al centro. Además de otros elementos para ubicarte como los recuadros que te indican la relación temática entre módulos y las competencias transversales.

Finalmente **#Entrénate**, es una sección que te invita a realizar los exámenes diagnósticos finales, ¿ya estoy preparado?, que puedes revisar en los libros de texto o en la plataforma mieva.mx, y los exámenes de simulación en línea que Preparatoria Abierta Guanajuato ha desarrollado para que seas el gestor de tu propio aprendizaje.

ÍNDICE

UNIDAD 1. REVOLUCIÓN DARWINIANA 4

Teorías de la evolución 5

Antecedentes 5

Distribución de los organismos 6

Homología 6

Domesticación y selección artificial 6

Especies introducidas en nuevos ambientes 6

Primeras ideas evolutivas 6

Lamarck 7

Darwin 8

Malthus y su ensayo sobre el principio de la población 9

Darwin-Wallace 9

Selección natural 9

Biodiversidad y evolución 10

Teoría sintética 10

Desarrollo científico de 1600 a 1860 (Concepto de ciencia, rivalidad empirismo- racionalismo) 12

El origen del hombre (desde el punto de vista evolutivo y desde el punto de vista teológico). 15

Augusto Comte y la ley de los tres estados Comte acuñó en 1824 el término de sociología. 16

Positivismo y desarrollo social 16

Marx y etapas históricas 17

UNIDAD 2 BIODIVERSIDAD 18

Herencia, eugenesia y raza humana 18

Leyes de Mendel 19

Primera Ley de Mendel 20

Segunda ley de Mendel, o principio de la distribución independiente. 21

Teoría cromosómica 21

Mecanismos de la herencia mendeliana 22

Variabilidad genética 23

Mutación 23

Recombinación 24

Teoría Neodarwinista 24

Genética de poblaciones y poza genética 24

Ley de Hardy-Weinberg 25

Los genes en las poblaciones y la selección natural 25

Teoría sintética 25
Galton y la ideología eugenésica 26
Genética molecular 26

UNIDAD 3. REPERCUSIONES DE LA GENÉTICA **27**
Biotecnología y salud 27
Mejoramiento de plantas y animales 27
Transgénicos 27
Áreas de aplicación agrícola, ganadera, industrial, médica y farmacológica 28
Agricultura (alimentaria) 28
Ganadería 28
Industrial 28
Medicina y farmacología 29
Bioética 29
Reproducción asistida 30
Efectos en el equilibrio de la biosfera 30
Legislación en ciencia y tecnología 31
Legislación de la investigación biotecnológica 31
Equidad social 32
Concepto de enfermedad 32
Clases sociales y derecho a la salud 32
Diagnóstico prenatal 32
Sistema de indicadores de género 32
Instituciones de salud e investigación científica 33
Fuentes de financiamiento para la investigación biotecnológica 33
Vacunas 33
Distribución equitativa de los beneficios biotecnológicos 33

Anexo: Correcciones de edición al libro 36

Fuentes consultadas 36

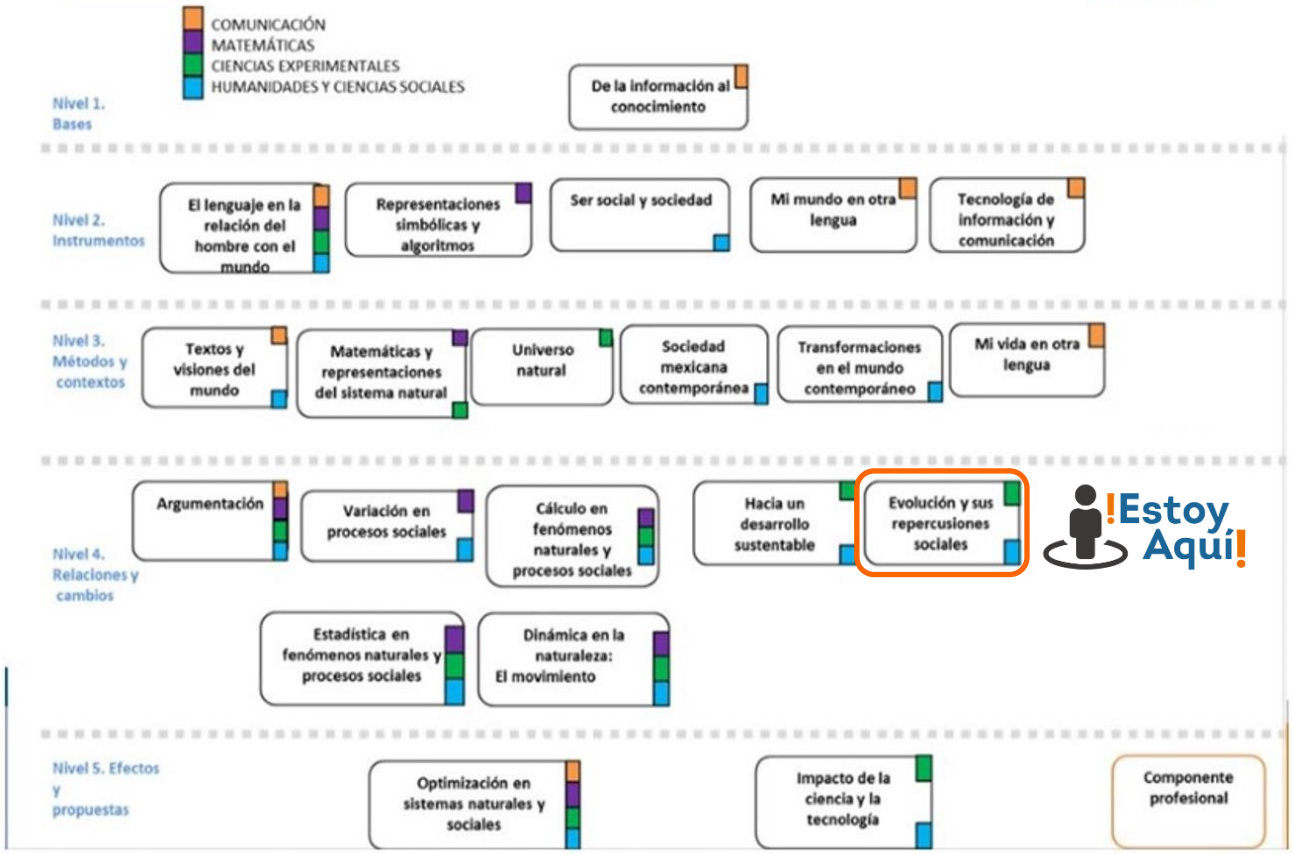
Campo(s) disciplinar(es): **Ciencias Experimentales Humanidades y Ciencias Sociales.** **Nivel: IV (Relaciones y cambios)**	**Módulo:** **Evolución y sus repercusiones sociales** **Horas estimadas de estudio: 65 horas**
Propósito formativo **Este módulo tiene como propósito, que desarrolles competencias que te permitan:** Analizar la diversidad y la herencia biológica mediante el estudio de las diversas teorías de la evolución y de la genética, considerando los contextos socio-históricos en los cuales surgen, su relación con el desarrollo de la ciencia y la tecnología, así como las repercusiones políticas e ideológicas que tienen en el ámbito social actual.	**Competencias disciplinares básicas** **Al finalizar el módulo deberás contar con las siguientes competencias:** **Estableces la interrelación entre la ciencia, la tecnología, la sociedad y el ambiente** en contextos históricos y sociales específicos. **Fundamentas opiniones sobre los impactos de la ciencia y la tecnología** en tu vida cotidiana, asumiendo consideraciones éticas. **Valoras las preconcepciones** personales o comunes s**obre diversos fenómenos naturales** a partir de evidencias científicas. **Haces explícitas las nociones científicas** que sustentan los procesos para la solución de problemas cotidianos. **Analizas las leyes generales que rigen el funcionamiento del medio físico** y valoras las acciones humanas de impacto ambiental. **Identificas el conocimiento social y humanista** como una construcción en constante transformación. **Interpretas tu realidad social** a partir de los procesos históricos locales, nacionales e internacionales que la han configurado. **Estableces la relación entre las dimensiones políticas, económicas, culturales y geográficas** de un acontecimiento. **Comparas las características democráticas y autoritarias** de diversos sistemas sociopolíticos. **Analizas las funciones de las instituciones del Estado Mexicano** y la manera en que impacta su vida. **Valoras distintas prácticas sociales** mediante el reconocimiento de sus significados dentro de un sistema cultural, con una actitud de respeto.

#Ubícate

Secretaría de Educación de Guanajuato

Prepa Abierta Guanajuato
Plan de Estudio Modular

PREPARATORIA ABIERTA GUANAJUATO



Previamente

Módulo 4, 9 y 16

Este módulo tiene mayor relación temática con

Posteriormente

Principalmente con el módulo 11, 14 y 21.

Antes de empezar

ACTIVIDAD:

- ✓ Realiza la actividad, **¿Con qué saberes cuento?** que aparece en la página 14 del libro de texto correspondiente a este módulo, una vez que termines compara tus respuestas con las que aparecen en el apéndice del mismo libro en la pág. 181.

¿Cuáles fueron tus resultados?

Qué tan sencillo te resultó resolver la evaluación diagnóstica ¿con qué saberes cuento?, si te sentiste como pez en el agua, estás listo para comenzar con el estudio de este módulo, recuerda estar monitoreando tu desempeño constantemente, basándote en las rúbricas de evaluación de las actividades y revisando el apéndice de las respuestas correctas que aparece al final de todos los libros de texto, ¡claro!, después de realizar por tí mismo los ejercicios.

Si al contrario, se te dificultó la resolución de este ejercicio de evaluación, será necesario que refresques algunos conocimientos y habilidades. Te recomendamos que revises los libros del **módulo 4 "Ser social y sociedad", módulo 9 "Universo natural" y módulo 16 "Hacia un desarrollo sustentable"** de Preparatoria Abierta Guanajuato, que podrás consultar y descargar de manera gratuita en nuestra página de internet, www.seg.guanajuato.gob.mx/prepaabierta.

UNIDAD 1. REVOLUCIÓN DARWINIANA

¿Qué voy a aprender y cómo?

En esta unidad conocerás y analizarás de la **evolución** de la humanidad, identificando la información que sé sobre este tema encuentres en diferentes medios documentales; será necesario que puedas jerarquizar y diferenciar los datos obtenidos en relación a las diferentes **teorías sobre la evolución**, así como comparar **las posturas empiristas, racionalistas y evolucionistas.** Una vez que adquieras estos saberes podrás argumentar sobre la manera en el que la teoría evolutiva de **Darwin** influyó en el **concepto de ciencia** y en los **procesos históricos** descritos por **Marx**, así como **el pensamiento teológico**.

¿Con qué propósito?

Analizar las teorías de la evolución y sus efectos en distintas concepciones sociales y científicas.

¿Qué saberes trabajaré?

Para poder analizar las teorías de la evolución en las concepciones sociales y científicas de los siglos XVII, es necesario que conozcas de las teorías de la evolución desde antecedentes, las **primeras ideas evolutivas, las Leyes de Mendel, la teoría cromosómica, la variabilidad genética, la teoría Neodarwinista, la teoría sintética, la teoría de Galton sobre la ideología eugenésica y finalmente, la teoría de la Genética molecular**.

Teorías de la evolución

Antecedentes

Evolución biológica significa proceso continuo de cambio en los seres vivos, mediante modificaciones progresivas por el cual se ha producido, a lo largo de las eras geológicas, la enorme variedad de formas y especies vegetales o animales, actuales y extintas.

Código genético: conjunto de normas por las que información codificada en el material genético (secuencias de ADN o ARN) se traduce en proteínas (secuencias de aminoácidos) en las células vivas.

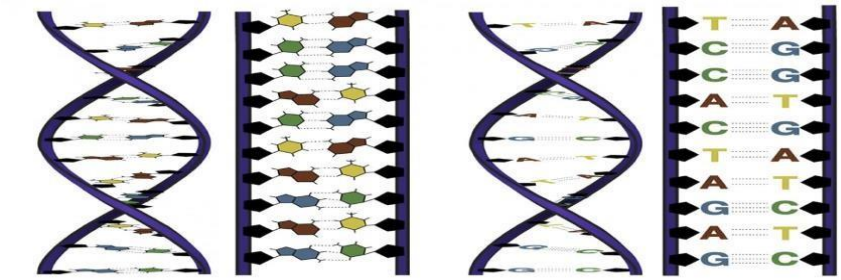


Figura 1

Fenotipo: en un organismo, manifestación externa de un conjunto de caracteres hereditarios que dependen tanto de los genes como del ambiente.

Genotipo: conjunto de genes característicos de cada especie animal o vegetal.

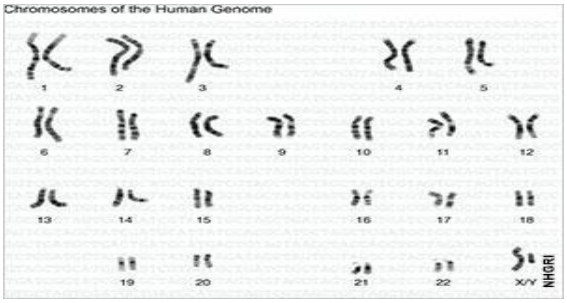


Figura 2

Morfología: rama de la biología que estudia la forma de los seres vivos y de su evolución.

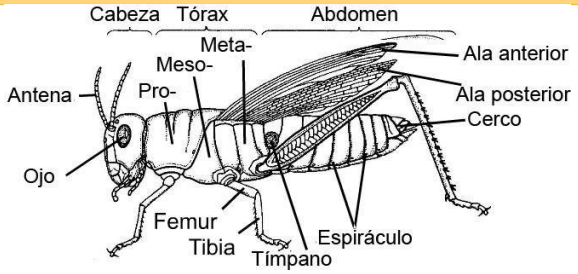


Figura 3

La evolución es una teoría y un hecho. La mayor parte de que los seres vivos han evolucionado la han aportado los fósiles, porque su estudio ha posibilitado conocer que organismos, hoy extintos, eran muy diferentes a sus descendientes actuales.

Las investigaciones paleontológicas han demostrado que la historia evolutiva de algunas especies está incompleta, debido a que los fósiles descubiertos son insuficientes para explicar su desarrollo y sólo se han formulado especulaciones.

Paleontología: ciencia que trata de los seres orgánicos desaparecidos a partir de sus restos fósiles.

Fósil: resto o evidencia de organismos del pasado.

Distribución de los organismos

Otras evidencias de la evolución las aporta la **Biogeografía,** que es la ciencia que estudia la distribución de los seres vivos sobre la Tierra, así como los procesos que la han originado, que la modifican y que la pueden hacer desaparecer.

La distribución de los seres vivos en nuestro planeta obedece a un orden lógico, porque cada especie se ubica en zonas específicas.

Homología

Si analizas la anatomía de grupos de organismos diferentes encontraremos similitudes en sus estructuras o en sus patrones de desarrollo. Homología es la relación entre dos partes orgánicas diferentes cuando sus determinantes genéticos tienen el mismo origen evolutivo. En el ADN de todos los seres vivos hay similitudes, lo cual indica que toda vida en la Tierra, extinguida y presente, tuvo un origen común.

El **ADN** o ácido desoxirribonucleico es una proteína compleja que se encuentra en el núcleo de las células y es el principal constituyente del material genético de los seres vivos.

El **recón** es el segmento más pequeño de ADN capaz de entrecruzarse o en el que puede ocurrir recombinación.

Revisa más de este tema en:

ADN es un tema que podrás revisar también en el **Módulo 11** página 124 y **Módulo 21** página 76.

El **ARN** o ácido ribonucleico es una molécula que dirige las etapas intermedias de la síntesis proteínica.

Domesticación y selección artificial

Desde tiempos remotos el ser humano ha domesticado y modificado especies de plantas y animales, en muchos casos por necesidad y en otros por gusto; por ejemplo, las mascotas.

Las diversas actividades humanas han ejercido presiones selectivas sobre todo tipo de organismos. En el Mar Norte la pesca intensiva de varias especies de peces ha ocasionado cambios en el tamaño promedio en que éstas alcanzan la madurez sexual y la edad de reproducción.

Especies introducidas en nuevos ambientes

Con la expansión colonial de las potencias europeas varias especies incrementaron su área de distribución.
Las evidencias muestran que la evolución no es algo acabado, sino que continúa.

Primeras ideas evolutivas

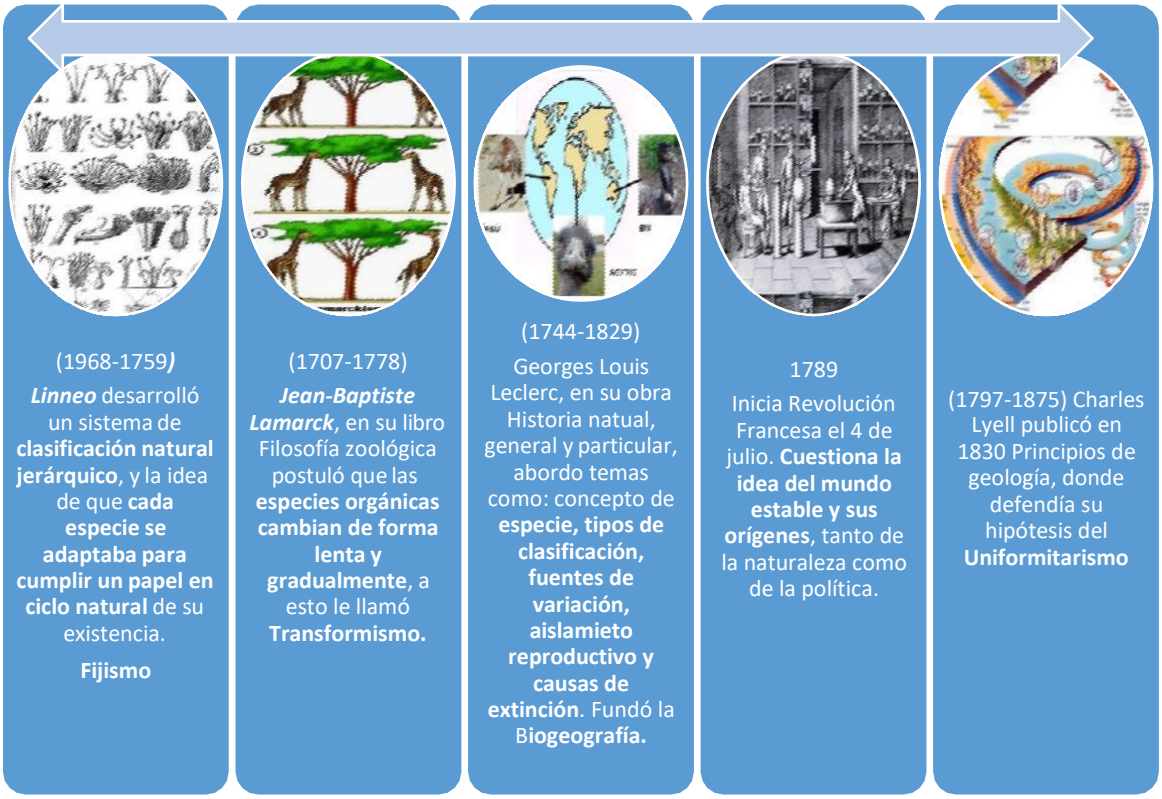
La teoría de la evolución surgió por la necesidad del hombre de explicar la enorme diversidad biológica que observamos hoy en día. Ésta teoría surge con los primeros trabajos de los filósofos griegos presocráticos y Parménides de los siglos VII A V a.C, quienes fueron los primeros en ofrecer explicaciones racionales de los fenómenos naturales al rechazar argumentos míticos. Aristóteles fue un gran naturalista que tuvo la capacidad de ver una gradación de los seres vivos a partir de objetos inanimados y proponer la scala naturae.

Propuso muchos conceptos que no era posible conciliar con la evolución, sin embargo estableció las bases de la historia natural, lo que permitiría en un futuro inferir la existencia de cambios evolutivos.

Durante los siglos XVI Y XVII ocurrieron eventos que prepararon el terreno para el desarrollo de teorías evolutivas: los avances de la astronomía, el desarrollo de la geología como ciencia, el descubrimiento de flora y fauna desconocida y, sobre todo, el estudio de los fósiles.

Lamarck

El siglo XVIII fue trascendental para la historia de las teorías evolutivas, surgieron ciertas aproximaciones la cuales se muestran en la siguiente línea de tiempo:



Esquema de elaboración propia con información del libro del texto del Módulo 17

La idea de que la necesidad creaba o modificaba el órgano fue utilizada por Lamarck para explicar las transiciones entre formas**.**

Uniformitarismo: "el principio fundamental o doctrina de que procesos geológicos y leyes naturales, que operan en la actualidad para modificar la corteza terrestre, han actuado de la misma manera regular, y esencialmente con la misma intensidad a lo largo del tiempo geológico, y que eventos geológicos del pasado pueden ser explicados por fenómenos y fuerzas observables hoy; el concepto clásico de que "el presente es la llave del pasado." Allaboutcreation, s.f.

Darwin

Las inquietudes de Charles Darwin (1809-1882) por conocer el mundo natural y su funcionamiento lo llevaron a una expedición alrededor del mundo. Durante los cinco años que duró el viaje en el barco HMS Beagle, Darwin se formó como naturalista y recopiló información suficiente con la que apoyaría su teoría de la evolución.

Revisa más de este tema en:

Darwin es un tema que podrás revisar también en el **Módulo 9** página 164.

ACTIVIDAD:

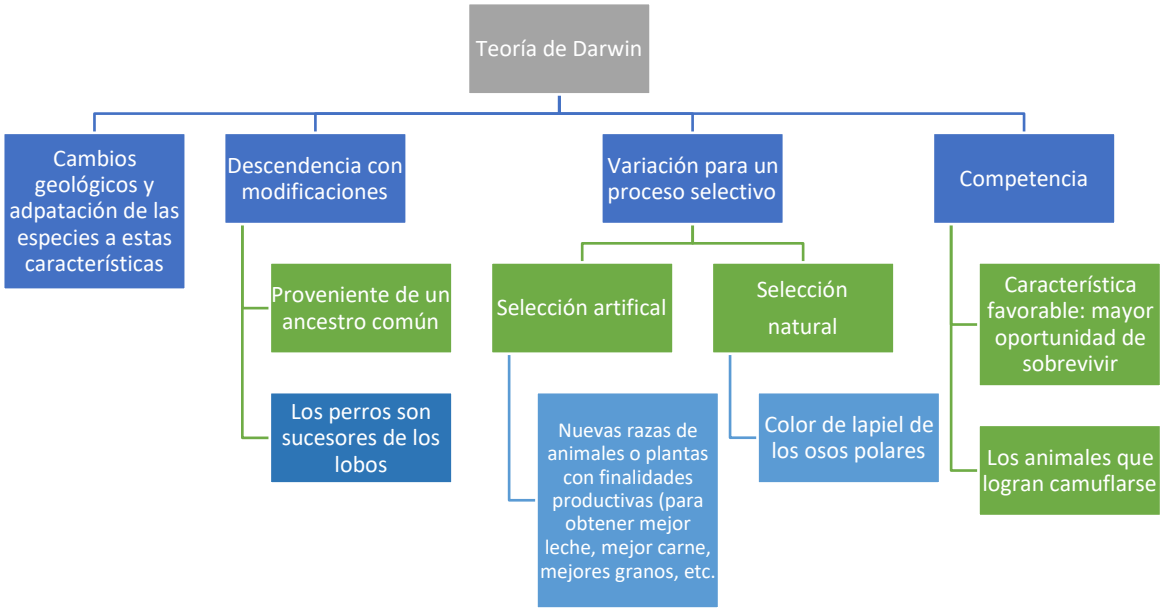
- ✓ Realiza la actividad 3 sobre las **Teorías Preevolucionistas** de la página 32 del libro electrónico correspondiente a este módulo y comparar tus respuestas con las que aparecen en el anexo en la página 182.

Darwin estaba de acuerdo con la idea de Lyell de que el cambio geológico había sido uniforme (uniformitarismo) y la hizo extensiva a los seres vivos. Lo que significa que a partir de los cambios geológicos los organismos serían remplazados por otros, que precedieron en el tiempo, a lo que le denominó "descendencia con modificaciones".

El afán de observación de las especies lo hizo fijarse en los pinzones que habitan en el archipiélago de las Islas Galápagos y descubrió que eran diferentes en cada especie. Estas especies comparten muchas similitudes en forma y tamaño que permiten identificar a todas las especies como pinzones, no obstante muestran una gran variación en la forma y tamaño de sus picos. La forma de todas las aves podría indicar un origen común, pero están aisladas entre sí por el océano, por lo que esto supondría que habrían estado separadas por una barrera geográfica tal vez por un largo tiempo.

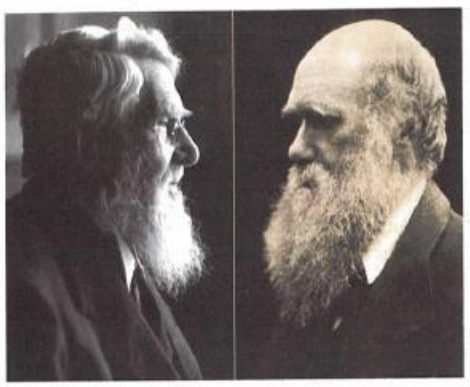


Figura 4



A partir de sus observaciones Darwin se percató que dentro de una población de organismos de la misma especie existían **variaciones** sobre las cuales actuaba un proceso selectivo que podía ser artificial (características seleccionadas por el hombre) o natural.

Darwin comprendió la importancia de **la competencia** entre organismos de la misma especie, por lo que consideró que las diferencias entre ellos (como en forma y tamaño) afectarían su capacidad para competir por el alimento. De acuerdo a este planteamiento, un individuo con una característica favorable tendrá una mayor oportunidad de sobrevivir y transmitir sus características a sus descendientes. En 1844 Darwin escribió un tratado sobre la selección natural que nunca publicó.



Alfred Russell Wallace y Charles Darwin, son los padres de la teoría evolutiva que se acepta actualmente.

Revisa más de este tema en:

Maltus es un tema que podrás revisar también en el **Módulo 14** página 54.

Malthus y su ensayo sobre el principio de la población

Malthus afirmó que las personas se reproducen más rápido que los alimentos, dando origen a su Ensayo sobre el principio de la población.

El tiempo ha comprobado que Malthus se equivocó y su teoría era errónea, su moralidad lo hizo perder de vista que ya existían técnicas de control de natalidad, aunque muy limitadas, y subestimó los avances tecnológicos en la agricultura.

Darwin-Wallace

A la par que Darwin concebía su teoría un naturalista británico, Alfred Russell Wallace, publicó su trabajo Sobre la tendencia de las variedades a diferenciarse del tipo original, exponía de manera independiente a Darwin su idea de la selección natural como mecanismo de cambio evolutivo.
En conclusión, las teorías de Darwin-Wallace postulan tres principios, los que se anotan a continuación:

1) Los descendientes heredan los caracteres de los progenitores de generación en generación.
2) En el proceso de la herencia ocurren variaciones espontáneas que son por azar o ciegas.
3) Existe reproducción diferenciada en los individuos de una población.

Finalmente Darwin decidió presentar su trabajo en 1858, mismo que fue publicado un año después con el nombre El origen de las especies por medio de la selección natural o la preservación de las razas favorables en la lucha por la vida.

Selección natural

Mutación: cambios que sufre el ADN y aunque en una mutación puede haber cambios de una generación a otra, deben pasar varias generaciones para que se dé un cambio evolutivo.

Flujo génico: traslado de genes de una generación a otra, el polen es un medio de traslado de genes.

Recombinación: es una fuente de variabilidad genética importante, ya que origina nuevas combinaciones génicas en una población.

ACTIVIDAD:

- ✓ Revisa la actividad 7 sobre **selección natural SN y selección artificial SA** que aparece en la página 41 de la versión electrónica correspondiente a este módulo y compara tus respuestas

Como se aprecia en las dos lecturas, las especies mencionadas sufrieron una evolución en su estructura, unas por la acción indirecta del hombre y en la otra la naturaleza alteró las características. En primer caso es el resultado de la selección natural, en tanto que el segundo de la selección artificial.

Darwin se percató que dentro de una población de organismos de la misma especie existían variaciones. La mayor parte de la variabilidad viene de los genes, y se origina de tres formas: mutación, flujo genético y recombinación.

La variabilidad genética se puede notar de una generación a otra, pero los resultados evolutivos serán notorios hasta varias generaciones más.

Biodiversidad y evolución

El término biodiversidad fue utilizado por primera vez en 1986 por Walter G. Rosen y se refiere a la amplia variedad de seres vivos que habita la Tierra y los patrones naturales que la conforman. Significa diversidad biológica.

Teoría sintética

Darwin trabajó en dos ideas importantes de la evolución, la **descendencia con modificaciones** y la **selección natural.** La influencia que ejercieron estas dos ideas en el medio científico fue trascendente, porque a partir de ellas se transformaron los marcos conceptuales de varias disciplinas como la embriología, la paleontología y la biogeografía.

Junto con las leyes de la herencia postuladas por Mendel, y de la combinación de ambas surge la teoría Sintética que consiste en relacionar la teoría de la evolución con la paleontología, la sistemática (estudios de la clasificación de las especies con respecto a su historia evolutiva) y la genética.

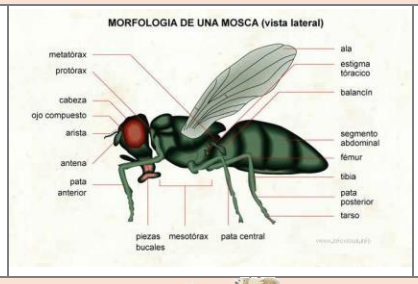
Esta combinación de teorías se hizo hasta las primeras décadas del siglo XX, y sus principales representantes fueron: el genetista Theodosius Dobzhansky, el zoólogo Ernst Mayr, el paleontólogo George G. Simpson, el botánico George Ledyards Stebbins y el zoólogo Julian Huxley.

La **teoría Sintética** también conocida como **Neodarwinismo**, postula que los mecanismos de la evolución se dan a partir de la selección natural, de la misma forma que la teoría de Darwin.

La genética moderna integra la teoría cromosómica de la herencia, la mutación genética aleatoria y la recombinación cromosómica como fuente de variabilidad.

La **Biogeografía** explica la dispersión de los organismos, y la selección natural se considera como uno de los varios mecanismos evolutivos.

En resumen, las ciencias que estudian los campos de la Biología evolutiva, son:

Ciencia	Objeto de estudio	Imagen
Paleontología	Restos fósiles	
Morfología	La forma de los seres vivos y de su evolución.	
Biogeografía	La dispersión de los organismos.	

Esquema de elaboración propia con información del libro de texto del Módulo 17

Gregor Johann Mendel (1822-1884) fue quien descubrió los mecanismos de la herencia a partir de trabajar con una serie de experimentos de cruza de chícharos, y de sus hallazgos Mendel elaboró tres leyes o principios de la herencia, que dio a conocer en 1865: 1ª Ley de Mendel o Principios de Uniformidad, 2ª Ley de Mendel o Principio de la Segregación y 3ª Ley de Mendel o Principio de la Combinación Independiente.

Los primeros genetistas mendelianos, entre los que se encontraban William Bateson y Hugo Vries, descalificaron la importancia de la selección natural como una fuerza evolutiva; para ellos la evolución consistía en una secuencia de transformaciones abruptas producidas por la aparición de mutaciones lo que se le conoce como **teoría mutacionista**.

El mutacionismo fue rebatido por los biometristas, defensores de la evolución por la selección natural.

En 1918 Ronald Aylmer Fisher (1890-1962) reconcilió las diferencias entre los mutacionistas y los biometristas al demostrar que la totalidad de los resultados obtenidos se explicaba por los principios de la herencia mendeliana o Teoría Sintética de la evolución.

Biometristas	Mutacionistas
Los biometiristas defendían la selección natural postulada por Darwin. Así como que los cambios en los organismos se presentaban de manera gradual y no de manera brusca, es decir, defendían el gradualismo darwiniano	Los mutacionistas postulaban que la verdadera evolución se presenta por mutaciones en las células, es decir, la aparición de un error en el ADN de un individuo, duplicándose las células de manera anómala.

La teoría de la nueva síntesis tuvo avances considerables en los años de 1930 y 1940, pero sobre todo en la década de 1970, ya que en esta década las investigaciones abrieron el horizonte para el enfoque centrado en los genes, que ha desembocado en investigaciones sobre el genoma humano.

La aplicación de las herramientas aportadas por la biología molecular, han generado nuevas evidencias que apuntalan la teoría de la evolución y los resultados obtenidos en diferentes disciplinas de las ciencias biológicas han fortalecido la teoría de la evolución. No obstante, las ideas básicas planteadas por Darwin siguen siendo tan actuales como en la época en la que fueron publicadas.

Desarrollo científico de 1600 a 1860 (Concepto de ciencia, rivalidad empirismo-racionalismo)

El siglo XVII tiene un carácter fundamental en la historia de la humanidad porque está marcado por el racionalismo y el empirismo, dos corrientes de pensamiento que en su momento fueron irreconciliables y que provocaron la ruptura de las ataduras de la Edad Media tardía.

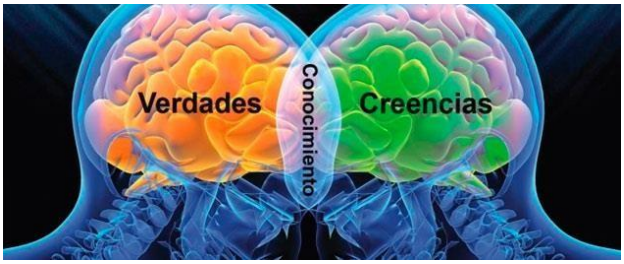
El siglo XVII es el Siglo o Edad de la Razón. El rompimiento con los viejos moldes religiosos posibilitó a científicos, artistas, literatos, etcétera, liberarse de la rigidez de las estructuras y jerarquías verticales de la **escolástica** y plantear horizontes innovadores en todas las áreas del conocimiento. Se desarrollaron sistemas que unificaban los métodos y fundamentos del conocimiento científico, a esta teoría se le llamó **epistemología,** y hoy se conoce como **teoría del conocimiento.**

Escolástica: movimiento filosófico y teológico que intentó utilizar la razón, en particular la filosofía de Aristóteles, para comprender el contenido sobrenatural de la revelación cristiana.

Epistemología: doctrina filosófica de los fundamentos y métodos del conocimiento científico.

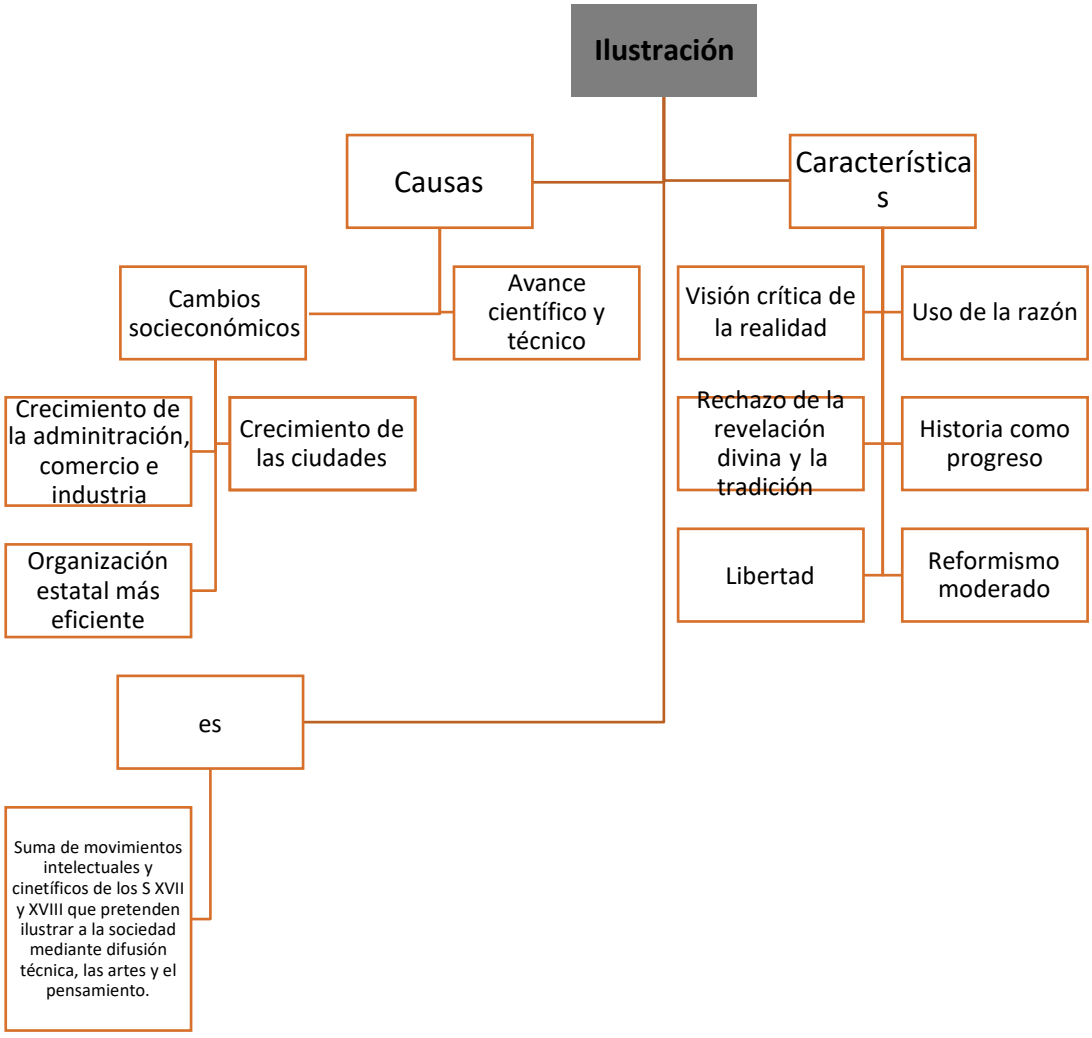


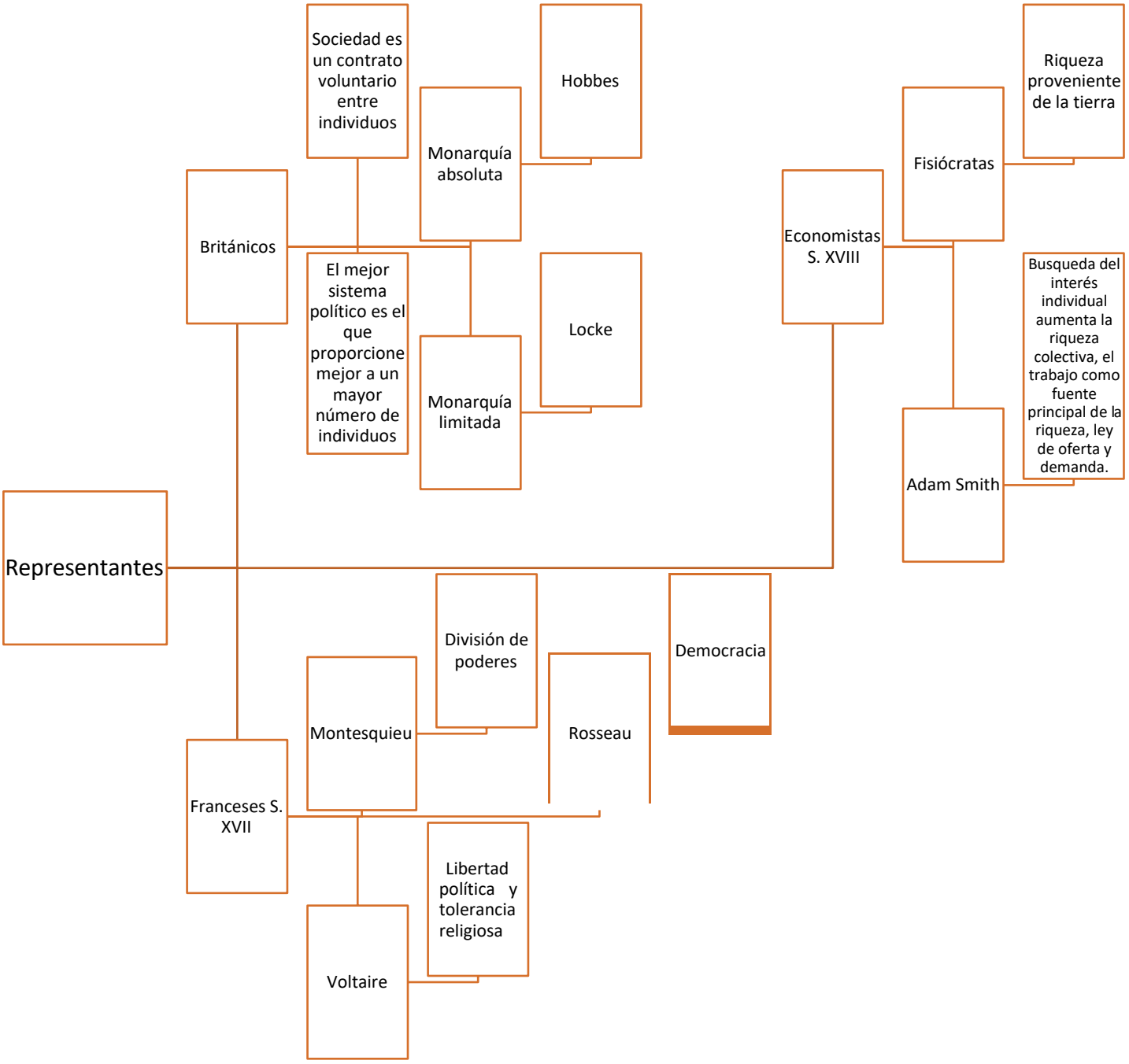
Escolástica
Figura 5



Epistemología
Figura 6

Esquema de la ilustración





Empirismo y Racionalismo

Las posiciones de quienes durante los siglos XVII y XVIII adoptaron el racionalismo o empirismo son a veces contrapuestas y otras confluyen y se sostienen mutuamente. Estas dos corrientes filosóficas influyeron en la actividad científica y ambas produjeron avances inusitados. Porque como lo postuló el filósofo alemán Immanuel Kant, tanto el empirismo como el racionalismo son la fuente de nuestro conocimiento.

Para **Kant** la experiencia (sensibilidad) y la razón (entendimiento) son necesarias para el conocimiento. Pero esto ocurrió más de un siglo después de que René Descartes (1596-1650) planteara su concepto de racionalismo. El racionalismo es la corriente filosófica que postula que la realidad está gobernada por un principio inteligible, al que se puede acceder por medio de la razón. Después **John Locke** (1632-1704) médico y científico inglés, postuló la teoría llamada empirismo, que menciona cómo una norma o criterio de verdad es la experiencia, ya que el conocimiento se obtiene a través de la repetición de situaciones que llevan a conocer un hecho.

Los defensores del racionalismo en aquel entonces fueron principalmente **Descartes, Spinoza y Leibniz**. El empirismo fue mantenido fundamentalmente por los filósofos ingleses John Locke y David Hume.

Empirismo: hace referencia a los conocimientos que se adquieren a través de la práctica de una disciplina, es decir todo aquello que hacemos sin necesidad de estudiarlo de manera formal.

En su síntesis sobre ambas corrientes Kant establece los conceptos de **entendimiento** y **sensibilidad** para referirse al racionalismo y empirismo; la función de la sensibilidad es la de percibir, la del entendimiento es reflexionar y organizar lo percibido para que tengan sentido y se produzcan los conceptos, es decir, el conocimiento.

El origen del hombre (desde el punto de vista evolutivo y desde el punto de vista teológico).

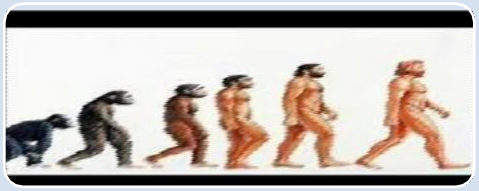
El creacionismo y el evolucionismo son parte de la historia del pensamiento humano en el que no se ha llegado a una conclusión definitiva respecto al origen del universo.



Creacionismo.

Fundamenta la creación de universo y el hombre en términos teológicos, es decir: un ser supremo, omnipotente, omnipresente y omnisapiente es el único creador de todo lo que existe, y sólo su voluntad puede modificarlo, crearlo, cambiarlo o destruirlo.

No se considera filosofía, sino sólo una forma de pensar de sus seguidores.



Evolucionismo.

Considera la evolución como proceso constante que se fundamenta en las evidencias de la transformación fisicoquímica de la materia, de los vestigios de fósiles y geológicos.

Se puede considerar una filosofía pues se guía por un método y una metodología.

Esquema de elaboración propia con información del libro de texto del Módulo 17.

Si bien las ideas creacionistas son respetables, se basan en la fe de sus seguidores. A diferencia de ellas, el conocimiento científico se basa en hechos que son susceptibles de ser demostrados mediante la puesta a prueba de diferentes hipótesis.

Augusto Comte y la ley de los tres estados Comte acuñó en 1824 el término de sociología.

El método científico es un método de estudio de la ciencia aplicada del que surgen postulados universales.

> **Revisa más de este tema en:**
>
> **Augusto Comte** es un tema que podrás revisar también en el **Módulo 4** página 68.

El **positivismo** postula que las actividades filosóficas y científicas deben efectuarse únicamente en el marco del análisis de los hechos reales verificados por la experiencia de donde se ha de aprehender el conocimiento, el cual ha de ser demostrable y útil para lograr alcanzar la sociedad ideal siguiendo un orden cuya finalidad sea el progreso.

Comte razona que el presente es el resultado del pasado, por lo que la ciencia que propone debe emplear el método histórico; luego, el análisis de la sociedad ocurrirá sólo en tanto su dinámica presente. De aquí que Comte plantee la Ley de los tres estados:



Estado teológico, mágico o ficticio

- Ser humano explica fenómenos naturales por medio de la magia, creencias o imaginación, depositando en seres sobrenaturales o divinos el origen y fin de la naturaleza.
- Comte lo ubica en la época feudal.
- **Por ejemplo:** Creer que todo tiene origen y fin determinado por un Dios.



Estado metafísico o filosófico o abstracto

- Las explicaciones son racionales, se busca el por qué de las cosas y se sustituye a los dioses por entidades abstractas y términos metafísicos.
- Comté lo ubica en el Renacimiento a la Revolución francesa.
- **Por ejemplo:** La explicación de la personalidad humana se le atribuía al alma, un entidad abstracta; sin embargo, fue el paso para llegar a las teorías psicológicas.



Estado científico o positivo

- El conocimiento se basa en la observación y la experiencia. Se busca el conocimiento de las leyes de la naturaleza para su dominio técnico.
- Comté lo ubica de la Revolución francesa a la actualidad.
- **Por ejemplo:** Explicar la evolución de la especie a través de los cambios observados en restos fósiles (evolución).

Esquema de elaboración propia con información del libro de texto del Módulo 17.

Positivismo y desarrollo social

Nace en el siglo XVIII un movimiento filosófico y pedagógico llamado Enciclopedismo, durante el periodo conocido como La Ilustración, época en la que los avances son en la ciencia, y en la vida cultural en general. Como resultado de esos avances nace una corriente llamada Positivismo, que se caracteriza por afirmar que lo único auténtico es el conocimiento científico y que éste se debe basar en el análisis de los hechos reales y deben verificarse por la experiencia. Por lo tanto, Denis Diderot y Jean Le Rond d´Alembert se dana la tarea de recopilar todo el conocimiento existente en una gran obra escrita: La Enciclopedia entre 1751 y 1765, y en la que se concentraron escritos de pensadores tan célebres como Voltaire, Montesquieu, Rousseau y Adam Smith.

La Ilustración, La Revolución Francesa, la Declaración de los Derechos del Hombre y del Ciudadano y la Revolución Industrial, trajo consigo una serie de transformaciones socioeconómicas, tecnológicas y culturales que se extienden desde la segunda mitad del siglo XVIII hasta principios del siglo XIX.

Revisa más de este tema en:

Karl Marx es un tema que podrás revisar también en el **Módulo 14** página 59.

Marx y etapas históricas

Marx también utiliza el método histórico para analizar y explicar científicamente los cambios de la humanidad; dicho método propone que sólo la historia permite entender la realidad. Sus tesis postulan que sólo el pasado permite entender el modo de ser y el comportamiento de las cosas presentes.

Marx decía: “toda la historia de la sociedad humana, hasta nuestros días, es la historia de la lucha de clases”

La Revolución Francesa es considerada un claro ejemplo de la lucha de clases, pues el desequilibrio en la relación entre proletariado (fuerza de trabajo) y burguesía (clase poseedora de los medios de producción) los llevó al derrocamiento de los monarcas que representaban a los burgueses.

En México, otro ejemplo desde la perspectiva de la lucha de clases fue la Revolución Mexicana. Todo esto desde la perspectiva del Materialismo histórico.



La destrucción del viejo orden, José Clemente Orozco, 1926
Figura 7

El **materialismo histórico** plantea que el capitalismo es una etapa de transición en la que se generarán las contradicciones materiales para que sus clases sociales, burguesía y proletariado se enfrenten; de esa lucha de clases el proletariado será el triunfador, no por un determinismo evolucionista, sino por la necesaria transformación a una sociedad justa en la que la distribución de la riqueza social sea equitativa, que derivará en socialismo, que es la siguiente etapa de transición dirigida por la dictadura del proletariado, precio a la consumación del comunismo, como lo propone el materialismo histórico.

Desde esta perspectiva, la sociedad comunista es una necesidad histórica y no una aspiración utópica. En este sentido el materialismo histórico es semejante a la teoría de la evolución darwinista, en donde no son las especies las que determinan su diversidad y adaptación al medio sino el medio mismo que influye para hacerlas diferentes.

En síntesis, la irreconciliable oposición entre materialismo histórico y evolucionismo, por una parte, y positivismo por otra, es que mientras estos dos últimos conceptos giran en torno a un desarrollo paulatino de la humanidad, aquél lo hace en torno al de revolución, es decir un cambio drástico. Así la humanidad toma parte (como ser actuante consciente) en la transformación de sus condiciones materiales de existencia.

Marx afirmaba que existencia del hombre depende de su relación con el aparato productivo y con el presente. Marx postula que toda idea que ata o manipula al hombre no le permite evolucionar, de ahí la frase célebre: “La religión es el opio de los pueblos”.

UNIDAD 2 BIODIVERSIDAD



Revisa más de este tema en:

Biodiversidad es un tema que podrás revisar también en el **Módulo 16** página 72.

Herencia, eugenesia y raza humana

¿Qué voy a aprender y cómo?

En esta unidad vas a aprender a identificar la información pertinente en diferentes medios para expresar tus puntos de vista. Vas a analizar, a partir de **las leyes de Mendel** y la **teoría cromosómica**, cómo la interpretación de las **ideas eugenésicas de Galton** se han replanteado. Expresarás el fenómeno de la **mutación** en sus diversos tipos y ejemplos, para resolver problemáticas de la vida real mediante **cuadros de Punnett**, utilizando las **leyes de la herencia**, argumentando de manera lógica las ideas y relaciones que diferencian la teoría de la evolución de **Darwin-Wallace** respecto de la teoría **Neodarwinista,** para explicar las leyes de la herencia y cómo se aplica la **genética molecular** para corregir errores en la clasificación de los organismos.

¿Con qué propósito?

Explicar de manera analítica y reflexiva los mecanismos de la herencia a través de las leyes de Mendel y evaluar la interpretación de Galton dio al desarrollar la ideología eugenésica, que conllevó a la implementación de **políticas gubernamentales de discriminación** de ciertos grupos dentro de las poblaciones humanas.

¿Qué saberes trabajaré?

Para que puedas explicar de manera analítica y reflexiva los mecanismos de la herencia necesitarás relacionar el origen de **corrientes ideológicas**, como eugenesia (Raza Aria y Apartheid) con los conceptos de herencia en políticas gubernamentales actuales, explicando los diferentes tipos de mutaciones en las especies, así podrás explicar situaciones de la vida cotidiana aplicando las leyes de la herencia por la **división celular**. Argumentarás tu postura ante la aplicación de políticas gubernamentales sobre la **selección artificial** en el ser humano, las diferencias y coincidencias que soportan el punto de vista de la teorías de la evolución a nivel de **especies** y a nivel de **población**, y por último, explicarás las razones que impulsaron una reclasificación de los organismos desde Aristóteles hasta la genética molecular y la manera en que el mundo vivo ha llegado a la **diversidad** actual, usando los mecanismos de la **herencia y la evolución**.

El descubrimiento del ADN y sus estructuras ha sido uno de los resultados más importantes en el campo científico, pero al estar involucrada la vida, ha sido también muy polémico en muchos sectores, desde el económico hasta el religioso, sin descartar el social.

En esta unidad estudiaremos los mecanismos de la herencia y su relación con la evolución por selección natural, asimismo, exploraremos las implicaciones éticas y sociales de la genética.

El estudio de las leyes de la herencia nos permite comprender los mecanismos por los cuales algunas enfermedades y otros rasgos de individuos se transmiten por generaciones.

Leyes de Mendel

Gregor Johan Mendel (1822-1884) descubrió los mecanismos de la herencia y se convirtió en el padre de la genética.

Para explicarnos la evolución biológica debemos comprender las leyes de la herencia. El siguiente cuadro muestra la definición de algunos conceptos que son de uso común en **genética.** Conceptos comunes de la genética: Alelos, codominancia, cromosoma, gameto, gen, genotipo, haploide, diploide, homocigoto, heterocigoto, fenotipo, meiosis, mitosis, nucleótido.

Esquema de elaboración propia con información del libro de texto del Módulo 17.



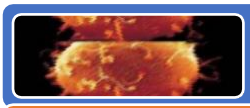
Alelos: Formas alternativas de un gen que ocupan la misma posición, son cromosomas homólogos. Tienen información para la misma característica. **Ejemplo:** Una persona tendrá información de dos genes para obtener su color de ojos, el hombre da información de color café, la mujer verde.



Codominancia: Excepción a la teoría medeliana, en la que un alelo no domina sobre otro. En este caso suelen aparece tres fenotipos: los dos extremos y uno con apariencia intermedia entre ambos. **Ejemplo:** Un ejemplar de gallo negro y uno de gallina blanca, puede tener fenotipo gris o un tipo de blanco.



Cromosoma: Célula formada por proteínas y ADN. El ADN es la molécula que porta la información genética. Los humanos tienen 23 cromosomas en cada célula reproductora (óvulo o espermatozoide) y 23 pares en el resto de las células.



Gameto: Célula sexual: óvulo (femenino), espermatozoide



Gen: Proteínas que conforman la molécula de ADN, que contienen la información necesaria para la síntesis una macromolécula.



Genotipo: Conjunto de genes que tiene un organismo. Que le dan las características físicas y biológicas que posee.



Haploide: Célula u organismo con un sólo juego de cromosomas. La ploidía de una célula se representa por la letra n. Los gametos son 23n.



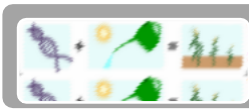
Diploide: Célula que tiene un juego de cromosomas, es por lo tanto 2n.



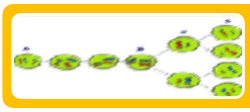
Homocigoto: Individuo que porta dos genes iguales (recesivos o dominantes) para una característica particular.



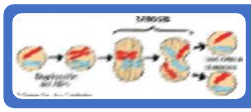
Heterocigoto: Individuo que porta dos genes distintos que determinan una misma característica (uno puede ser recesivo y el otro dominante).



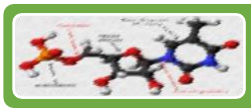
Fenotipo: Rasgos externos de un organismo, debido a la interacción del genotipo y el ambiente.



Meiosis: División celular en el que se generan células haploides. durante la meiosis ocurre una recombinación de información genética única y nueva, la recombinación de los cromosomas se da completamente al azar, lo cual contribuye al aumento de la diversidad genética.



Mitosis: División celular que da lugar a las células hijas se reparten equitativamente un juego completo de cromosomas, por lo que ambas células tienen la misma información en cuanto a cantidad y calidad de cromosomas respecto a la célula madre.



Nucleotido: Molécula orgánica formada por la unión covalente de 5 carbonos, 1 base nitrogenada y 1 grupo fosfato.

Hay dos tipos de nucleotidos ribonucleicos (ARN) y desoxiribonucleicos (ADN).

La genética mendeliana utiliza una simbología específica, misma que te ayudará a comprender los mecanismos asociados a las cruzas de acuerdo al procedimiento de Mendel:

- Los alelos son representados por letras mayúsculas (por ejemplo A) y minúsculas (por ejemplo a). La letra mayúscula se usa para el alelo dominante y la minúscula para el alelo recesivo.
- Los alelos se escriben por pares (AA, Aa, aa), porque se trata de individuos diploides y un alelo proviene de la madre y otro del padre.
- Estos símbolos denotan el genotipo del individuo.
- Al conocer su genotipo es posible establecer el fenotipo.
- Los términos dominante y recesivo son relativos de acuerdo con el efecto que tiene la expresión de estos alelos en el fenotipo. Si la expresión de un alelo se observa en cualquier resultado de una cruza se dice que es dominante; en cambio el que se observa en menor frecuencia es considerado recesivo.
- Si un alelo es recesivo no significa que sea defectuoso, sino que simplemente su expresión pasa desapercibida ante la expresión del alelo dominante.
- Mendel no habla de mutantes ni de mutaciones.

Cuadros de Punnett

Reginald Crundall Punnett (1875-1967) fue un importante genetista británico que creó el cuadro que lleva su nombre, que es una herramienta genética empleada para predecir las proporciones de los genotipos y los fenotipos.

Primera Ley de Mendel

En sus experimentos Mendel utilizó chícharos, que cruzó para obtener características alternativas.

Se habla de organismos híbridos o heterocigotos cuando la descendencia de ellos no es uniforme.

♂ \ ♀	A	a
A	AA	Aa
a	Aa	aa

Tabla de caracteres estudiados por Mendel

Característica	Dominante		Recesiva
Forma de la semilla	Redonda	X	Rugosa
Color de la semilla	Amarillo	X	Verde
Posición de la flor	Axial	X	Terminal
Color de la flor	Púrpura	X	Blanco
Forma de la vaina	Inflada	X	Pegada a la semilla
Color de la vaina	Verde	X	Amarillo
Altura del tallo	Alto	X	Enano

Mendel eligió siete caracteres distintos, y en cada experimento estudio uno de ellos a la vez.

Las líneas puras progenitoras son llamadas parentales y se simbolizan por una P (pe mayúscula) y el grupo de plantas que resultan de la cruza se llama generación filial 1, simbolizado por F1. Cuando se hace una cruza entre los individuos de F1, el grupo descendiente se le llama generación filial 2 y se simboliza F2.

Estos primeros experimentos en que se cruzan individuos con fenotipo contrastante en un solo carácter se denominan cruza monohíbrida. Con este experimento Mendel dedujo que:

- Los caracteres están controlados por factores (genes).
- Se encuentran por pares en cada individuo, pues se trata de organismos diploides.
- Uno de los factores domina sobre el otro (caracteres dominantes y caracteres recesivos).

Durante la formación del gameto los caracteres se separan o segregan al azar, de tal modo que cada gameto recibe uno u otro con la misma posibilidad. Este patrón se conoce como Primera ley de Mendel. En el caso de los animales, el espermatozoide es un gameto y el óvulo es otro, que al unirse forman una célula llamada huevo o cigoto.

Segunda ley de Mendel, o principio de la distribución independiente.

Mendel realizó otro experimento en el que seleccionó dos caracteres diferentes, color y forma de la semilla (cruza dihíbrida). De este segundo experimento Mendel dedujo que los miembros de los pares de alelos diferentes (genes) se distribuyen independientemente uno de otro durante la formación del gameto. Este postulado se conoce como Segunda Ley de Mendel o Principio de la distribución independiente.

Es importante precisar que aunque en general se considera que son tres las leyes de Mendel, la de uniformidad (que sería la 1ª), en estricto no es una ley, porque es un error muy extendido suponer que la uniformidad de los híbridos que observó Mendel en sus experimentos es una ley de transmisión, sin embargo la dominancia nada tiene que ver con la transmisión, sino con la expresión del genotipo. Compartimos este criterio, por eso se han anotado solo dos leyes.

Teoría cromosómica

Con el redescubrimiento de las leyes de Mendel los genetistas estudiaron atributos discontinuos o con fenotipos contrastantes, que es la capacidad de los individuos para adaptarse a diferentes condiciones ambientales.

Genetista: Especialista en la ciencia de la Genética, que estudia los mecanismos de la herencia biológica.

Como resultado de sus primeros estudios, los mendelianos descubrieron la **mutación**.

Mutación: alteración o cambio en la información genética de un ser vivo.

Estos genetistas (William Bateson y Hugo de Vries) observaron que en el comportamiento de los factores hereditarios y de los cromosomas durante la meiosis y la fecundación había un paralelismo, por lo que dedujeron que los factores hereditarios residían en los cromosomas.

T.H. Morgan se dio cuenta de que había caracteres hereditarios que se transmiten juntos. Así llegó a la conclusión de que los genes se encuentran en los cromosomas en forma lineal y que el intercambio corresponde al fenómeno de **recombinación**.

Recombinación: Proceso de intercambio de información genética entre cromosomas homólogos.

En los cromosomas se lleva la información genética que se pasa de generación en generación mediante la mitosis.

El mutacionismo fue rechazado por los biometristas, defensores de la evolución por selección natural, lo cual generó el surgimiento de dos escuelas para el estudio de la herencia: la mendeliana y la biométrica. Esta división condujo al desarrollo de la genética de poblaciones y de la genética cuantitativa.

Genética de poblaciones: rama de la Genética que estudia la distribución estadística de los distintos alelos que comparte los individuos de una población y los cambios en las frecuencias de los alelos y de los fenotipos.

Genética cuantitativa: estudia los caracteres controlados por muchos genes, denominados poligénicos, y de sus propiedades en la genética de las poblaciones.

La conciliación entre estos dos enfoques fue hasta 1918, cuando Ronald Fisher publicó un artículo en el que demostraba que la totalidad de los resultados obtenidos por los biometristas podrían explicarse por los principios de la herencia mendeliana. Se les llamó neodarwinistas a quienes buscaban reconciliar los hallazgos de la Genética de Mendel con la Evolución por selección natural de Darwin.

Mecanismos de la herencia mendeliana

Nason concluye a principios del siglo XIX que los cromosomas son la base física de la herencia.

En 1902 Walter Sutton y Theodor Boveri investigando por separado, llegaron a la conclusión de que los alelos mendelianos están localizados en los cromosomas. A la teoría establecida por estos genetistas se le conoce como teoría cromosómica. En 1909 el genetista danés Wilhem Ludwig Johannsen acuñó el neologismo **gen**; también ideó los términos fenotipo y genotipo, aunque no con su significado actual.

Hoy se sabe que en el núcleo de la célula se encuentran varios genes individuales, pero que a su vez cada gen está unido a otros muchos y forman un filamento de material genético llamado cromosoma; los genes están dispuestos en un orden lineal único, y cada uno de ellos ocupa un lugar determinado (locus) sobre cada cromosoma.

En 1920 se descubrió que en la célula había unas substancias diferenciadas a las que se les denominó ADN Y ARN, y en 1940 se determinó que parte de los cromosomas eran responsables de portar información genética. Finalmente, en 1956 James Watson y Francis Crick lograron proponer un modelo molecular de ADN, lo cual dio lugar a muchas explicaciones y el inicio de nuevas investigaciones y tecnologías.

En la actualidad se sabe que los cromosomas contienen ADN y que es éste la sustancia portadora de la herencia. También que el número diploide de cromosomas en la especie humana es de 46, de los cuales 22 pares son autosomas y un par sexual (XX en la mujer XY en el hombre).

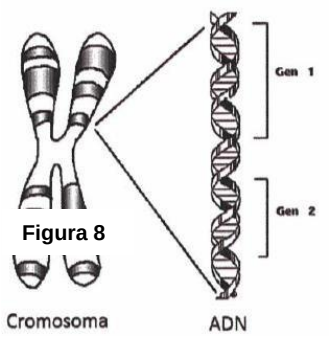
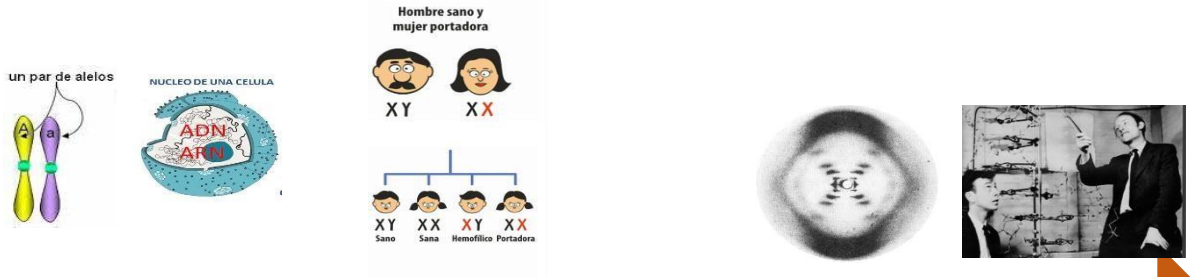


Figura 8

Línea del tiempo de hallazgos para la Teoría cromosómica



1902	1920	1930	1940	1952	1956
• Descubrió: Alelos están en los cromosomas	• Descubrió: Célula contiene ADN y ARN	• Reconocen hallazgos de Morgan:cromosomas portan la herencia.	• Descubrió: cromosomas tienen información genética en ADN.	• Reveló una fotografía de la estructura helicoidal del ADN	• Propusó: modelo molecuar de ADN

Esquema de elaboración propia con información del libro de texto del Módulo 17.

Variabilidad genética

Mutación

En el contexto de la teoría de la evolución la mutación ha tenido una especial relevancia, porque las enfermedades o trastornos genéticos se pueden originar por mutaciones en los genes de los organismos. Estas pueden ocurrir por la exposición a factores físicos o químicos o “errores” durante los procesos de división celular. Todas las células pueden tener mutaciones en su información genética. Sin embargo las mutaciones importantes para la evolución son las que ocurren en los gametos, porque éstos conformarán la información genética de la siguiente generación. Si la evolución ocurriera sólo por mutaciones sería muy lenta, porque la frecuencia en la que ocurren es muy baja, además de que las mutaciones son nocivas y sus portadores pueden morir antes de alcanzar la edad reproductiva. No obstante, la mutación es muy importante para la evolución porque origina nueva variación genética.

La mutación genera cambios en la composición genética de una población, por lo que, al igual que la selección natural, es una fuerza evolutiva. La migración, la deriva genética y la endogamia también se consideran fuerzas genéticas.

Existen tres tipos de mutaciones:

1. Cariotípica o genómica. Involucra la pérdida o incremento del número de cromosomas.
2. Cromosómica o aberración cromosómica. Involucra la deleción, la duplicación, la inversión y la translocación.
3. Puntual, génica o molecular. Ocurre cuando hay una deleción, inserción o sustitución de una base nucleótida por otra.

Recombinación

La **recombinación genética** es la formación de nuevas combinaciones de genes como resultado de la segregación en los cruces entre padres genéticamente diferentes, así como el acomodo de genes ligados debido al entrecruzamiento. Es un proceso natural que genera diversidad genética, forma parte de la reproducción sexual, pues cuando se forman los gametos en una de las fases de la meiosis ocurre el intercambio de fragmentos entre cromosomas (es decir, recombinación).

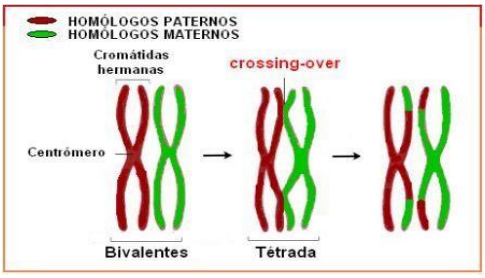


Figura 9

Los tipos de recombinación genética que existen en las células eucariotas son:

1. La **recombinación homóloga**, se da en la meiosis, tiene 3 subtipos:
    a. Entrecruzamiento cromosómico, se da entre cromosomas apareados, heredado de uno de los padres. Pasa con las bacterias.
    b. En células B. Las células del sistema inmunológico realizan una recombinación llamada *cambio de clase de inmunoglobulinas*, en el que se cambia un anticuerpo de una clase a otra. Cuando falla pueden ocurrir enfermedades como hepatitis.
    c. Conversión génica. Una sección del material genético es copiado de un cromosoma a otro, deja al donante sin cambios.
2. **Recombinación específica de sitio**. Rotura y luego unión de regiones de homología corta y específica de dos ADN diferentes o dentro de la misma molécula. Pasa con los virus que mutan de un individuo a otro, pasó en la influenza AH1N1.
3. **Recombinación no homóloga**. Ocurre entre secuencias de ADN que nos son homólogas, como en las levaduras.

La recombinación se utiliza en la fabricación de vacunas a través de la ingeniería genética.

Teoría Neodarwinista

Genética de poblaciones y poza genética

La genética de poblaciones es la rama de la genética que estudia la constitución genética de los individuos que componen una población.

Los genetistas de poblaciones afirman que ninguna población es estática, sino que tiene cambios evolutivos en los que subyacen cambios genéticos. La variabilidad genética es deseable, ya que de perderse esta característica se enfrentaría un grave problema: disminuiría la eficacia biológica de las especies ante cambios ambientales.

Ley de Hardy-Weinberg

Una población ideal admite un equilibrio genético en la cual la frecuencia de los alelos y genotipos se mantienen constantes generación tras generación.

- Población ideal es aquella que cumple con:
- Es suficientemente grande
- No hay selección
- Los apareamientos son aleatorios.
- No existe migración.
- Tiene una tasa de mutación constante.

Conocer la distribución esperada de los alelos por apareamiento aleatorio es útil porque no será posible estimar las frecuencias de alelos recesivos o características de una población aunque desconozcamos su proporción en los organismos heterocigotos (portadores) en los que no se expresa, ya que los organismos tienen un acervo genético que se mantiene constante y se hereda de generación en generación conocido como poza genética.

Los genes en las poblaciones y la selección natural

La selección natural actúa sobre los fenotipos; sus consecuencias serán diferentes si hay dominancia o codominancia entre los alelos.

A mayor acervo genético, mayor diversidad genética y por tanto más posibilidades de sobrevivir a los eventos de selección, en cambio un acervo genético con escasa diversidad implica una especie con dificultades para adaptarse, por lo que corre el riesgo de extinguirse.

Teoría sintética

Hay que recordar que la teoría sintética es el resultado de la integración de la teoría de la evolución de las especies por selección natural de Darwin, la teoría genética de Mendel como base de la herencia biológica, la mutación como fuente de variación y la genética de poblaciones.

La teoría sintética introdujo la conexión entre dos descubrimientos importantes: los genes y la selección natural y unificó las ramas de la Biología: genética, sistemática y paleontología, entre otras.

Algunas precisiones de los planteamientos teóricos de esta teoría:

- Las poblaciones tienen variación genética que se origina por mutaciones al azar y recombinación genética.
- Las poblaciones evolucionan por cambios en las frecuencias de las variantes alélicas determinados principalmente por selección natural.

- La mayor parte de las variantes adaptativas tienen efectos fenotípicos leves, por lo que los cambios ocurren de forma gradual.
- La diversificación ocurre por la aparición de nuevas especies que implica una evolución gradual del aislamiento reproductivo.

Con la Teoría Sintética surge un nuevo concepto de evolución: dado que son las poblaciones las que evolucionan y esto da origen a nuevas especies.

ACTIVIDAD:

- ✓ Realiza la actividad 12 sobre conceptos de las diferentes teorías que explican la **Biodiversidad** de la página 107 de la versión electrónica correspondiente a este módulo y compara tus respuestas con las que aparecen en el anexo en la página 192.

Galton y la ideología eugenésica

Después de la publicación del Origen de las especies, Francis Galton, primo de Darwin comenzó a desarrollar técnicas estadísticas para estimar la herencia en humanos (por ejemplo la estatura) con el objetivo de mejorar sus características (eugenesia).

La **eugenesia** se define como el conjunto de prácticas que intentan mejorar las cualidades innatas de una raza.

La propuesta de Galton para mejorar nuestra especie deriva de la práctica de la selección artificial, y la dividió en negativa y positiva. El primer caso consiste en limitar la reproducción de los individuos portadores de caracteres “indeseables” y el segundo en favorecer al máximo la reproducción de individuos con características “deseables”.

En el transcurso de la historia humana posterior a Galton, en algunos medios y países los argumentos eugenésicos han adquirido una connotación racista.

Genética molecular

La **genética molecular** es otra rama de la biología que estudia directamente a los genes para entenderlos, pero también para modificarlos de manera artificial y poder aprovecharlos.

Como precisa Laura Luz Suárez en su libro, las aportaciones de la genética al conocimiento de los caracteres individuales representan un grandioso logro de la ciencia, pero modificar o impedir la transmisión de ellos es una cuestión que afecta aspectos vinculados con los derechos humanos.

UNIDAD 3. REPERCUSIONES DE LA GENÉTICA

¿Qué voy a aprender y cómo?

En esta unidad relacionarás los **avances científicos** en materia de **herencia** con el desarrollo de la **biotecnología**, argumento a favor y en contra de la **intervención humana** en los **procesos naturales**, problematizando las ventajas y desventajas de la **manipulación genética** en materia de salud. También compararás los objetivos y las **fuentes de financiamiento** de las instituciones nacionales e internacionales que realizan investigación biotecnológica, para fundamentar tu opinión respecto a la **legislación** en materia de **biotecnología** en situaciones que impliquen una **valoración ética**, explicando los obstáculos que presenta el desarrollo de la biotecnología en México, explicando de qué manera ciertos avances tecnológicos, como el desarrollo de insecticidas, antivirales y antibióticos han acelerado o retardado la **tasa evolutiva** de ciertas especies.

¿Con qué propósito?

Analizar el impacto de la **biotecnología en la salud humana**, la **justicia social** y la **distribución de la riqueza** con el fin de desarrollar una actitud de respeto hacia su **ecosistema y sociedad.**

¿Con qué saberes trabajaré?

Para que comprendas las **repercusiones de la genética** es necesario que conozcas el **mejoramiento de plantas y animales (Hibridología),** qué son los t**ransgénicos** y sus áreas de aplicación, también qué es la **bioética** y cómo se relaciona con la **equidad social**.

Biotecnología y salud

Mejoramiento de plantas y animales

Las investigaciones en el campo de la genética engloban a todos los seres vivos, animales y plantas. Estas investigaciones en apariencia están encaminadas al mejoramiento de las especies o a evitar enfermedades, ¿Pero son adecuadas desde el punto de vista ético?

Transgénicos

Los organismos genéticamente modificados (OGM) son desarrollados por la biotecnología. Estos OMG que se obtienen por tecnología del ADN recombinante son los organismos transgénicos. Un OGM puede ser producto solamente de la crianza selectiva, que no tiene nada que ver con la creación de transgénicos. El desarrollo o creación de productos transgénicos implica el uso de técnicas avanzadas de biotecnología molecular para cambiar la información genética de un organismo animal o vegetal.

Pero, ¿sabes qué es la biotecnología?

La **biotecnología** es definida como toda aplicación tecnológica que utiliza sistemas biológicos y organismos vivos o sus derivados para crear o modificar productos o procesos para usos específicos.

Como toda tecnología, el uso de la biotecnología representa beneficios pero también implica costos y riesgos.

En los últimos años, por el desarrollo de la biotecnología en el área de ingeniería genética, se han desarrollado organismos transgénicos que han tenido un avance inusitado en este tiempo. La Universidad Nacional Autónoma de México, en el Instituto de Biotecnología se centra en la investigación para generar conocimientos en el área de biología molecular, entre otras.

Áreas de aplicación agrícola, ganadera, industrial, médica y farmacológica

En la actualidad es posible transferir información genética de una especie a otra creando organismos transgénicos, otorgándoles características que de forma natural no tendrían. Estos organismos ofrecen diversos beneficios porque posibilitan el aumento de la productividad agrícola y elevan la calidad de los alimentos con ello, mejoran la salud y el desarrollo humano. Los organismos transgénicos han influido en áreas diversas, como la medicina, la agricultura y la industria química, entre otras.

ACTIVIDAD:

- ✓ Realiza la actividad 2 sobre cultivos **Biofarmacéuticos** de la página 135 de la versión electrónica correspondiente a este módulo y compara tus respuestas con las que aparecen en el anexo en la página 194.

Agricultura (alimentaria)

Las principales áreas de investigación con relación a plantas genéticamente modificadas consideran la mejora de sus características agronómicas y nutricionales. Los OGM a los que nos referimos son el maíz, soya, semillas de canola y algodón; algunas variedades de papaya, papa, arroz, calabaza y tomate.

Ganadería

En el rubro de la biotecnología aplicada a los animales ésta se divide en: producción animal y nutrición humana.

Industrial

La industria invierte millones de pesos en investigación y las aplicaciones de la misma en la mejora de especies. Las aplicaciones de la biotecnología en la industria alimentaria, principalmente son:

- Mejora en la calidad de las materias primas de origen vegetal y animal.
- El procesamiento y la conservación de los alimentos.
- Bioconservadores.

ACTIVIDAD:

- ✓ Realiza la actividad 3 sobre áreas de aplicación de la **Biotecnología** de la página 139 de la versión electrónica correspondiente a este módulo y compara tus respuestas con las que aparecen en el anexo en la página 194.

Medicina y farmacología

Esta industria es la que más investigación realiza. Su objetivo es evitar enfermedades genéticas, entre varios más.

Revisa más de este tema en:

Bioética es un tema que podrás revisar también en el **Módulo 4** página 90 y **Módulo 16** página 116.

Bioética

La bioética se puede definir como una rama de la ética que provee los principios para la adecuada conducta humana respecto a la vida, tanto de la vida humana como de la vida no humana (animal y vegetal), así como del ambiente en el que pueden darse condiciones aceptables para la vida.

Revisa más de este tema en:

Autonomía es un tema que podrás revisar también en el **Módulo 4** página 42.

El siguiente cuadro describe los cuatro principios esenciales de la bioética.

Principio	Definición
Autonomía	Capacidad de establecer normas o reglas a uno mismo, excepto cuando las personas no puedan ser autónomas (estado vegetativo, daño cerebral, etc.) El consentimiento informado es la expresión de autonomía que establece un derecho del paciente y obligación del médico, las preferencias del paciente son prioridad y el médico debe respetarlas. **Por ejemplo:** Un paciente con diagnóstico con una enfermedad incurable que le provoca además mucho dolor y molestias, decide morir y solicita al hospital en el que está internado que se le de muerte (eutanasia).
Beneficencia	Obligación de actuar en beneficio de otros, en medicina promueve el mejor beneficio del paciente. Supone que le medico posee información que el paciente carece y por ello decide lo más conveniente para éste. **Por ejemplo:** Un médico que hace un chequeo general de un paciente con síntomas de gastritis, determina que el peso del paciente, la actividad sedentaria y la ingesta de alimentos que tiene de manera cotidiana están agravando su problema. Por lo que programa una cita con el especialista en la alimentación y deporte del hospital, y administra únicamente la cantidad mínima de medicamento.
No maleficencia	No perjudicar innecesariamente a otros. Este principio debe analizarse a la par del de beneficencia. **Por ejemplo:** Un médico que realiza una cirugía de intestino descubre que un órgano cercano está dañando la salud del paciente sin que éste lo haya percibido al momento, además de realizar la intervención intestinal decide intervenir en este órgano a beneficio y previniendo complicaciones posteriores.

Justicia	Tratar a cada uno como corresponda, para disminuir las desigualdades. Para excluir cualquier arbitrariedad hay que determinar que igualdades y desigualdades se considerarán para determinar la terapéutica de cada paciente. **Por ejemplo:** En un hospital público en la ciudad se cuenta con presupuesto para equipar 5 centros de salud, se identifica que en las zonas rurales no hay servicios médicos y los pacientes tienen que acudir a la ciudad para atenderse; por lo que se decide destinar el presupuesto las zonas donde hay más necesidades en este tema.

Esquema de elaboración propia con información del libro de texto del Módulo 17.

Reproducción asistida

Se entiende por reproducción asistida o artificial la técnica desarrollada por la biomedicina para ayudar a la fecundación en mujeres u hombres que presentan algún impedimento físico para procrear.

El siguiente cuadro muestra a grandes rasgos los métodos de reproducción asistida que existen.

Inseminación artificial (IA)	Transferencia intratubárica de gametos	Fecundación in vitro	Microinyección de espermatozoides	Clonación
Se introduce de manera artificial semen humano por el organismo de la mujer. Puede ser intravaginal, intracervical e intraperitoneal. La inseminación se hace poco antes de la ovulación.	*Consiste en obtener espermatozoides y ovocitos que se depositan no fecundados en las trompas de Falopio, con un catéter. Esta Técnica se utiliza en la subinfertilidad, endometriosis, anovulación, entre otros transtornos.*	*Se obtiene primero ovocitos por medio de una laparoscopia o vía intravaginal y espermatozoides por medio de masturbación. Se fertiliza fuera del cuerpo de la mujer y se implanta en el útero.*	*Los espermatozoides o sus núcleos se introducen en el ovocito por una microinyección con ayuda de un microscopio y si hay fecundación, se transfiere al útero. Se utiliza en casos de esterilidad masculina grave, se consigue fertilización con muy pocos espermatozoides*	*Se emplea con fines eugenésicos, de selección de sexo o para combatir esterilidad. En caso de esterilidad no se necesita donante ya que se obtiene un embrión con los genes de la madre o padre.*

Esquema de elaboración propia con información del libro de texto del Módulo 17.

Efectos en el equilibrio de la biosfera

La biosfera es el sistema que abarca a todos los seres vivos de nuestro planeta y su hábitat; incluye a todos los organismos que habitan en la hidrósfera, atmósfera y geosfera.

La generación de organismos transgénicos ha sido foco de controversia debido a que se desconocen los efectos que puedan provocar. Hay quienes piensan que representan un riesgo para la salud y para la biodiversidad; también están aquellos quienes aseveran que son una solución al deterioro ambiental y a la falta de alimentos de calidad para una población humana que crece de forma acelerada.

Desde una perspectiva biológica no hay que perder de vista que los organismos transgénicos son mutantes. Si los organismos transgénicos son menos eficientes para sobrevivir y reproducirse que las variedades naturales entonces no representan una amenaza para la diversidad biológica, porque no dejan descendientes; por el contrario si tienen una mayor capacidad para sobrevivir, reproducirse y escapan de condiciones controladas, pueden desplazarse y ocasionar la extinción de especies silvestres, de manera similar a lo que ha ocurrido cuando hemos introducido especies exóticas. Esto ocasiona disminución o eliminación de la variación genética que ha sido seleccionado a partir de la interacción con enemigos naturales por miles o millones de años.

Los efectos ambientales de los OGM introducidos pueden ser de carácter ecológico o genético, recuerda que todos estos organismos habitan en la biosfera, por lo tanto su relación con ella es de suma importancia ya que al ser modificados también pueden modificar el hábitat donde se encuentran.

En los ámbitos social y económico la repercusión de los transgénicos es compleja. En países en desarrollo esa biotecnología puede afectar en forma negativa a los productores ganaderos o agrícolas de bajos recursos.

Asimismo, una actitud ética de quienes comercian los OGM debe considerar el derecho de los individuos a la elección fundamentada, es decir, al conocimiento del contenido nutricional y de otras sustancias de los productos que consumen.

Legislación en ciencia y tecnología

Ante los avances científicos y tecnológicos en México los legisladores aprobaron la nueva Ley de Ciencia y Tecnología, que quedó validada el 5 de junio del 2002. Se elaboró el Programa Especial de Ciencia y Tecnología e Innovación, en el que Conacyt será el principal actor dentro de la coordinación para desarrollar este programa.

Legislación de la investigación biotecnológica

Uno de los primeros países que establecieron regulaciones jurídicas en el área de la biotecnología fue Estados Unidos. Desde entonces muchos países han establecido un marco jurídico específico para la evaluación de los riesgos de los OGM el cual sigue un procedimiento integrado por las siguientes etapas:

1. La evaluación de riesgos:
1) El que un agente biológico o una característica de un alimento sea capaz de provocar daños a la salud.
2) La posibilidad de que se suscite ese evento.

A partir de estos puntos se establecen:

II. La gestión de riesgos

III. El análisis de las alternativas.

En cuanto al desarrollo biotecnológico México ha avanzado considerablemente en un periodo de apenas 30 años, aunque incipiente con respecto al nivel que han alcanzado los países desarrollados.

Equidad social

El término equidad significa igualdad en todos los ámbitos dentro de una comunidad. En México la equidad social no se ha alcanzado ya que un gran sector de la población carece de distintos beneficios sociales, económicos y laborales.

Concepto de enfermedad

Se puede entender como la falta de equilibrio y bienestar de alguno de los aspectos que conforman al ser humano. Es decir, la enfermedad no se restringe solamente al aspecto físico.

Clases sociales y derecho a la salud

En México muchos habitantes no cuentan con servicios de salud, por diferentes causas, entre las que se encuentran el desempleo, por lo que no pueden recibir atención en el IMSS O ISSSTE. La población con menos recursos económicos no puede cubrir los honorarios de los médicos particulares, lo que los obliga a no atender sus necesidades de salud de manera inmediata, lo que resulta en un mayor índice de mexicanos enfermos.

Diagnóstico prenatal

La etapa de gestación es una de las más importantes en el ser humano, por lo que es indispensable que la madre asista regularmente a consulta, se aconseja una vez al mes para detectar a tiempo algún trastorno en su salud general y evitar padecimientos.

Se aconseja que asista al médico una vez al mes, para detectar a tiempo algún trastorno en su salud general y evitar padecimientos como preclampsia o eclampsia, diabetes gestacional, riesgo de aborto, entre otros.

Sistema de indicadores de género

Madres adolescentes

Los datos que se presentan están enfocados en mujeres entre 15 y 19 años en todos los casos. Según la ENADID[1]* 2008, edad media de la **primera relación sexual son los 18 años**.

97% **adolescentes conoce sobre métodos anticonceptivos** en zonas urbanas, en rurales 91.3% y hablantes de lengua indígena 91.3%.

Menos de la mitad (44.7) de las mujeres que están unidas **utilizan métodos** anticonceptivos; y (40.2%) de las mujeres solteras los usan.

Sólo el 38.2% de las mujeres en este rango de edad**, usaron un anticonceptivo en su primera relación sexual.**

En regiones donde hay menos de 15 mil habitantes, **13 de cada 100 mujeres había estado embarazadas una vez,** 12 en lugares donde hay más de 15 mil habitantes.

De las mujeres alguna vez embarazadas, el **80.8% habían estado embarazadas 1 vez,** 16.8% dos veces, y 2.3% 3 veces.

12.2 % de los **embarazos terminaron en aborto.**

[1] Encuesta Nacional sobre la Dinámica Demográfica en México

La **fecundidad está relacionada con el grado escolar**. En 2009 los nacimientos de hijos de madres adolescentes sin instrucción escolar fue del 35.7% y con educación media superior fue de 5.7% (6 veces menos).

La **muertes maternas** en este año fue de **13.8% de mujeres menores de 19 años**.

ACTIVIDAD:

- ✓ Realiza la actividad 9 sobre **consecuencias de embarazo en adolescentes** en la página 165 de la versión electrónica correspondiente a este módulo y compara tus respuestas con las que aparecen en el anexo en la página 197.

Instituciones de salud e investigación científica

La Secretaría de Salud es el órgano del Gobierno Federal rector en materia de salud y la encargada de crear y administrar los servicios médicos a los mexicanos.

La falta de presupuesto hace que la investigación en México sea insuficiente lo que provoca que muchos científicos mexicanos emigren a otros países donde puedan desarrollar su trabajo sin la limitante económica

Fuentes de financiamiento para la investigación biotecnológica

Para fomentar la investigación, el desarrollo y la innovación tecnológica de las empresas que integran los sectores económicos del país se debe facilitar su vinculación con el sector académico y de investigación y entre sí mismos, a través de los programas, apoyos y proyectos nacionales e internacionales que resulten aplicables.

ACTIVIDAD:

- ✓ Realiza la actividad 11 sobre marco legal en temas de **Biotecnología** de las páginas 169 a 170 de la versión electrónica correspondiente a este módulo y compara tus respuestas con las que aparecen en el anexo en la página197.

Vacunas

Un problema de salud mundial son las enfermedades trasmisibles provocadas por virus. Por su forma de contagio y por lo rápido que se diseminan en el mundo los gobiernos del mundo han establecido que todos los niños a partir del nacimiento deben ser vacunados.

Distribución equitativa de los beneficios biotecnológicos

La biotecnología, la investigación científica y los OGM deben ser utilizados bajo las leyes y normas de bioseguridad sobre las que ya has leído. Es importante señalar que la bioética debe ejercer su papel en cada una de las investigaciones en cualquier rama para evitar que se haga mal uso de las mismas. Estas técnicas bien llevadas pueden generar, como ya se ha dicho, un incremento en los ingresos per cápita, mejorar la salud y la nutrición, todo ello para elevar la calidad de vida de los pueblos.

ACTIVIDAD:

- ✓ Realiza la actividad **¿Ya estoy preparado?** de las páginas 177 a 180 de la versión electrónica correspondiente a este módulo y compara tus respuestas con las que aparecen en el anexo en las páginas 199 a 200.

#Entrénate

Hemos llegado al final de este módulo, ahora te toca revisar que tan preparado estás para el examen de acreditación.

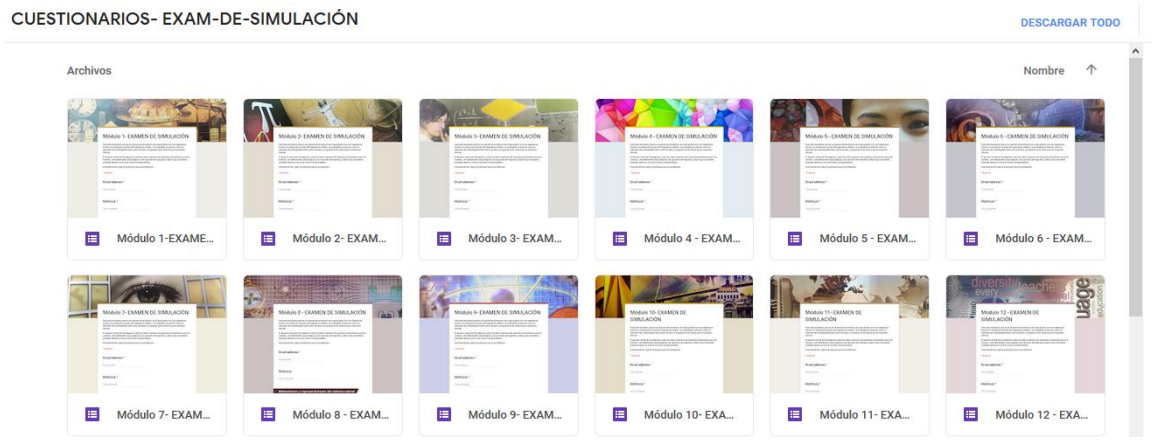
Como pudiste observar en el Curso propedéutico de Comunicación, el examen para acreditar tu modulo tiene retos importantes en cuanto al manejo de Tecnologías de Información y Comunicación y el seguimiento de instrucciones.

Antes de realizar el examen real, entrénate con la evaluación **¿Ya estoy preparado(a)?** que se encuentra en la sección final del libro, donde al terminar podrás verificar tus respuestas en el **Apéndice 1**. También prepárate con nuestro **simulador de examen**, el cual te servirá como un indicador de tu desempeño y te guiará en los temas necesarios a reforzar, para ello sigue las siguientes indicaciones:

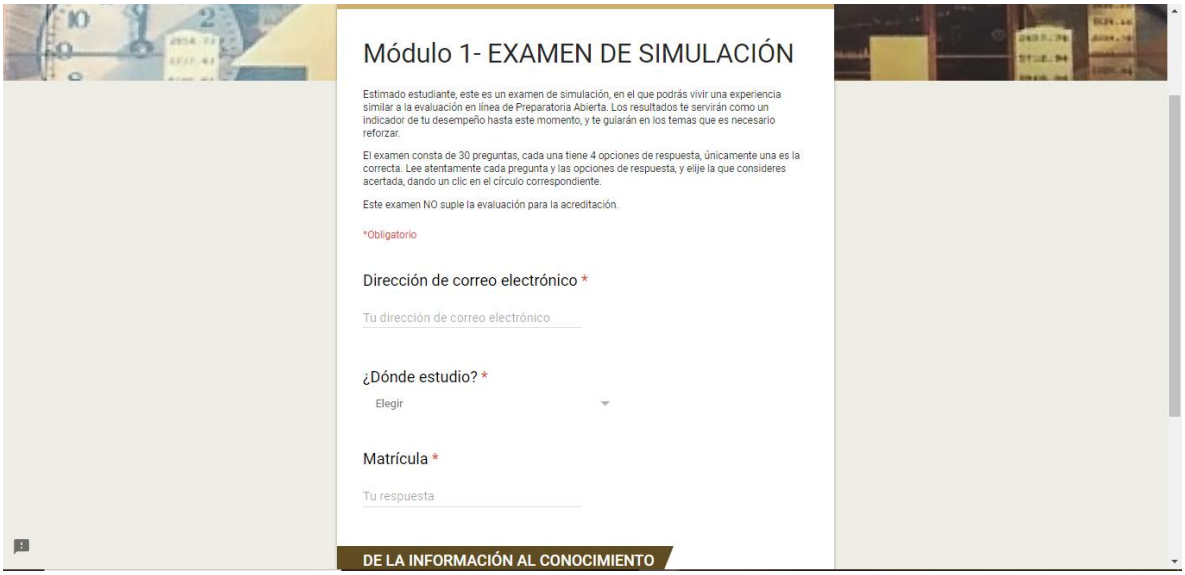
1. Ingresa a nuestra página de internet www.seg.guanajuato.gob.mx/prepaabierta.



2. Elige el examen de simulación correspondiente a este módulo.



3. Escribe tus datos de identificación: Nombre, matrícula, ¿Dónde estudio? en su caso grupo de estudio, Centro de Asesoría al que perteneces, o si eres estudiante independiente.



4. Comienza a contestar las preguntas, toma en cuenta los siguientes criterios:

4.1. Lee con detenimiento cada una de las preguntas, sigue la guía ¿cómo son los exámenes? Que aparece en el Curso propedéutico de comunicación.

4.2 No dejes ninguna pregunta sin contestar

4.3. No hay límite de oportunidades para contestar el examen

5. Según tus resultados úbica los temas que necesitas revisar nuevamente antes de realizar el examen de acreditación.

Anexo: Correcciones de edición al Libro

Referencia		Dice	Debe decir
Página	Número/ inciso		
100	Tema: Ley de Hardy-Weinberg	$(p + q)^2 = p^2 + pq + q^2$	$(p+q)^2 = p^2 + 2pq + q^2$
101	Tema: Ley de Hardy-Weinberg. Ejemplo	Sustituyendo: $0.25 + 2\,(0.5 \cdot 0.5) + 0.5^2$.	$0.5^2 + 2(0.5 \bullet 0.5) + 0.5^2$

Fuentes consultadas

SEP, (2012). Evolución y sus repercusiones sociales. México: SEP

Allaboutcreation, s.f. Recuperado de http://www.allaboutcreation.org/spanish/uniformitarismo.htm

Figura 1 https://bucolicas.wordpress.com/2014/10/23/un-codigo-genetico-oculto/
Figura 2 http://merybyg.blogspot.mx/2016/02/cariotipos-de-otras-especies.html
Figura 3 http://significado.net/morfologia/
Figura 4 http://www.europapress.es/ciencia/laboratorio/noticia-pinzones-darwin-muestran-evolucion-in-fraganti-20160422102852.html
Figura 5 http://www.conocereisdeverdad.org/website/index.php?id=115
Figura 6 http://epistemologiasanjoseobrero10.blogspot.mx/
Figura 7 https://culturaenmexico.wordpress.com/2011/11/30/la-adelita-y-la-figura-femenina/
Figura 8 http://department.monm.edu/chemistry/issi470/fall2003/tmurphy/what_are_genes.htm
Figura 9 https://aprendiendoenbiologia.wordpress.com/2015/03/25/reproduccion-celular/

seg.guanajuato.gob.mx

GTO
Grandeza de México

Secretaría
de Educación

PREPARATORIA ABIERTA
GUANAJUATO

