EVOLUCIÓN Y SUS REPERCUSIONES SOCIALES

EVOLUCION_SEP.indb 1 28/11/12 17:15

EVOLUCION_SEP.indb 2 28/11/12 17:15

EVOLUCIÓN Y SUS REPERCUSIONES SOCIALES

Vivir Mejor

Fomentar la lectura
mejora la educación y la cultura

GOBIERNO FEDERAL
SEP

ESTADOS UNIDOS MEXICANOS

EVOLUCION_SEP.indb 3 28/11/12 17:15

Secretaría de Educación Pública
José Ángel Córdova Villalobos

Subsecretaría de Educación Media Superior
Miguel Ángel Martínez Espinosa

Dirección General del Bachillerato
Carlos Santos Ancira

Revisión técnica
Felipe Alcántara Sánchez

Apoyo técnico pedagógico
Ángela Cortés Figueras

Revisión pedagógica
Patricia Gil Chaveznava

Revisión técnico pedagógica de la Dirección General del Bachillerato
Elka Méndez de la Brena

Coordinación y servicios editoriales
Edere S. A. de C. V.
José Ángel Quintanilla D'Acosta
Mónica Lobatón Díaz

Diseño y diagramación
Visión Tipográfica Editores, S.A. de C.V.

Material fotográfico e iconografía
Shutterstock Images, LLC
Martín Córdova Salinas
Isabel Gómez Caravantes

Primera edición, 2012
D.R. © Secretaría de Educación Pública, 2012
Argentina 28, Centro,
06020, México, D. F.

ISBN

Impreso en México

Tabla de contenido

Presentación general 7

Cómo utilizar este material 10

Tu plan de trabajo 12

¿Con qué saberes cuento? 14

UNIDAD 1 REVOLUCIÓN DARWINIANA

¿Qué voy a aprender y cómo? 19

Teorías de la evolución 22

- Antecedentes 22
- Primeras ideas evolutivas 29
- Lamarck 30
- Darwin 33
- Malthus y su ensayo sobre el principio de la población 36
- Darwin-Wallace 37
- Teoría Sintética 46

Desarrollo científico de 1600 a 1860. (Concepto de ciencia, rivalidad empirismo-racionalismo) 50

- Origen del hombre (desde el punto de vista evolutivo y desde el punto de vista teológico) 58
- Augusto Comte y la ley de los tres estados 61
- Positivismo y desarrollo social 63
- Marx y etapas históricas 64

UNIDAD 2 BIODIVERSIDAD

¿Qué voy a aprender y cómo? 69

Herencia, eugenesia y raza humana 71

Leyes de Mendel 74

- Primera ley de Mendel 77
- Segunda ley de Mendel, o principio de la distribución independiente 81

Teoría cromosómica 86

- Mecanismos de la herencia mendeliana 87

Variabilidad genética 92

- Mutación 92
- Recombinación 95

EVOLUCION_SEP.indb 5 28/11/12 17:15

Teoría Neodarwinista 98
Genética de poblaciones y poza genética 98
Ley de Hardy-Weinberg 99
Los genes en la población y la selección natural 102
Teoría sintética 107
Galton y la ideología eugenésica. 108
Genética molecular 114

UNIDAD 3 REPERCUSIONES DE LA GENÉTICA

¿Qué voy a aprender y cómo? 119
Biotecnología y salud 121
Mejoramiento de plantas y animales 122
Transgénicos 125
Áreas de aplicación agrícola, ganadera, industrial, médica y farmacológica . . . 129
Bioética 140
Reproducción asistida 144
Efectos en el equilibrio de la biosfera 148
Legislación en Ciencia y Tecnología 152
Equidad social 157
Concepto de enfermedad 157
Clases sociales y derecho a la salud 160
Diagnóstico prenatal 160
Instituciones de salud e investigación científica 166
Vacunas 171
Distribución equitativa de los beneficios biotecnológicos 174

¿Ya estoy preparado(a)? 177

Apéndices

Apéndice 1. Clave de respuestas 181
Apéndice 2. La consulta en fuentes de información en Internet 201
Apéndice 3. Mi ruta de aprendizaje 203
Apéndice 4. Cuadro cronológico sobre La Ilustración. 204

Fuentes consultadas 207

EVOLUCION_SEP.indb 6 28/11/12 17:15

Presentación general

Este libro fue elaborado para ayudarte a estudiar el módulo *Evolución y sus repercusiones sociales* del plan de estudios de la Preparatoria Abierta que ha establecido la Secretaría de Educación Pública (SEP), pero también está diseñado para utilizarse en otros sistemas educativos de la modalidad no escolarizada y mixta. Sabiendo que trabajarás de manera independiente la mayor parte del tiempo este libro te brinda orientaciones muy precisas sobre lo que tienes que hacer y te proporciona la información que requieres para aprender.

Los estudios que iniciarás se sustentan en un enfoque de educación por competencias; es decir, que adquirirás nuevos conocimientos, habilidades, actitudes y valores; recuperarás otros para transformarlos en capacidad para desempeñarte de forma eficaz y eficiente en diferentes ámbitos de tu vida personal, profesional y laboral.

Para facilitar tu estudio es importante que tengas muy claro qué implica aprender competencias, cómo se recomienda estudiar en una modalidad no escolarizada y cómo utilizar este libro.

¿Qué es una competencia?

En el contexto educativo, hablar de "competencias" no es hacer referencia a una contienda o a una justa deportiva. En el contexto educativo una **competencia** es la capacidad que una persona desarrolla para actuar integrando conocimientos, habilidades, actitudes y valores.

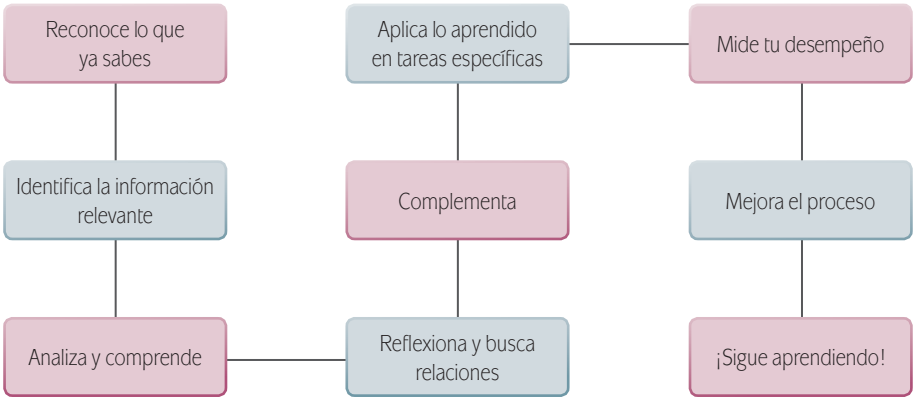
La meta de la formación como bachiller es que tú desarrolles las competencias que han sido definidas por la SEP como perfil de egreso para la Educación Media Superior[1]. Se pretende que no sólo memorices información o demuestres habilidades aisladas. Lo que se busca es que logres aplicar de manera efectiva tus conocimientos, habilidades, actitudes y valores en situaciones o problemas concretos.

La cantidad de información de la que se dispone en la época actual provoca que busquemos formas diferentes de aprender pues memorizar contenidos resulta insuficiente. Ahora se requiere que aprendas a analizar la información y te apropies de los conocimientos haciéndolos útiles para ti y tu entorno.

Por eso cuando estudies, no orientes tus esfuerzos solamente a identificar los conceptos más importantes, a analizarlos con detenimiento para comprenderlos y reflexionar sobre cómo se relacionan con otros términos. Busca información adicional. Pero no te quedes allí, aprende cómo aplicar los saberes en situaciones y contextos propuestos en las actividades. Haz lo mismo con las habilidades, las actitudes y los valores. De manera concreta, es recomendable que para aprender sigas estos pasos:

[1] De acuerdo con el Marco Curricular Común, el estudiante de bachillerato deberá desarrollar tres tipos de competencias: genéricas, disciplinares y profesionales.

EVOLUCION_SEP.indb 7 28/11/12 17:15



En este libro, además de leer y estudiar textos y procedimientos, encontrarás problemas a resolver, casos para analizar y proyectos a ejecutar. Éstos te ofrecerán evidencias sobre las capacidades que desarrollarás y podrás valorar tus avances.

Para acreditar el módulo *Evolución y sus repercusiones sociales* es básico que demuestres que eres capaz de analizar y resolver situaciones, problemas y casos que te exigen la unión de conocimientos, habilidades, actitudes y valores.

Estudiar en una modalidad no escolarizada

Una modalidad educativa no escolarizada como la que estás cursando tiene como ventaja una gran flexibilidad. Tú decides a qué hora y dónde estudias, y qué tan rápido avanzas. Puedes adecuar tus horarios a otras responsabilidades cotidianas que tienes que cubrir como el trabajo, la familia o cualquier proyecto personal.

Pero en esta modalidad educativa se requiere que tú lleves a cabo las siguientes acciones:

- Seas capaz de dirigir tu proceso de aprendizaje. Es decir que:
  - Definas tus metas personales de aprendizaje, considerando el propósito formativo de los módulos.
  - Asignes tiempo para el estudio y procures contar con todos los recursos necesarios en un espacio apropiado.
  - Regules tu ritmo de avance.
  - Aproveches los materiales que la SEP ha preparado para apoyarte.
  - Utilices otros recursos que puedan ayudarte a profundizar tu aprendizaje.
  - Identifiques cuando enfrentas dificultades para aprender y busques ayuda para superarlas.
- Te involucres de manera activa en tu aprendizaje. Es decir que:
  - Leas para comprender las ideas que se te presentan y construyas significados.

EVOLUCION_SEP.indb 8 28/11/12 17:15

- Recurras a tu experiencia como punto de partida para aprender.
- Realices las actividades propuestas y revises los productos que generes.
- Reconozcas tus fortalezas y debilidades como estudiante.
- Selecciones las técnicas de estudio que mejor funcionen para ti.
- Emprendas acciones para enriquecer tus capacidades para aprender y compensar tus limitaciones.

▣ Asumas una postura crítica y propositiva. Es decir que:

- Analices de manera crítica los conceptos que se presentan.
- Indagues sobre los temas que estudias y explores distintos planteamientos en torno a ellos.
- Plantees alternativas de solución a los problemas.
- Explores formas diversas de enfrentar las situaciones.
- Adoptes una postura personal en los distintos debates.

▣ Seas honesto y te comprometas contigo mismo. Es decir que:

- Realices tú mismo las actividades.
- Consultes las respuestas después de haber respondido las preguntas planteadas.
- Busques asesoría, si la requieres, en los Centros de Servicios de Preparatoria Abierta.
- Destines el tiempo de estudio necesario para lograr los resultados de aprendizaje.

▣ Evalúes tus logros de manera constante. Es decir que:

- Analices tu ejecución de las actividades y los productos que generes utilizando la retroalimentación que se ofrece en el libro.
- Identifiques los aprendizajes que alcances utilizando los referentes que te ofrece el material.
- Reconozcas las limitaciones en tu aprendizaje y emprendas acciones para superarlas.
- Aproveches tus errores como una oportunidad para aprender.

▣ Reflexiones sobre tu propio proceso de aprendizaje. Es decir que:

- Te preguntes de manera constante: ¿Qué estoy haciendo bien?, ¿qué es lo que no me ha funcionado?
- Realices ajustes en tus estrategias para mejorar tus resultados de aprendizaje.

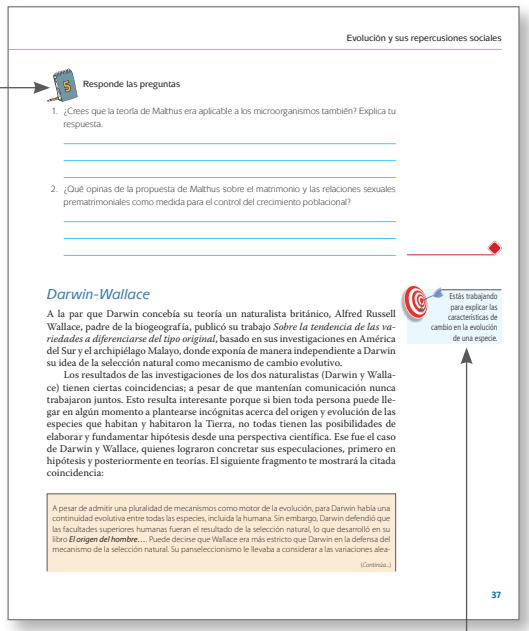
Como puedes ver, el estudio independiente es una tarea que implica el desarrollo de muchas habilidades que adquirirás y mejorarás a medida que avances en tus estudios. El componente principal es que estés comprometido con tu aprendizaje.

EVOLUCION_SEP.indb 9 28/11/12 17:15

Cómo utilizar este material

Este libro te brinda los elementos fundamentales para apoyarte en tu aprendizaje, a pesar de que la mayor parte del tiempo estudies solo. Para completar el estudio del módulo debes:

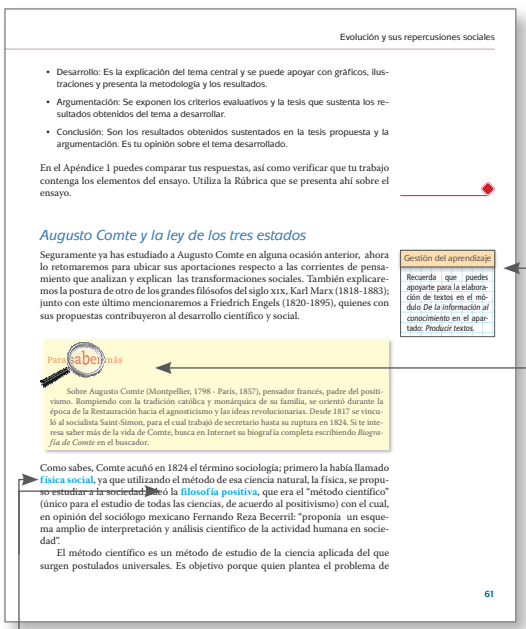
1. Identificar los resultados de aprendizaje. Revisa la sección *Presentación del módulo* y estudia con detenimiento el propósito general, los saberes y las competencias que deberás desarrollar, así como una explicación general de las unidades. Si tienes muy claro lo que se espera que aprendas y cómo se ha planeado el módulo, será más fácil que orientes tus esfuerzos a lograrlo.
2. Definir tu plan personal de trabajo utilizando las recomendaciones de la sección *Mi plan de trabajo.*
3. Valorar si posees los saberes requeridos para estudiar con éxito el módulo. Realiza la evaluación diagnóstica que se incluye en la sección *¿Con qué saberes cuento?* Más vale identificar desde el inicio si necesitas aprender o fortalecer algún conocimiento o habilidad antes de comenzar el módulo.



Indicador de desempeño
Enuncian la tarea que debes aprender a realizar como resultado del estudio en cada sección. Utilízalos como referente conforme realizas las actividades y valora de manera continua la medida en la cual vas dominando esos desempeños.

Actividad de aprendizaje
Encontrarás una gran diversidad de actividades que te ayudarán a desarrollar competencias. Lee las instrucciones con atención y ejecútalas para aprender.

Gestión del aprendizaje
Incluyen algunos comentarios del autor que se relacionan con el tema estudiado y te permiten profundizar el aprendizaje.



Para saber más
Brinda información interesante, curiosa o novedosa sobre el tema que se está trabajando y que no es esencial, sino complementaria.

Concepto clave
Resalta los conceptos esenciales para la situación que estás analizando. Identifícalos y presta especial atención para comprenderlos y problematizarlos. Se indican con letra azul.

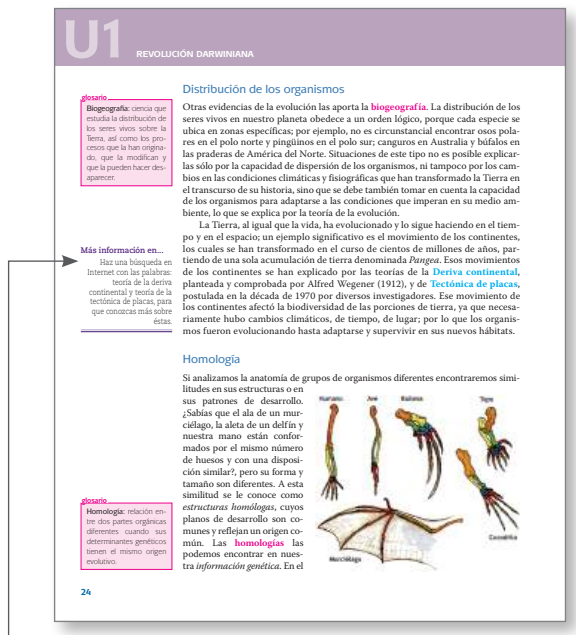
EVOLUCION_SEP.indb 10 28/11/12 17:15

4. Estudiar todas las unidades en el orden que se te propone o que elijas. Cada una de las unidades contiene las actividades de aprendizaje y la información necesaria para realizarlas. Sin embargo, en ocasiones, se te sugerirá consultar fuentes adicionales.
5. Consultar en el apéndice la sección de retroalimentación para que puedas evaluar los productos que realices.
6. Completar la evaluación final del módulo *¿Ya estoy preparado(a)?* para valorar si ya lograste los aprendizajes propuestos. Es muy importante que califiques honestamente tus respuestas y una vez que tengas los resultados pienses sobre lo que sí te funcionó y lo que no, de las acciones que aplicaste para aprender en cada tema y de esa forma adoptes mejoras para tu proceso de aprendizaje.
7. Presentar la evaluación de la SEP para acreditar el módulo.

Este libro ha sido diseñado para ayudarte a encontrar la información que requieres y facilitarte la gestión de tu aprendizaje.

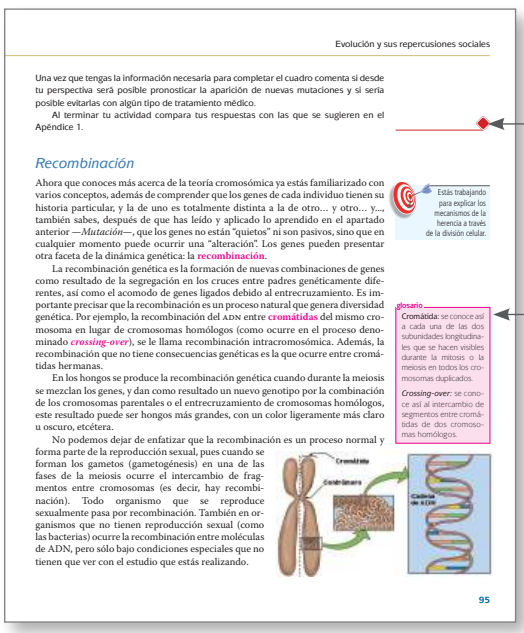
¡Familiarízate con los elementos gráficos que encontrarás!

Conforme avances irás identificando cuáles de estos recursos te resultan más útiles dadas tus capacidades para aprender y tu estilo de aprendizaje. ¡Utilízalos para sacar el mayor provecho de este libro!


U1
REVOLUCIÓN DARWINIANA
Distribución de los organismos
Glosario
Biogeografía: 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.
Otras evidencias de la evolución las aporta la biogeografía. La distribución de los seres vivos en nuestro planeta obedece a un orden lógico, porque cada especie se ubica en zonas específicas; por ejemplo, no es circunstancial encontrar osos polares en el polo norte y pingüinos en el polo sur; canguros en Australia y búfalos en las praderas de América del Norte. Situaciones de este tipo no es posible explicarlas sólo por la capacidad de dispersión de los organismos, ni tampoco por los cambios en las condiciones climáticas y fisiográficas que han transformado la Tierra en el transcurso de su historia, sino que se debe también tomar en cuenta la capacidad de los organismos para adaptarse a las condiciones que imperan en su medio ambiente, lo que se explica por la teoría de la evolución.
La Tierra, al igual que la vida, ha evolucionado y lo sigue haciendo en el tiempo y en el espacio; un ejemplo significativo es el movimiento de los continentes, los cuales se han transformado en el curso de cientos de millones de años, partiendo de una sola acumulación de tierra denominada *Pangea*. Esos movimientos de los continentes se han explicado por las teorías de la Deriva continental, planteada y comprobada por Alfred Wegener (1912), y de Tectónica de placas, postulada en la década de 1970 por diversos investigadores. Ese movimiento de los continentes afectó la biodiversidad de las porciones de tierra, ya que necesariamente hubo cambios climáticos, de tiempo, de lugar; por lo que los organismos fueron evolucionando hasta adaptarse y supervivir en sus nuevos hábitats.
Más información en...
Haz una búsqueda en Internet con las palabras: teoría de la deriva continental y teoría de la tectónica de placas, para que conozcas más sobre éstas.
Homología
Si analizamos la anatomía de grupos de organismos diferentes encontraremos similitudes en sus estructuras o en sus patrones de desarrollo. ¿Sabías que el ala de un murciélago, la aleta de un delfín y nuestra mano están conformados por el mismo número de huesos y con una disposición similar?, pero su forma y tamaño son diferentes. A esta similitud se le conoce como *estructuras homólogas*, cuyos planos de desarrollo son comunes y reflejan un origen común. Las homologías las podemos encontrar en nuestra *información genética*. En el
Glosario
Homología: relación entre dos partes orgánicas diferentes cuando sus determinantes genéticos tienen el mismo origen evolutivo.
Humano
Ave
Ballena
Topo
Murciélago
Caballito
24

Más información en
Recomienda otros recursos para ampliar información sobre un tema.

Alto
Te sugiere dónde detenerte sin dejar un proceso de aprendizaje incompleto.


Evolución y sus repercusiones sociales
Una vez que tengas la información necesaria para completar el cuadro comenta si desde tu perspectiva será posible pronosticar la aparición de nuevas mutaciones y si sería posible evitarlas con algún tipo de tratamiento médico.
Al terminar tu actividad compara tus respuestas con las que se sugieren en el Apéndice 1.
Recombinación
Ahora que conoces más acerca de la teoría cromosómica ya estás familiarizado con varios conceptos, además de comprender que los genes de cada individuo tienen su historia particular, y la de uno es totalmente distinta a la de otro... y otro... y..., también sabes, después de que has leído y aplicado lo aprendido en el apartado anterior —*Mutación*—, que los genes no están "quietos" ni son pasivos, sino que en cualquier momento puede ocurrir una "alteración". Los genes pueden presentar otra faceta de la dinámica genética: la recombinación.
Estás trabajando para explicar los mecanismos de la herencia a través de la división celular.
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 importante precisar que la recombinación es un proceso natural que genera diversidad genética. Por ejemplo, la recombinación del ADN entre cromátidas del mismo cromosoma en lugar de cromosomas homólogos (como ocurre en el proceso denominado *crossing-over*), se le llama recombinación intracromosómica. Además, la recombinación que no tiene consecuencias genéticas es la que ocurre entre cromátidas hermanas.
Glosario
Cromátida: se conoce así a cada una de las dos subunidades longitudinales que se hacen visibles durante la mitosis o la meiosis en todos los cromosomas duplicados.
Crossing-over: se conoce así al intercambio de segmentos entre cromátidas de dos cromosomas homólogos.
En los hongos se produce la recombinación genética cuando durante la meiosis se mezclan los genes, y dan como resultado un nuevo genotipo por la combinación de los cromosomas parentales o el entrecruzamiento de cromosomas homólogos, este resultado puede ser hongos más grandes, con un color ligeramente más claro u oscuro, etcétera.
No podemos dejar de enfatizar que la recombinación es un proceso normal y forma parte de la reproducción sexual, pues cuando se forman los gametos (gametogénesis) en una de las fases de la meiosis ocurre el intercambio de fragmentos entre cromosomas (es decir, hay recombinación). Todo organismo que se reproduce sexualmente pasa por recombinación. También en organismos que no tienen reproducción sexual (como las bacterias) ocurre la recombinación entre moléculas de ADN, pero sólo bajo condiciones especiales que no tienen que ver con el estudio que estás realizando.
Cromátida
Centrómero
Cadena de ADN
95

Glosario
Destaca aquellos términos que pueden ser difíciles de comprender. En el margen encontrarás la definición correspondiente. ¡No avances si no entiendes algún término! Es uno de los atributos de un buen lector.

EVOLUCION_SEP.indb 11 28/11/12 17:15

Tu plan de trabajo

El propósito del módulo *Evolución y sus repercusiones sociales* es que puedas analizar la diversidad y la herencia biológicas 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 provocan en la actualidad.

Evolución y sus repercusiones sociales se ubica en el Nivel 4: *Relaciones y Cambios,* que se concentra en el establecimiento de relaciones entre sujetos, objetos y conceptos, con la finalidad de analizar y explicar cambios que se presentan en el mundo natural y en el ámbito social, por ello en este nivel se aborda el ámbito de las ideas y la forma de organizarlas para generar argumentos, se estudian los fenómenos naturales y procesos sociales y los principios que los rigen, y la ciencia y su aplicación a través de la tecnología.

El módulo *Evolución y sus repercusiones sociales* integra y articula saberes de las Ciencias experimentales y las Humanidades y Ciencias sociales, con base en la premisa de que los procesos de orden natural y social se desarrollan de manera intrincada, pero inteligible a partir de un estudio desde diversos ángulos. No solo se influyen mutuamente, sino que se desarrollan de manera conjunta y entrelazada, y responden tanto a su abordaje científico como al funcionamiento social. Con dichos saberes se desarrollan los elementos conceptuales, procedimentales y actitudinales de manera complementaria para el logro del propósito del módulo.

Se parte de la comprensión científica de la diversidad biológica, mediante el estudio de las teorías de la evolución y se analiza su interacción con las formas de pensar (paradigmas) sobre el origen y cambios de las especies a través del tiempo. Se busca que puedas analizar el contexto histórico en el cual se originó la teoría darwiniana, e identifiques las implicaciones científicas y político - sociales derivadas de la postulación de la misma. Conocerás cómo el trabajo de Darwin se ve influido por el contexto histórico de los siglos XVIII y XIX, y a su vez, cómo la presentación de la obra de Darwin en 1859 vino a sacudir el sistema de creencias que en ese momento prevalecía.

Un fundamento de esta teoría es la hipótesis que explica los cambios a través del tiempo como el resultado de la selección natural actuando sobre la genética, que tiene como resultado la reproducción diferencial de los individuos con características que les beneficien en la lucha por la existencia, con una visión materialista donde el ser humano deja de ocupar un lugar privilegiado en el mundo de los seres vivos, lo cual impactó en las ideas teológicas sobre el origen del hombre.

La importancia de este módulo radica en que comprenderás la interrelación de la ciencia y la tecnología con los procesos biológicos y sociales, y la manera en que los avances científicos y tecnológicos han permitido comprender y transformar nuestro entorno. Se han logrado beneficios en áreas como la alimentaria y la salud de forma inmediata, pero en algunos casos, se ha perjudicado a largo plazo el ambiente e indirectamente la salud, lo cual nos obliga a reflexionar sobre la aplicación de esos avances sin una normatividad ética.

EVOLUCION_SEP.indb 12 28/11/12 17:15

El módulo *Evolución y sus repercusiones sociales* está constituido por tres grandes etapas, que pretenden reconstruir y entender el proceso de evolución y su repercusión en la sociedad en diferentes épocas. Cada etapa constituye una unidad y cubre un conjunto de conceptos subsidiarios:

- La primera etapa se orienta a los inicios de la revolución darwiniana, que se puede entender al abordar las diferentes teorías de la evolución de manera cronológica, con todos los saberes que cada una implica. También se puede evaluar la repercusión de dichas teorías en la sociedad, mediante el análisis del desarrollo social y científico de los siglos XIX y XX.
- En la segunda etapa se estudia la biodiversidad y se analizan las políticas eugenésicas y raciales de Galton, así como los conceptos mendelianos que le dan mayor sustento a la Teoría de la evolución, y a la vez sienta las bases de la genética.
- La tercera etapa, presenta las repercusiones de la Genética en la actualidad, cubre los avances biotecnológicos que pueden entenderse a partir de la aparición de dicha ciencia, los cuales dan pauta para estudiar el impacto en la salud humana y sus instituciones, la influencia en el proceso de evolución al alterar las tasas evolutivas de otras especies, las implicaciones éticas y cómo estos avances biotecnológicos pueden o no llegar a ser distribuidos equitativamente en la sociedad.

Conforme avances en el estudio de este módulo desarrollarás las competencias que se requieren para acreditarlo. Encontrarás una serie de apoyos o recursos para completar tu aprendizaje de forma independiente, pon atención en ellos y aprovéchalos al máximo.

Algunos de estos apoyos son las diversas cápsulas que te dan la posibilidad de consultar información adicional, enterarte de un dato curioso o ampliar la explicación sobre un tema o concepto, no las pases por alto y considéralas como parte importante en tu estudio.

Este módulo tiene una duración de 65 horas, con un tiempo de estudio estimado para cada unidad como se muestra a continuación:

Unidad	Tiempo de estudio
Revolución darwiniana	16 horas
Biodiversidad	30 horas
Repercusiones de la Genética	19 horas

Si estudias 10 horas por semana acabarás el módulo en 7 semanas. Si tu ritmo de trabajo es diferente, te sugerimos elabores tu propio cronograma y dispongas tú el tiempo de estudio de cada unidad. Ahora, ¡es tiempo de iniciar!

EVOLUCION_SEP.indb 13 28/11/12 17:15

¿Con qué saberes cuento?

Con la finalidad de que puedas valorar tu nivel de desempeño respecto a los saberes que posees y que son necesarios para iniciar el estudio de este módulo, contesta la siguiente evaluación diagnóstica.

I. Lee las indicaciones de los siguientes incisos y responde según lo que se solicita. Al contesta toma en cuenta lo que sabes.

1. Explica qué es un proceso histórico.

2. Lee el siguiente texto y responde a las preguntas que están a continuación.

México avanza hacia equidad de género educativa: UNESCO

Sábado 18 de septiembre de 2010
El Universal

México será una de las pocas naciones de América Latina que podrían alcanzar la equidad de género en la educación media superior para el año 2015, anticipó la Organización de las Naciones Unidas para la Educación, la Ciencia y la Cultura (UNESCO).

En un informe sobre el avance en los Objetivos de Desarrollo del Milenio dado a conocer este viernes por la Oficina de la ONU en México, el Instituto de Estadística de la UNESCO señaló que la equidad de género en la educación sigue siendo un reto en el mundo.

Según la organización, dos de cada tres países afrontan serias desigualdades en el acceso a la educación primaria y secundaria en cuanto a los niños y las niñas, por lo que más de la mitad de las naciones no cumplirán con el objetivo de garantizar la educación primaria a toda su población en 2015.

Conforme a las proyecciones de las tendencias que se observan actualmente en el mundo, incluyendo los países de América Latina, sólo 85 naciones serán capaces de garantizar paridad de género en la educación primaria para 2015, destacó la UNESCO.

De hecho, según las estadísticas disponibles, en todo el mundo las niñas mantienen desventaja en el acceso a la primaria, si bien, cuando pueden alcanzar la secundaria suelen tener más éxito en completar sus estudios en comparación con los hombres.

En relación con América Latina, planteó que México es una de las pocas naciones que alcanzarán la paridad de género en educación media superior en el año 2015.

La UNESCO adelantó que, de América Latina, también se encuentran en la misma situación Chile, Colombia y Guatemala. (Notimex)

http://www.eluniversal.com.mx/nacion/180555.html

a. ¿En qué se basa la UNESCO para conocer las tendencias de acceso a la educación en el mundo?

EVOLUCION_SEP.indb 14 28/11/12 17:15

b. ¿Cuál es el número de países de América Latina que están en proceso de alcanzar la paridad de género en la educación media superior?

c. ¿Qué entiendes por paridad de género en la educación en México?

d. ¿Crees que México podrá cumplir con los compromisos para alcanzar la paridad de género en el nivel medio superior en el 2015?

e. ¿Conoces las políticas en educación que ha establecido México en los dos últimos sexenios? Explica cuáles son.

3. Lee el siguiente texto y contesta lo que se pregunta más abajo.

> La resonancia magnética nuclear es una técnica de diagnóstico que utiliza un campo magnético que explora los tejidos del organismo; según las moléculas que componen cada tejido se verá una imagen específica del mismo. Esta imagen la procesará un equipo de cómputo que permite apreciar el tipo de tejido que esté en el órgano que se estudia, por ejemplo puede haber sangre, tumores, tejido normal, entre otros.
>
> Esta técnica de diagnóstico es muy empleada en la actualidad para establecer el tratamiento más adecuado a cada paciente.

¿Qué tipo de avance es la resonancia magnética nuclear?

a) científico
b) tecnológico
c) social
d) político

4. ¿Qué ciencia se encarga de producir alimentos transgénicos?

EVOLUCION_SEP.indb 15 28/11/12 17:15

5. Explica que es una etnia y cuál es su relación con el medio ambiente.

6. El deterioro del medio ambiente ha creado modificaciones en los climas del mundo, ¿qué propondrías tú para mejorar las condiciones del medio ambiente? Explícalas.

7. Explica qué entiendes por sociedad.

8. ¿Qué tipo de organizador gráfico emplearías para presentar los resultados de una encuesta?

9. ¿Qué tipo de texto debes utilizar para expresar tu opinión, por escrito, sobre un tema determinado?

10. ¿Qué entiendes por autogestión?

Al finalizar tu evaluación revisa tus respuestas en el Apéndice 1

Es momento de hacer una breve reflexión sobre tu aprendizaje, por lo que te proponemos que lo evalúes, para esto te presentamos la siguiente rúbrica. Marca en la casilla que mejor describa los saberes y habilidades que has desarrollado en la que: 3 significa que has comprendido y realizado lo que se indica *Muy bien*, 2 *Suficiente, 1 No suficiente.* La columna *Debo hacer…* te ayudará a reflexionar en los aspectos que debes reforzar para lograr las metas propuestas al inicio del Módulo, ahí anotarás las estrategias que utilizarás para mejorar las áreas en las que aun no estás listo.

EVOLUCION_SEP.indb 16 28/11/12 17:15

Marca con una ✓ el nivel que consideres has alcanzado en tu preparación.

	3	2	1	Debo hacer…
Comprendo y analizo las diferentes etapas y procesos históricos por las que ha pasado la sociedad.				
Comprendo la información de un texto y obtengo conclusiones.				
Analizo el desarrollo científico y tecnológico.				
Explico los grupos étnicos y su relación con el medio ambiente.				
Represento números reales.				
Produzco textos.				
Puntaje total				

Si tu puntuación es de 16 a 18 en total, tus resultados en la evaluación diagnóstica son muy buenos, si obtienes de 12 a 15 puntos es suficiente. Si obtienes 11 o menos puntos, es necesario que refuerces tus conocimientos anteriores.

EVOLUCION_SEP.indb 17 28/11/12 17:15

EVOLUCION_SEP.indb 18 28/11/12 17:15

UNIDAD

1

Revolución Darwiniana

¿Qué voy a aprender y cómo?

En esta unidad conocerás y analizarás las teorías de la evolución de la humanidad, identificando la información que 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 que la teoría evolutiva de Darwin influyó en el concepto de ciencia y en los procesos históricos descritos por Marx, así como en el pensamiento teológico.

Finalmente, podrás analizar las consecuencias de la teoría evolutiva en el pensamiento teológico de los siglos XIX y XX.

¿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 y sus efectos en las concepciones sociales y científicas de los siglos xviii hasta el xx, es necesario que conozcas las teorías de la evolución desde sus 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.

¿Cómo organizaré mi estudio?

Para que puedas concluir el estudio de esta unidad en el tiempo estimado, te sugerimos que lleves a cabo el estudio de los temas que integran la unidad de la siguiente forma:

Unidad 1	Semana 1	Semana 2	Semana 3
Revolución darwiniana	Teorías de la evolución Antecedentes Lamarck Malthus y su ensayo sobre el principio de la población	Darwin-Wallace Teoría sintética	Desarrollo científico
	5 horas	6 horas	5 horas

Para organizar tu trabajo considera que:

- Requieres un estimado de 16 horas en total para esta unidad.
- Es recomendable que estudies en sesiones de 1 hora como mínimo para que puedas completar procesos y actividades.
- Para el estudio de la unidad utilizarás un cuaderno u hojas blancas y un folder para guardar tus trabajos ya que deberás revisar las respuestas a las actividades propuestas para que las uses para concluir la actividad de la unidad.
- Necesitarás consultar información en Internet, ya sea en tu casa, con un amigo o en un café Internet, también puedes acudir a los módulos instalados en lugares públicos, como bibliotecas públicas o estaciones de transporte colectivo en algunas ciudades.
- Podrás solicitar asesoría en los Centros de Servicio de Preparatoria Abierta cuando lo creas necesario.

¿Cuáles serán los resultados de mi trabajo?

Al finalizar el estudio de esta unidad tu podrás:

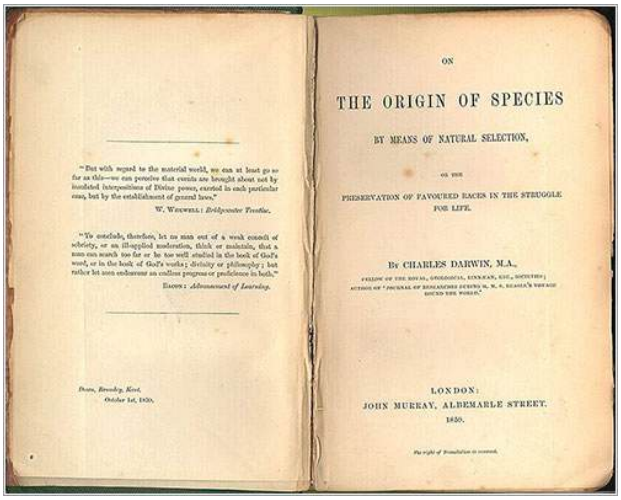
- Comparar los principios de las diferentes teorías de la evolución abordadas en la unidad.
- Explicar el proceso de la evolución según la teoría de Darwin-Wallace y resaltarás los puntos principales que lo sustentan.
- Explicar las características de cambio en la evolución de una especie.
- Reconocer la biodiversidad como producto de la evolución.

EVOLUCION_SEP.indb 20 28/11/12 17:15

- Describir el concepto y la posición del hombre en las teorías empiristas, racionalistas y evolucionistas.
- Argumentar la influencia de la teoría evolutiva de Darwin en las ideas científicas, así como la explicación marxista de los procesos históricos y en el pensamiento teológico.

INICIO

En la actualidad escuchar o hablar acerca de la evolución del ser humano es normal para cualquier persona. Pero hace 153 años, justo cuando Darwin tenía 59 años de edad y publicó *El origen de las especies*... decir que la Tierra, las especies animales que la habitaban y el propio ser humano tenían tras de sí una historia evolutiva, despertaba suspicacias y escepticismos que podían derivar en bromas o en enfrentamientos. Y es que los conocimientos acerca de la evolución se han desarrollado tanto que sus argumentos, hoy, nos parecen aceptables y definitivos. Sin embargo, la polémica de la evolución aún persiste, aunque no como en el siglo XIX, o durante La Ilustración que trata de explicar la evolución humana, así como la evolución del tamaño del cerebro, y cómo evolucionó su pensamiento. Sabemos que Darwin afirma que el ser humano es el resultado de la evolución de los primates. ¿Consideras creíble que el ser humano haya evolucionado a partir de un ancestro que estaba emparentado con los simios? De acuerdo a las evidencias científicas esto es cierto, pero... ¿tú qué opinas?, ¿podrías plantear alguna otra teoría sobre el origen del ser humano?


ON

THE ORIGIN OF SPECIES

BY MEANS OF NATURAL SELECTION,

OR THE

PRESERVATION OF FAVOURED RACES IN THE STRUGGLE FOR LIFE.

By CHARLES DARWIN, M.A.,

LONDON:
JOHN MURRAY, ALBEMARLE STREET.
1859.

Un ejemplar de la primera edición de *El origen de las especies*.

Escribe en las líneas a continuación tus primeras reflexiones al respecto, porque las preguntas que acabamos de hacer nos permitirán trabajar el tema de la Unidad; al final podrás comparar tus respuestas iniciales con las respuestas que vayas desarrollando y valorar tu acercamiento a los conocimientos científicos.

EVOLUCION_SEP.indb 21 28/11/12 17:15

Estás trabajando para comparar los principios de las diferentes teorías de la evolución abordadas en la unidad

Teorías de la evolución

Antecedentes

¿Has notado la similitud que hay entre los lobos y los perros callejeros que existen en México?

Uno de los ejemplos más claros que tenemos de esta similitud la podemos apreciar entre el lobo mexicano con los perros llamados criollos.

El lobo mexicano, especie que está en peligro de extinción, tiene su hábitat en el desierto de Sonora, Chihuahua, Texas, sur de Nuevo México y el Centro de México. Los lobos mexicanos se alimentan de ciervos, venados, borregos cimarrones y otros animales que habitan los bosques, pero cuando su alimento silvestre se redujo, se acercaron a las zonas pobladas atacando al ganado, motivo por el que los habitantes de esas regiones empezaron a exterminarlos.

Si notas las características morfológicas de los perros que hay en la República verás muchas similitudes con el lobo. El perro es una subespecie domesticada del lobo. Los perros son animales carnívoros, pero dada su cercanía con el hombre han dejado de ser cazadores, pues tienen el alimento disponible.

Esto demuestra que algunos lobos han evolucionado en la subespecie doméstica perro y se han ido adaptando a la vida del hombre, sin perder ciertas características de su especie.

Esas adaptaciones se conocen como **evolución**, que 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. (Tomado de: <http://www.wordreference.com/definicion/evoluci%C3%B3n>). Sin embargo, habrá que ser precavidos porque el término puede tener sentidos diferentes, por ejemplo: podemos referirnos a los cambios de un organismo durante su desarrollo o crecimiento; o bien, cuando hablamos de las mejoras tecnológicas de algunos objetos en el tiempo. Cuando el concepto *cambio* lo aplicamos a la **evolución biológica**, es seguro que nos referi-

EVOLUCION_SEP.indb 22 28/11/12 17:15

mos al **código genético**, es decir al biológico (**genotipo**) y al físico (**fenotipo**), y a las características **morfológicas**, incluyendo el comportamiento de las poblaciones entre generaciones en el tiempo. En este sentido los cambios que han experimentan los seres vivos en el tiempo desembocan, como ya se mencionó, en la diversidad de formas de vida que han existido y existen en la Tierra.

glosario

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

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 especia animal o vegetal.

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

DESARROLLO

La evolución es una teoría y es un hecho. Quizá te has preguntado cómo se sabe que la evolución ocurre, y hayas logrado plantear algunas respuestas. Algunas evidencias demuestran la existencia de la evolución. A continuación expondremos algunas de esas evidencias. Después, es muy posible que tú descubras un buen número de manifestaciones actuales de la evolución.

La mayor parte de las pruebas 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 mostrado 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. Por el contrario, en otras **especies** los hallazgos han sido suficientes para conocer la sucesión de formas en el tiempo y han permitido explicar la evolución de esos seres orgánicos.

Fósil de una especie extinta de primate que vivió en Europa hace unos 47 millones de años. Fue encontrado en 1983 en el sitio fosilífero de Messel, a unos kilómetros al sureste de Fráncfort, Alemania.

glosario

Fósil: resto o evidencia de organismos del pasado.

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

Especie: grupo de organismos capaces de entrecruzarse y producir descendencia fértil. Es un grupo de poblaciones naturales cuyos miembros pueden cruzarse entre sí.

EVOLUCION_SEP.indb 23 28/11/12 17:15

Distribución de los organismos

glosario

Biogeografía: 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.

Otras evidencias de la evolución las aporta la **biogeografía**. La distribución de los seres vivos en nuestro planeta obedece a un orden lógico, porque cada especie se ubica en zonas específicas; por ejemplo, no es circunstancial encontrar osos polares en el polo norte y pingüinos en el polo sur; canguros en Australia y búfalos en las praderas de América del Norte. Situaciones de este tipo no es posible explicarlas sólo por la capacidad de dispersión de los organismos, ni tampoco por los cambios en las condiciones climáticas y fisiográficas que han transformado la Tierra en el transcurso de su historia, sino que se debe también tomar en cuenta la capacidad de los organismos para adaptarse a las condiciones que imperan en su medio ambiente, lo que se explica por la teoría de la evolución.

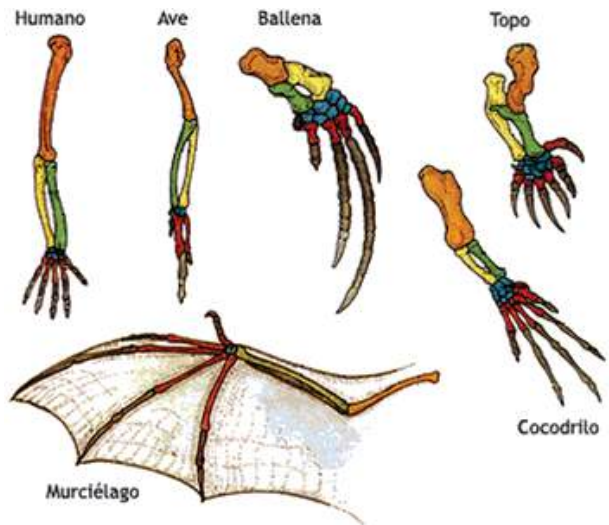
La Tierra, al igual que la vida, ha evolucionado y lo sigue haciendo en el tiempo y en el espacio; un ejemplo significativo es el movimiento de los continentes, los cuales se han transformado en el curso de cientos de millones de años, partiendo de una sola acumulación de tierra denominada *Pangea*. Esos movimientos de los continentes se han explicado por las teorías de la **Deriva continental**, planteada y comprobada por Alfred Wegener (1912), y de **Tectónica de placas**, postulada en la década de 1970 por diversos investigadores. Ese movimiento de los continentes afectó la biodiversidad de las porciones de tierra, ya que necesariamente hubo cambios climáticos, de tiempo, de lugar; por lo que los organismos fueron evolucionando hasta adaptarse y supervivir en sus nuevos hábitats.

Más información en...

Haz una búsqueda en Internet con las palabras: teoría de la deriva continental y teoría de la tectónica de placas, para que conozcas más sobre éstas.

Homología

Si analizamos la anatomía de grupos de organismos diferentes encontraremos similitudes en sus estructuras o en sus patrones de desarrollo. ¿Sabías que el ala de un murciélago, la aleta de un delfín y nuestra mano están conformados por el mismo número de huesos y con una disposición similar?, pero su forma y tamaño son diferentes. A esta similitud se le conoce como *estructuras homólogas*, cuyos planos de desarrollo son comunes y reflejan un origen común. Las **homologías** las podemos encontrar en nuestra *información genética*. En el



glosario

Homología: relación entre dos partes orgánicas diferentes cuando sus determinantes genéticos tienen el mismo origen evolutivo.

EVOLUCION_SEP.indb 24 28/11/12 17:15

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*** o DNA, (del inglés *deoxyribonucleic acid*) 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. Es un tipo de ácido nucleico, una macromolécula que forma parte de todas las células. Contiene información genética utilizada en el desarrollo y el funcionamiento de los organismos vivos conocidos y de algunos virus, y es responsable de su transmisión hereditaria.

El ***recón*** es el segmento más pequeño del ADN capaz de entrecruzarse o en el que puede ocurrir recombinación. Es la unidad de recombinación genética; el par de nucleótidos individual de una molécula de ADN.

El **ARN** o ***ácido ribonucleico*** o **RNA** (del inglés *ribonucleic acid*) es una molécula que dirige las etapas intermedias de la síntesis proteínica; el ADN no puede actuar solo, y se vale del ARN para transferir esta información vital durante la síntesis de proteínas (producción de las proteínas que necesita la célula para sus actividades y su desarrollo). Algunos tipos de ARN regulan la expresión génica, mientras que otros tienen actividad **catalítica**. El ARN es mucho más "versátil" que el ADN.

La información genética del ADN facilita la síntesis del ARN. El ARN sintetiza las proteínas que se constituyen como los productos de expresión de la información genética (contiene los genes hereditarios). Las proteínas sintetizadas pueden tener una función estructural, es decir, formarán parte de la estructura de la célula (membrana plasmática, envoltura nuclear, etc.), o su función puede ser enzimática por la que las proteínas transforman las reacciones químicas específicas de las células.

Un **virus** (del latín *virus* que significa toxina) es una estructura biológica muy sencilla que se reproduce en una célula huésped. El virus está rodeado por una capa de proteínas que envuelve al ácido nucleico y puede ser de ADN o ARN. El ciclo vital del virus necesita del **metabolismo** de la célula invadida para poder replicar el material genético, lo que produce un gran número de copias del virus original. Así, existen virus de gripe, de sarampión, de varicela, entre otros.

Como ya se explicó, el ácido ribonucleico actúa junto con el ácido desoxirribonucleico para proporcionar a la célula el alimento necesario para que desarrolle sus funciones y se reproduzca, además de trasmitirle ciertas características que la distinguen de otra, es decir le hereda su carácter.

Cuando nace un bebé los padres y la familia de los padres tratan de encontrar el parecido del recién nacido con alguno

glosario

Catalítico: relativo a la catálisis, transformación química producida por sustancias que no se alteran en el transcurso de la reacción.

Metabolismo: Conjunto de reacciones químicas que efectúa las células de los seres vivos constantemente con el fin de sintetizar sustancias complejas a partir de otras más simples, o degradar aquellas para obtener estas.

Más información en...

Recuerda el caso de la gripe producida por el virus AH1N1 en México en el año del 2010; el virus se reprodujo con gran rapidez e incluso presentó mutaciones.

Confirman primer caso de mutación en México de virus AH1N1

El ministro de Salud de México, José Ángel Córdova, dijo que el virus se hizo resistente al tratamiento antiviral y no descartó más casos en el país. Expuso que el caso de una niña de 10 meses de edad, a quien se le confirmó la mutación del virus hace una semana, es el primero de 423 casos en sospecha de mutación.

http://www.edreams.cl/gripe-porcina-ultimas-noticias-influenza-porcina-virus-h1n1-medicamento-tamiflu-oms-mapa-contagio/.

EVOLUCION_SEP.indb 25 28/11/12 17:15

de los progenitores. Si uno de los miembros de la familia de generaciones anteriores tenía los ojos azules es muy probable que el bebé en su ADN tenga el gen que determine el color azul de los ojos.

Podemos decir que la fisiología de individuos de especies distintas es similar a la del ser humano, por eso es posible realizar experimentos sobre el efecto de nuevos medicamentos en especies animales y prever las reacciones que tendrá en la especie humana. Aunque la fisiología del ser humano es distinta a la de ratones, perros o gatos, se asume que responderán de manera similar a aquél.

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. Hay muchas razas de caballos y aunque son muy distintas entre sí (color, pelo, forma, actitudes) todas tienen un origen común, el *Eohippus*.

A la cría del caballo por parte del hombre se conoce como ganadería equina o caballar, y de acuerdo con estudiosos en el tema su domesticación se remonta a unos 3600 años a.C.

Las diversas actividades humanas han ejercido presiones selectivas sobre todo tipo de organismos. En el Mar del 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. Por ejemplo, hace doscientos años los pescadores capturaban con sus redes arenques de más de un metro de longitud. Con el tiempo la eficiencia en la captura decreció debido a que el promedio del tamaño de los peces capturados era menor y una mayor cantidad de ellos escapaba. La respuesta de la industria pesquera consistió en reducir el tamaño de la luz de sus redes, lo que incrementó nuevamente la eficiencia en el esfuerzo de captura. Sin embargo después de unos años la captura decreció nuevamente, por lo que se repitió la estrategia. En la actualidad el tamaño de los arenques adultos capturados es significativamente menor que el que alcanzaban en 1812. Dado que los organismos reproductivos más grandes eran capturados, de cada generación escapaban los peces más pequeños que ya eran reproductivos. Hoy la pesca es cada vez menos rentable y los peces cada vez más pequeños.

EVOLUCION_SEP.indb 26 28/11/12 17:15

Gestión del aprendizaje

Los seres humanos no están exentos de contraer enfermedades y han buscado la forma de curar esos malestares. Esta situación ha propiciado la fabricación de diversos medicamentos, entre estos los antibióticos como la penicilina y sus derivados para combatir enfermedades infecciosas.

Con los antibióticos el ser humano ha logrado reducir la mortalidad ocasionada por bacterias. Sin embargo las bacterias pueden sufrir **mutaciones** que les permiten ser tolerantes o resistentes a esos medicamentos, por lo que ha aumentado la necesidad de diseñar nuevos fármacos más eficaces. La evolución de las bacterias se acelera cada vez que una persona se **automedica** o no completa un tratamiento con antibióticos. Al disminuirse o eliminarse la presión selectiva generada por los antibióticos se favorece que sobrevivan bacterias tolerantes que pueden originar variantes resistentes. Por otra parte, ¿te has percatado cuántas veces te enfermas de gripa y por qué los síntomas de las gripas que te atacan ya no son necesariamente iguales a los que padecías cuando eras niño? Los virus de la gripa mutan y estas mutaciones les permiten evadir al sistema inmunológico y convertirse en amenazas mortales por su **virulencia** hasta originar **pandemias**. Vale la pena mencionar que los virus no pueden ser combatidos con antibióticos, para lo cual se debe consultar al médico.

glosario

Mutación: alteración o cambio en la información genética. Produce un cambio de características que se presenta súbita y espontáneamente, y que se puede transmitir o heredar a la descendencia.

Automedicación: medicación sin consejo médico. Crea diversos problemas si no se tienen suficientes conocimientos, por ejemplo, disminución de la efectividad de los antibióticos, generación de cepas resistentes a éstos, intoxicación, interacción farmacológica.

Virulencia: designa el carácter patogénico y nocivo de un microorganismo, como una bacteria, hongo, protozoo, microalga o virus, o en otras palabras, la capacidad de un microbio de causar enfermedad. Virulencia deriva del latín virulentus que significa "lleno de veneno".

Pandemia: enfermedad infecciosa de los humanos a lo largo de un área geográficamente extensa.

Especies introducidas en nuevos ambientes

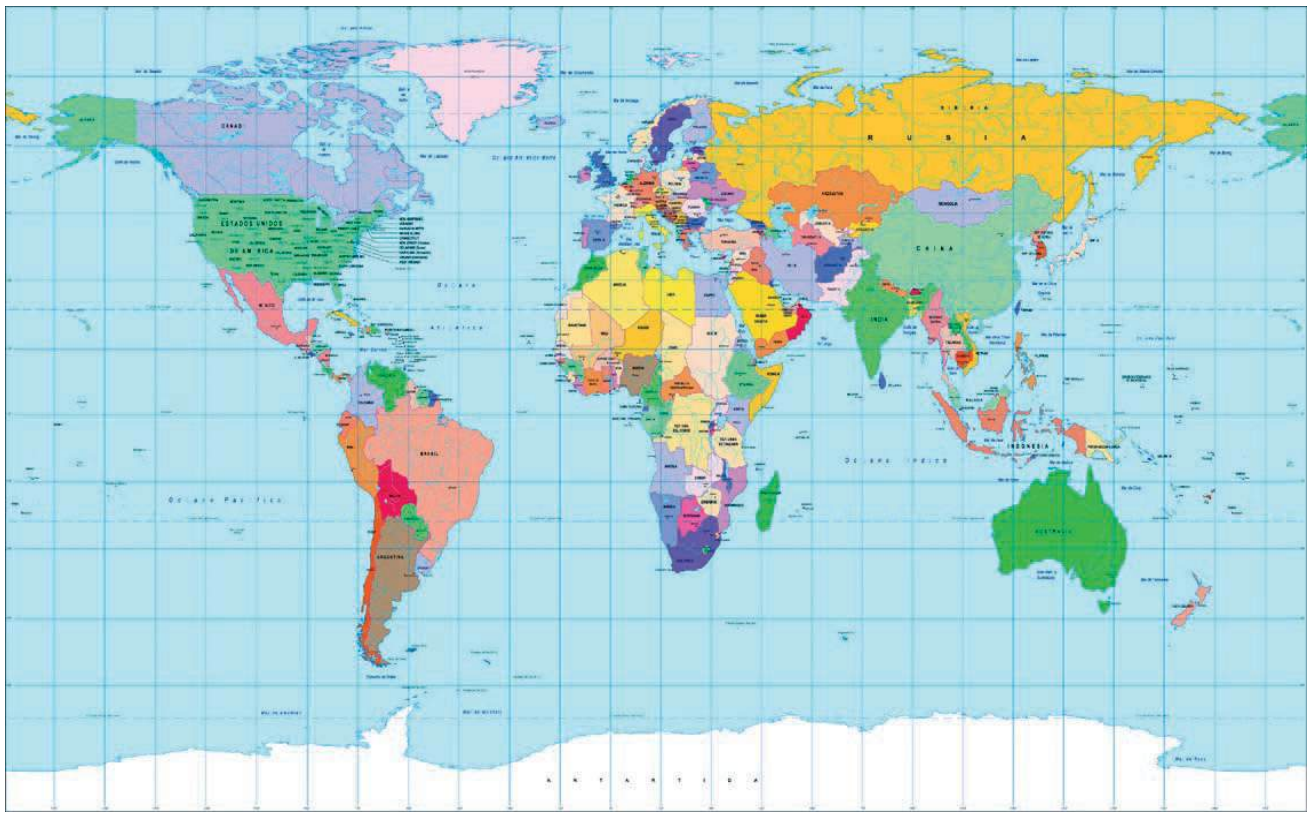
Se sabe que en la época prehispánica en el Continente Americano no existían las ratas como una especie nativa del Continente, pero hoy las vemos en muchos lugares de la República, llegando a constituir una plaga. Con la expansión colonial de las potencias europeas varias especies incrementaron su área de distribución. Las ratas europeas que viajaron en los barcos de los conquistadores se hicieron prácticamente cosmopolitas y en muchos casos, junto con los gatos que las acompañaban, fueron los responsables de la extinción de varias especies de aves que habitaban las islas en las que desembarcaron los expedicionarios y en las que no había depredadores de aves. También se deben mencionar los efectos nocivos que provocó el virus de la viruela en América, contagiada a los pobladores nativos por los primeros europeos que se establecieron en estos territorios, y que diezmaron a la población indígena pues este virus no existía en el Continente.

Las evidencias muestran que la evolución no es algo acabado, sino que continúa. En la historia del desarrollo científico los investigadores han intentado responder a la incógnita de la evolución. Para ello se plantearon hipótesis y teorías, muchas de las cuales fueron olvidadas, pero otras siguen vigentes y hasta son motivo de nuevas investigaciones, tanto teóricas como experimentales, para ampliar sus horizontes.

EVOLUCION_SEP.indb 27 28/11/12 17:15

Responde las siguientes preguntas.

1. Observa el mapamundi y explica la teoría de la Deriva continental y su relación con la evolución, para que compruebes lo que postula esta teoría.



2. Explica con tus palabras qué es la homología en los organismos y da un ejemplo.

EVOLUCION_SEP.indb 28 28/11/12 17:15

3. ¿Cómo definirías tú el proceso de evolución?

4. Desde tu perspectiva, ¿crees que el proceso de evolución ya terminó?

Verifica tus respuestas consultando el Apéndice 1.

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. En este apartado abordaremos el contexto histórico que influyó para que se desarrollara la teoría que transformó a la biología y la visión de la humanidad acerca de la vida. Ésta teoría surge con los primeros trabajos de los filósofos griegos **presocráticos** (Pitágoras [580-495 a.C.] y Parménides [540-470 a.C.], entre otros) de los siglos VII a V a.C., quienes fueron los primeros en ofrecer explicaciones racionales de los fenómenos naturales al rechazar argumentos míticos. Y aunque su obsesión era responder a problemas filosóficos como los orígenes del Universo, de la Tierra, de la vida y del ser humano, no pensaron en los cambios que pudieran presentarse después en su objeto de estudio; es decir, pensaban que los organismos vivos no se transformaban por el proceso de evolución, y como su objeto de estudio eran organismos no tomaron en cuenta esos posibles cambios. Sin embargo en estas explicaciones había aspectos prometedores para el desarrollo del pensamiento evolucionista. La filosofía griega abandonó estas ideas iniciales y comenzó a moverse progresivamente hacia la **metafísica pura** influida por las matemáticas. La obsesión por la geometría llevó a la búsqueda de realidades inmutables. Con ello se desarrolló el **esencialismo**, el cual era incompatible con la idea de variabilidad o cambio. El filósofo griego Platón (427-347 a.C., posterior a Sócrates [470-399 a.C.] y contemporáneo de Aristóteles [384-322 a.C.]) fue el máximo exponente de los argumentos de inamovilidad, que influyeron en los siguientes 2000 años, primero, en las ideas biológicas en general y después en la ciencia de la Biología (alrededor de 1802 con Gottfried Reinhold Treviranus y Jean-Baptiste Lamarck) en particular.

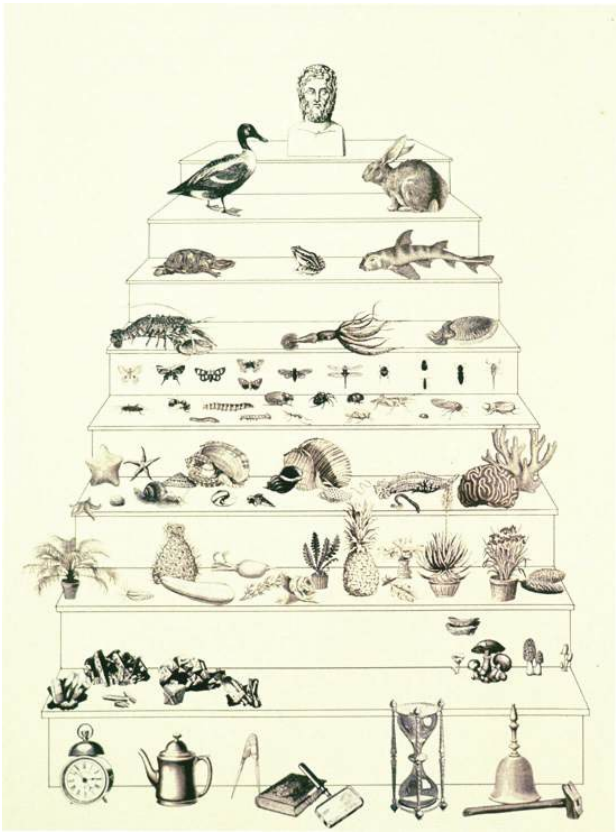
glosario

Presocráticos: filósofos que describieron la Naturaleza por medio de explicaciones materialistas.

Metafísica pura: esta ciencia es parte de la filosofía y estudia al ser en cuanto ser mismo, sus propiedades, principios y causas primeras. Postula que el conocimiento se adquiere porque se conoce la causa real.

Esencialismo: supone uniformidades, las que hacen a las clases naturales. Supone constancia, inalterabilidad, divisiones tajantes entre entidades, lo mismo físicas, biológicas o sociales. Todo esto, por definición, no puede explicar los cambios, la dinámica, las transformaciones del mundo.

EVOLUCION_SEP.indb 29 28/11/12 17:15



Aristóles y la scala naturae.

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, como la inmutabilidad de las especies debido al esencialismo. Sin embargo estableció las bases de la historia natural, lo que permitiría en un futuro muy posterior inferir la existencia de cambios evolutivos.

Una vez extinguido el Imperio Romano el cristianismo prevaleció en el pensamiento de Occidente hasta la Edad Media, época que se caracterizó por un lento desarrollo intelectual, porque fue la visión teológica la que marcó la vida cotidiana y cultural al atribuir el origen del Universo y de todos sus componentes a un creador, lo que obligadamente conducía a la idea de un mundo estático e inmutable de corta duración.

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 desconocidas hasta antes de los viajes de navegantes europeos y, sobre todo, el estudio de los fósiles. Estas circunstancias pusieron en duda los relatos bíblicos de la creación y del diluvio universal. Junto con lo anterior ha de considerarse el descubrimiento de restos de organismos extintos asociados a ciertos **estratos** que planteaba una secuencia temporal y por tanto se empezaba a esbozar que la historia de la vida en la Tierra tenía un origen remoto, que rebasaba el cálculo de la cronología teológica del origen del Universo y del hombre. A continuación revisaremos las aportaciones de diferentes científicos a las teorías evolutivas.

glosario

Estratos: capas de sedimentos que forman una roca. Cada una de las capas superpuestas en yacimientos de fósiles, restos arqueológicos, etc.

Más información en...

Utiliza el buscador de Internet que prefieras y escribe la palabra *estratos*, para que conozcas más sobre el tema.

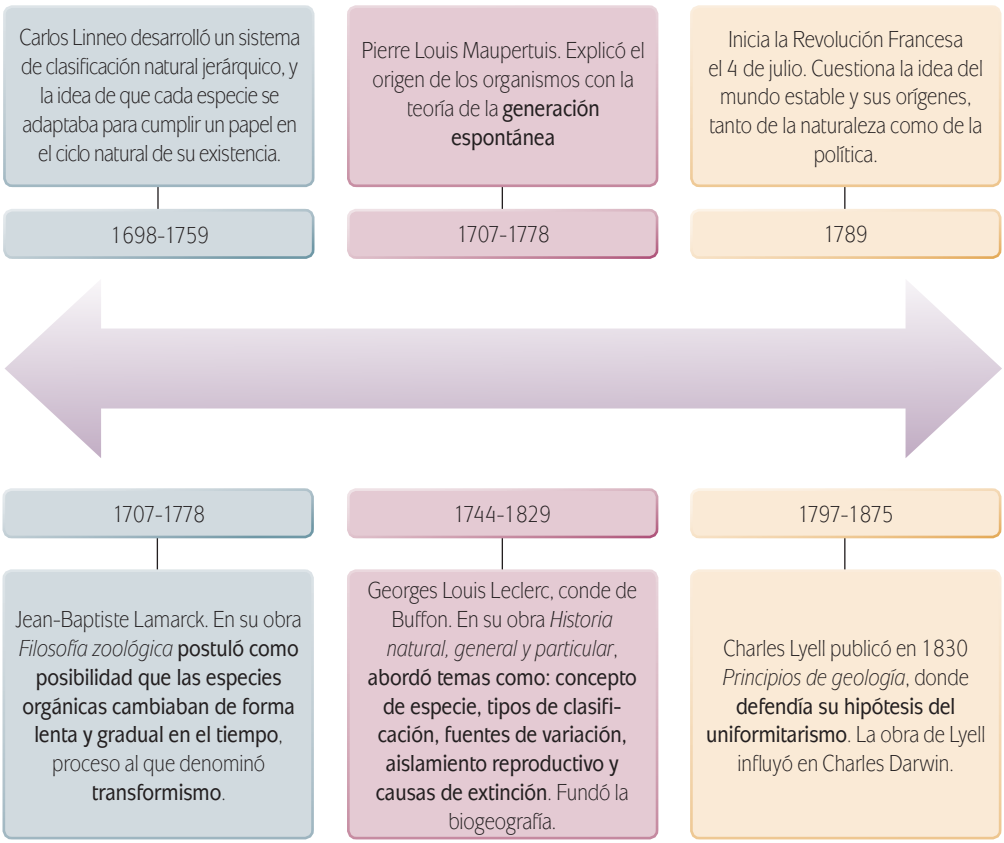
Lamarck

El siglo XVIII fue trascendental para la historia de las teorías evolutivas, porque coincide con un momento de grandes transformaciones sociales que llegan a su clímax con la Revolución Francesa (1789). En las ciencias naturales se empezó a cuestionar la creencia de un mundo estable; algo similar ocurrió en el ámbito de las ideas políticas, porque se comenzó a cuestionar no sólo el origen divino de los

EVOLUCION_SEP.indb 30 28/11/12 17:15

monarcas, sino también su "derecho" hereditario; las monarquías absolutistas tendían a desaparecer.

En ese periodo surgieron ciertas aproximaciones en relación con la teoría evolutiva que se muestran en la siguiente línea de tiempo:



Jean Baptiste Lamarck, biólogo francés. Fue el primero en utilizar el término biología para referirse a las ciencias de la vida.

Vale la pena mencionar que Larmarck en su obra *Filosofía zoológica* postuló como posibilidad que las especies orgánicas cambiaban de forma lenta y gradual en el tiempo, es decir el **transformismo**. Sus teorías son relevantes por los mecanismos que propone para explicar la evolución. Según Lamarck la primera causa de cambios en las especies era la tendencia a un aumento en la complejidad de los seres vivos; la segunda la capacidad que tenían los organismos para responder a cambios en las condiciones ambientales; y la tercera que el uso más frecuente de ciertos órganos conllevaría a un mayor desarrollo o tamaño de los mismos; así, el medioambiente originaría la variación. Esta idea de que la necesidad creaba o modificaba el órgano fue utilizada por Lamarck para explicar las transiciones entre formas.

glosario

Transformismo: noción que se refiere a los cambios graduales que experimentan las características de las especies en el tiempo.

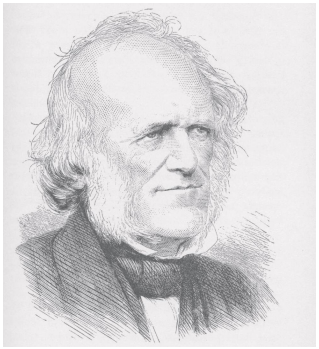
EVOLUCION_SEP.indb 31 28/11/12 17:15

glosario

Ilustración: se refiere específicamente a un movimiento intelectual histórico. La Ilustración tuvo también una expresión estética denominada Neoclasicismo. Desde Francia se extendió por toda Europa y América y renovó especialmente las ciencias, la filosofía, la política y la sociedad.

Catastrofismo: hipótesis que supone que en sus inicios la Tierra se formó súbitamente y de forma catastrófica.

Las ideas revolucionarias de la **Ilustración** fueron continuadas durante el siglo XIX, lo cual favoreció a las teorías evolutivas; en el cuadro sinóptico que aparece en la página 50, se mencionan las características de esta época; en la que quizá la idea decisiva fue la de *progreso social*. En Inglaterra, durante la primera mitad del siglo XIX las ciencias naturales estaban dominadas por la geología, en ese lapso de tiempo los avances en el estudio del registro fósil fue importante. Era el tiempo en que las ideas **catastrofistas** del naturalista francés Georges Cuvier, barón de Cuvier, eran aceptadas en el medio científico.



Sir Charles Lyell, abogado y geólogo británico. Es conocido por ser uno de los fundadores de la geología moderna.

Más información en...

Consulta en Internet la palabra *catastrofismo* para complementar la información

Como has visto, mucho antes que Darwin, famoso por su teoría de la evolución de las especies y de quien hablaremos más adelante, existieron varias teorías más que intentaron explicar el origen de los seres vivos, así como la razón por la cual los organismos tienen determinadas características. El objetivo de esta actividad es que identifiques las teorías preevolucionistas y las implicaciones que tuvieron en la sociedad del siglo XVIII; guíate por el siguiente procedimiento.

glosario

Uniformitarismo: define los procesos naturales que actuaron en el pasado y que son los mismos que actúan en el presente. Su significado metodológico se resume a menudo en la declaración: "El presente es la clave del pasado." El uniformitarismo se opone al catastrofismo, según el cual, los caracteres geológicos actuales se originaron repentinamente en el pasado por procesos geológicos radicalmente distintos a los del presente.

Investiga el significado de los siguientes conceptos y completa el cuadro comparativo con los datos que se indican.

Corriente	Postulados principales	Representante o creador
Creacionismo		
Fijismo		
Transformismo		
Catastrofismo		
Uniformitarismo		

La información de las teorías preevolucionistas con la que completes el cuadro te ayudará a comprender mejor la teoría de la evolución de Darwin.

Compara tus respuestas con las que aparecen en el Apéndice 1.

EVOLUCION_SEP.indb 32 28/11/12 17:15

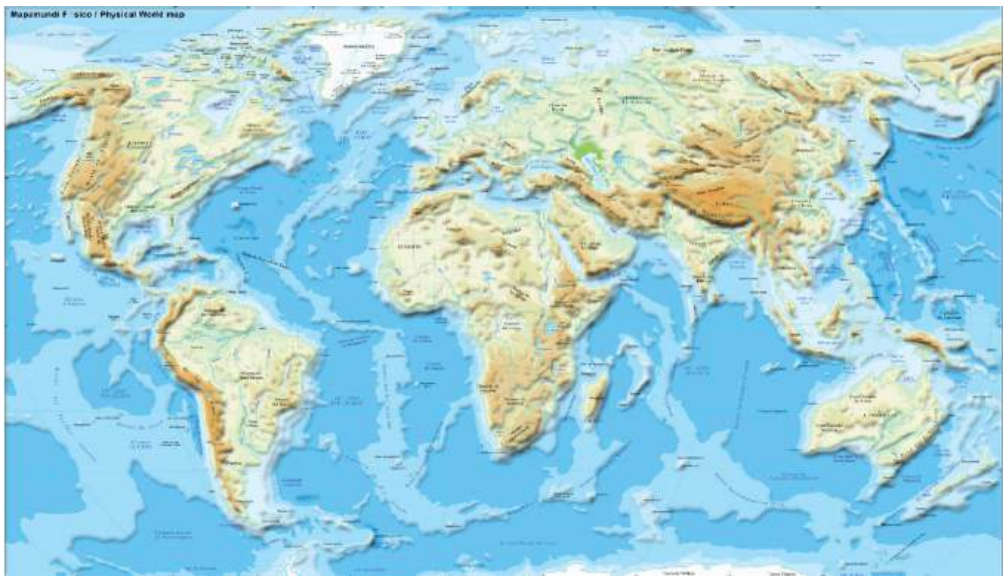
Darwin

Estás trabajando. para explicar el proceso de la evolución según la teoría de Darwin-Wallace y resaltar los puntos principales que lo sustentan.

La inquietudes de Charles Robert Darwin (1809-1882) por conocer el mundo natural y su funcionamiento lo llevaron a dejar la escuela de medicina y luego su preparación para convertirse en pastor anglicano. Él quería observar el mundo, así que aprovechó la invitación que le hiciera su maestro y amigo John Stevens Henslow en 1831 para que lo acompañara en una expedición alrededor del mundo en el barco *HMS Beagle.* Durante los cinco años que duró el viaje Darwin se formó como naturalista y recopiló información suficiente con la que apoyaría su teoría de la evolución. Comparó la flora y la fauna de las islas Cabo Verde y Galápagos y descubrió que las semejanzas entre los organismos que habitaban esas islas eran mínimas, circunstancia extraña si se considera que las primeras islas se encuentran cercanas a las costas de África y las segundas a las de Ecuador.

El afán de observación de las especies lo hizo fijarse en los pinzones que habitan en el archipiélago de las Galápagos y descubrió que eran diferentes en cada isla. 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.

Darwin estaba de acuerdo con la idea de Lyell de que el cambio geológico había sido uniforme y la hizo extensiva a los seres vivos. Lo que significaba que a partir



Las costas de África y de Ecuador

El joven Darwin, tuvo influencia del geólogo Adam Sedgwick y el naturalista John Henslow en el desarrollo de los conceptos básicos que darían lugar a su teoría de la evolución.

HMS Beagle. Barco de la Marina Real Británica, fue el primer barco en navegar bajo el nuevo Puente de Londres.

EVOLUCION_SEP.indb 33 28/11/12 17:15

de los cambios geológicos los organismos serían reemplazados por otros. Desde esta perspectiva las formas habrían surgido de otras que las precedieron en el tiempo, lo que Darwin denominó "la descendencia con modificaciones". Los diagramas que realizó en su bitácora, en los que esquematizó un árbol con ramificaciones

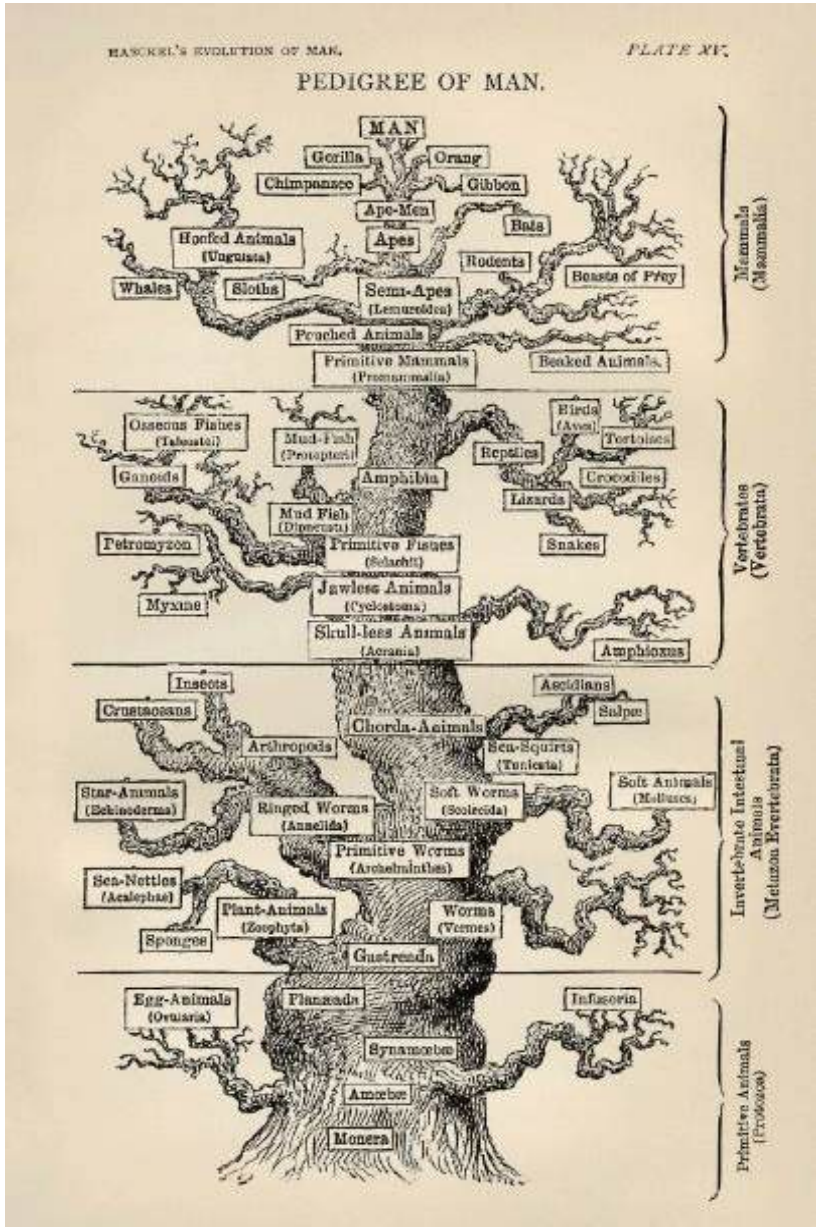


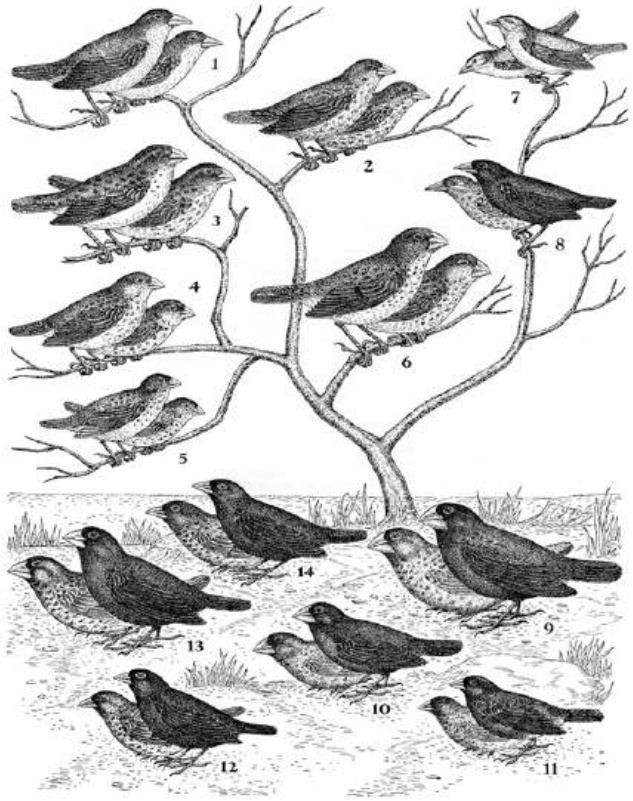
Diagrama de los árboles esquematizados por Darwin

EVOLUCION_SEP.indb 34 28/11/12 17:15

irregulares en el que cada especie estaba representada como una rama que converge en un mismo origen, sugiere la hipótesis del ancestro común.

A pesar de la gran cantidad de evidencias para sustentar su teoría, no se decidía a publicar su obra porque le faltaban preguntas por responder: ¿Cuáles eran los mecanismos por los que ocurrían los cambios en las especies? ¿Cómo evolucionan?

Al principio Darwin justificó sus argumentos a partir de las evidencias generadas por los criadores de plantas y animales. Los seres humanos han domesticado, criado y modificado diferentes razas de plantas y animales en función de sus necesidades o caprichos. De manera inconsciente o consciente el hombre ha favorecido la cruza de los organismos que tienen las características que se desean: animales más grandes, de los que se obtiene más carne o leche, o plantas con frutos más grandes y jugosos. Sin embargo en la naturaleza no existe un criador que seleccione esas características. En este caso la competencia por recursos podría explicar la "selección" de ciertos atributos.



Los pinzones de Darwin

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 también era un gran lector, y en 1838 cayó en sus manos el libro de Thomas Robert Malthus, *Ensayo sobre el principio de la población,* en el que argumenta que si la humanidad mantenía su tendencia de crecimiento poblacional la cantidad de personas se duplicaría cada 25 años, provocando escasez de recursos que derivaría en hambre y pobreza. Este argumento llevó a Charles Darwin a comprender la importancia de la competencia entre los organismos de la misma especie, por lo que consideró que las diferencias entre ellos (como en la 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.

La paloma es una de las aves que se ha adaptado al entorno urbano; sin embargo, su reproducción se ha convertido en un problema en algunas ciudades, pues su excreción está deteriorando las estructuras qrquitectónicoas.

Hasta ese momento los argumentos de Darwin parecían estar completos; sin embargo pasaron más de 20 años para la publicación de su investigación. En 1844 Darwin escribió un tratado sobre la selección natural que nunca publicó.

EVOLUCION_SEP.indb 35 28/11/12 17:16

Realiza en tu cuaderno un mapa conceptual en donde expliques el proceso de evolución de acuerdo a la Teoría de Darwin. Incluye en él todos los elementos que te permitan mostrar tu comprensión del tema. Si necesitas recordar cómo se elabora un mapa conceptual y qué elementos debe contener, recurre al libro del módulo *De la información al conocimiento*, en la página 73 encontrarás toda la información al respecto, y también en la página del ILCE (Instituto Latinoamericano de la Comunicación Educativa podrás encontrar la información: <http://redescolar.ilce.edu.mx/redescolar/biblioteca/articulos/pdf/mapas_conceptuales.pdf>)

Estás trabajando para explicar las características de cambio en la evolución de una especie.

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*.

Esta teoría tiene dos postulados.

- Postulado 1. La población cuando se ve limitada aumenta en progresión geométrica (1, 2, 4, 8, 16, 32…) en periodos anuales de tal forma que se duplica cada 25 años.
- Postulado 2. Los alimentos en circunstancias favorables sólo aumentan en progresión matemática (1, 2, 3, 4, 5, 6…).

Thomas Robert Malthus, es considerado uno de los primeros demógrafos. Realizó grandes aportaciones en la economía política y la demografía.

Basado en estos cálculos Malthus afirmó que a menos de que se tomaran medidas drásticas llegaría el momento en que los alimentos no alcanzarían para todos.

Sugirió que para frenar este crecimiento desproporcionado entre población y alimentos no se procreara más y que los matrimonios se celebraran a edad mayor, evitando las relaciones sexuales previas al mismo.

El resultado de esta teoría sería la lucha entre la población y la oferta de alimentos, además que la economía sólo permitiría adquirir los alimentos necesarios para nutrirse.

No estaba de acuerdo con la política de estado que brindaba apoyo a los más necesitados porque, según él, lo único que se lograría sería que en este sector social aumentara la población.

El tiempo ha comprobado que la teoría de Malthus era errónea porque tenía errores metodológicos; la conclusión sobre el aumento de la población se basó en la intuición del autor y los datos estadísticos que utilizó tenían escaso respaldo empírico. Además su moralidad lo hizo perder de vista que ya existían técnicas de control de la natalidad, aunque muy limitadas, y subestimó los avances tecnológicos en la agricultura.

EVOLUCION_SEP.indb 36 28/11/12 17:16

Responde las preguntas

1. ¿Crees que la teoría de Malthus era aplicable a los microorganismos también? Explica tu respuesta.

2. ¿Qué opinas de la propuesta de Malthus sobre el matrimonio y las relaciones sexuales prematrimoniales como medida para el control del crecimiento poblacional?

Darwin-Wallace

Estás trabajando para explicar las características de cambio en la evolución de una especie.

A la par que Darwin concebía su teoría un naturalista británico, Alfred Russell Wallace, padre de la biogeografía, publicó su trabajo *Sobre la tendencia de las variedades a diferenciarse del tipo original*, basado en sus investigaciones en América del Sur y el archipiélago Malayo, donde exponía de manera independiente a Darwin su idea de la selección natural como mecanismo de cambio evolutivo.

Los resultados de las investigaciones de los dos naturalistas (Darwin y Wallace) tienen ciertas coincidencias; a pesar de que mantenían comunicación nunca trabajaron juntos. Esto resulta interesante porque si bien toda persona puede llegar en algún momento a plantearse incógnitas acerca del origen y evolución de las especies que habitan y habitaron la Tierra, no todas tienen las posibilidades de elaborar y fundamentar hipótesis desde una perspectiva científica. Ese fue el caso de Darwin y Wallace, quienes lograron concretar sus especulaciones, primero en hipótesis y posteriormente en teorías. El siguiente fragmento te mostrará la citada coincidencia:

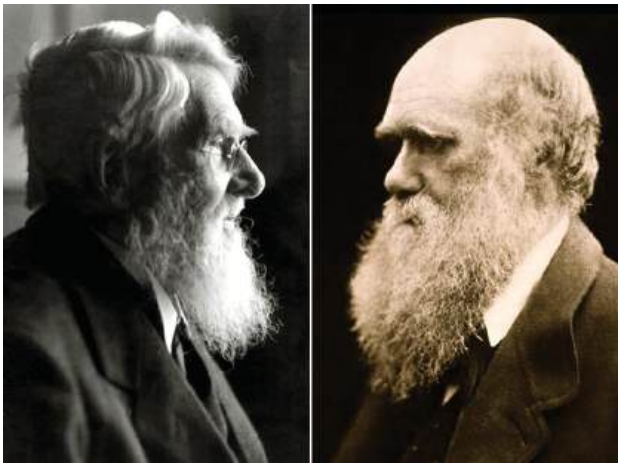
> A pesar de admitir una pluralidad de mecanismos como motor de la evolución, para Darwin había una continuidad evolutiva entre todas las especies, incluida la humana. Sin embargo, Darwin defendió que las facultades superiores humanas fueran el resultado de la selección natural, lo que desarrolló en su libro ***El origen del hombre…***. Puede decirse que Wallace era más estricto que Darwin en la defensa del mecanismo de la selección natural. Su panseleccionismo le llevaba a considerar a las variaciones alea-
>
> (*Continúa...*)

EVOLUCION_SEP.indb 37 28/11/12 17:16

(*Continuación...*)

aleatorias y a la selección natural como la única fuerza de la evolución biológica. No obstante, Wallace admitía el influjo de otra fuerza distinta, de carácter "espiritual", cuando se trataba de explicar el origen de la vida, la emergencia de la conciencia propia de los animales y, principalmente, las facultades superiores humanas como, por ejemplo, su capacidad para hacer matemáticas o sus habilidades artísticas. Para Wallace el mundo de la materia estaba claramente subordinado a ese otro mundo del espíritu en el que no encajaba como explicación la selección natural. Wallace era más estricto en la defensa de la selección natural en la evolución orgánica que Darwin, y también más neto en su defensa de un ámbito "espiritual" para el que la selección natural no era una explicación [Sarkar 2007: 31-32].

Adaptado de: http://www.unav.es/cryf/teoriaevolucion.html#toc1 [Consulta: 08/06/2012].



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

La coincidencia no se explica sólo por la persistencia investigativa, el talento y el genio creativo de dos individuos, sino que para comprenderla mejor hemos de considerar las circunstancias (sociales y culturales en general) en las que vivían y desarrollaban su actividad Darwin y Wallace. Para el caso específico de la teoría de la evolución la coincidencia en las conclusiones de ambos naturalistas estriba no sólo en el cúmulo de conocimientos de cada uno de ellos, sino también en sus capacidades analítica, de sistematización y creativa, así como en el avance científico de su época, es decir, en el "estado" de la ciencia en ese tiempo.

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.
   En una familia en la que los progenitores tienen el cabello lacio, sus descendientes heredaran esta característica durante varias generaciones. Lo mismo sucederá con el color de ojos, o la complexión corporal.
2) En el proceso de la herencia ocurren variaciones espontáneas que son por azar o ciegas.
   En el cultivo de una especie de rosas rojas se podría encontrar un rosal que produce rosas con un color rojo más brillante que la generalidad del cultivo, pero eso no significa que su adaptación al medio sea mejor que la de las demás plantas.

   O en una familia de caballos puede haber un ejemplar más veloz que otros, y eso no significa que ese caballo heredará la condición de velocidad a sus descendientes.

EVOLUCION_SEP.indb 38 28/11/12 17:16

3) Existe reproducción diferenciada en los individuos de una población.
   Quiere decir que no todos los individuos de una misma población se reproducen con el mismo éxito, pues algunos dejan más descendientes que otros e inclusive hay individuos que no dejan descendientes.

Finalmente Carlos Darwin decidió presentar su trabajo en la reunión linneana de 1858, mismo que fue publicado un año después con el nombre de *El origen de las especies por medio de la selección natural o la preservación de las razas favorables en la lucha por la vida,* la cual habría de darle un giro total a la concepción de la evolución hasta entonces aceptada.

Los gansos son un ejemplo de la reproducción diferenciada, pues dentro de una misma población de estas aves es común que haya familias con varias crías, y otras sin ellas.

En esta actividad diferenciarás entre selección natural y selección artificial.

Es común que se confundan los principios propuestos por Lamarck con la teoría de la evolución por selección natural de Darwin y las ideas de Malthus. Así que ésta actividad tiene como objetivo que distingas las teorías propuestas por uno y otro pensador. Para eso realiza lo siguiente.

1. Responde a la pregunta en el siguiente cuadro comparativo.

	Ideas de Lamarck	Ideas de Darwin-Wallace	Ideas de Malthus
¿Por qué los seres vivos cambian en el tiempo?			

EVOLUCION_SEP.indb 39 28/11/12 17:16

2. Con el siguiente cuestionario evalúa si distingues entre la propuesta de Lamarck y la de Darwin. Coloca en el paréntesis una D si la propuesta es de Darwin y una L si es de Lamarck.

( ) Plantea que el uso frecuente de ciertos órganos conlleva un mayor desarrollo de los mismos.

( ) Propone el término de "descendencia con modificación", en el que plantea que ciertas formas actuales habrían surgido de otras que le precedieron en el tiempo.

( ) Menciona que todos los seres vivos derivan de un ancestro en común.

( ) Sugiere la teoría de la herencia de los caracteres adquiridos, que asegura que los seres vivos transmiten a sus descendientes las modificaciones adquiridas.

Compara tus respuestas con las que se proponen en el Apéndice 1, para asegurar que vas adquiriendo los saberes de manera correcta.

Selección natural

Lee con atención el siguiente fragmento.

Las polillas y la selección natural

En la mayor parte de Gran Bretaña vive una polilla (*Biston betularia*) que es de hábitos nocturnos por lo que descansa en los troncos de los árboles durante el día. En la mayoría de los individuos el patrón de coloración de las alas es blanco con manchas cafés, por lo que se confunden bastante bien con los **líquenes** que crecen en la corteza de los árboles. Sin embargo, existen algunas polillas cuyo color de alas es más obscuro y, por lo tanto, no pueden confundirse con los líquenes. Diferentes especies de aves se alimentan de ambos tipos de polilla. Debido a que las polillas obscuras se ven con mayor facilidad cuando descansan en los troncos de los árboles, éstas son más depredadas. Sin embargo, esta situación fue modificada en varias ciudades durante la revolución Industrial por el uso del carbón que servía para alimentar las calderas generadoras de vapor que impulsaban la industria inglesa. El hollín producido empezó a depositarse por todos lados, incluyendo los troncos de los árboles, provocando que los líquenes que ahí crecían se obscurecieran. En este nuevo ambiente las polillas claras fueron más notorias y depredadas por las aves, lo que provocó que las polillas oscuras aumentaran en número.

Recuperado de <http://bibliotecadigital.ilce.edu.mx/sites/ciencia/volumen2/ciencia3/070/htm/sec_77.htm>. Consulta: [08/06/2012].

glosario

Líquenes: grupo de organismos constituidos por un alga y un hongo que viven en asociación simbiótica; el hongo proporciona una estructura que puede proteger al alga de la deshidratación y de las condiciones desfavorables, mientras que el alga sintetiza y excreta un hidrato de carbono específico que el hongo toma y utiliza como alimento.

EVOLUCION_SEP.indb 40 28/11/12 17:16

Antes de la Revolución Industrial, ¿por qué razón las polillas obscuras eran más depredadas por las aves? ¿Hasta qué punto las acciones del hombre repercuten en este tipo de depredación?

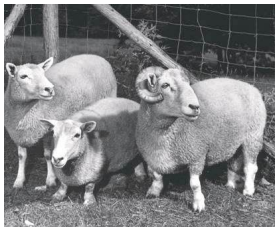
Continua con la lectura de este otro texto

Las ovejas Ancon

En 1790, un granjero de nombre Seth Wrigth, descubrió que una de sus ovejas había parido a un cordero de patas cortas. En vez de deshacerse de él, como muchas personas le habían recomendado, Seth decidió conservarlo ya que pensó que si se podía reproducir ese cordero tendría un rebaño con patas de ese tipo, y así ya no sería necesario poner vallas tan altas alrededor de su granja, lo cual le ahorraría tiempo y dinero.

Seth cruzó al cordero con otra oveja de patas normales. Resultó que nacieron dos crías con patas cortas (un macho y una hembra). Al paso del tiempo volvió a cruzar a estas dos ovejas y obtuvo todo un rebaño de patas cortas. Estas ovejas se conocen como Ancon.

Como se nota en las dos lecturas, las especies mencionadas sufrieron una evolución en su estructura, unas por la acción indirecta del hombre que provocó la disminución de una especie de polilla y la depredación de otra en distintos momentos, y en la otra la naturaleza alteró las características de las ovejas. ¿Serán los únicos ejemplos de evolución? ¿Serán iguales las especies de animales, incluyendo al humano, en la actualidad que en los inicios de la vida en la Tierra?



Ovejas Ancon.

El primer caso es el resultado de la selección natural, en tanto que el segundo de la selección artificial. Es decir, son las condiciones ambientales las que seleccionan dentro de las variedades de una población la que sea más favorable para el caso de la polilla, y en cambio la voluntad del criador de ovejas para el segundo ejemplo.

Completa el siguiente cuadro asignando *SN*, si el ejemplo corresponde a una selección natural o *SA*, si corresponde a una selección artificial.

Ejemplo	Tipo de selección
Las variedades de maíz que existen son resultado de la selección de características útiles para los agricultores.	
El color blanco de los osos polares se debe a las características ambientales de la zona que habitan.	
Las razas de perros que existen hoy en día derivaron de una serie de cruzas para conservar ciertas características.	
La resistencia del virus de la gripa a ciertos medicamentos.	

EVOLUCION_SEP.indb 41 28/11/12 17:16

Para saber más

La deriva genética consiste en los cambios en la frecuencia genética debidos a factores aleatorios ya que los genes de una generación dada (nueva generación) no constituyen una muestra representativa de los genes de la generación anterior (por ejemplo: la generación de tus padres con respecto a la generación de tus abuelos).

glosario

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 y buen ejemplo del flujo génico.

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

Coteja tus respuestas con las que se presentan en el Apéndice 1, para asegurarte que vas avanzando correctamente en la unidad.

A partir de sus observaciones Darwin se percató que dentro de una población de organismos de la misma especie existían variaciones. Estas variaciones son la tendencia que tienen los organismos de una misma población para diferenciarse y se le conoce como variabilidad genética. Es decir, no todos los organismos de una misma especie son idénticos, existen diferencias entre todos ellos. Un colibrí tendrá rasgos característicos de la especie, pero se diferenciará en el color de las plumas, el largo del pico, la forma de las alas, etcétera.

Un caso evidente de variabilidad son las especies domésticas, porque el hombre ha creado razas más fuertes y eficientes, a partir de su interés estético o productivo.

La mayor parte de la variabilidad viene de los genes, y se origina de tres formas: **mutación**, **flujo génico** y **recombinación**.

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

Realiza lo siguiente:

1. Consulta en un diccionario de Biología los términos: **población** y **especie**, y escribe sus respectivas definiciones.

2. Observa la imagen de una familia de gatos y responde las preguntas que se plantean.
   a. ¿En qué se parecen y en qué se diferencian los gatos, marca por lo menos tres parecidos y tres diferencias?

EVOLUCION_SEP.indb 42 28/11/12 17:16

b. ¿Cuál de las siguientes frases relacionadas con las teorías evolutivas serviría mejor como el pie de figura para esta foto?

1. Herencia de los caracteres adquiridos
2. Descendencia con modificación
3. Supervivencia del más apto

3. Observa a cinco de tus amigos (todos a la vez o por separado) y después completa el cuadro.

Amigo Características	1	2	3	4	5	Tú
Estatura						
Tipo de cabello						

a) ¿Tienen la misma estatura? _____

b) ¿Tienen el mismo tipo de cabello? _____

Con el cuadro comparativo anterior te darás cuenta que aunque los organismos sean de la misma especie son diferentes unos de otros y así compruebas la *variabilidad*.

4. Asigna una F (falso) o una V (verdadero) a las siguientes preguntas:

( ) Darwin afirma que la variabilidad es resultado de la reproducción sexual.

( ) Las variaciones en una población son importantes para que las especies cambien en el tiempo.

( ) Las variaciones son producto del uso y desuso de los órganos.

Para finalizar retoma las respuestas que diste a las preguntas planteadas al inicio de la Unidad: ¿Consideras creíble que el ser humano haya evolucionado a partir de un ancestro que estaba emparentado con los simios?, ¿tú qué opinas?, ¿podrías plantear alguna otra hipótesis sobre el origen del ser humano? Al llegar a este punto, y con los conoci-

EVOLUCION_SEP.indb 43 28/11/12 17:16

mientos que ahora tienes, es importante recordar que el conocimiento científico sigue unas reglas y es resultado de observaciones, evidencias y experimentaciones verificables y reproducibles. Las opiniones que surjan de estos nuevos conocimientos podrán ser utilizadas como teorías para iniciar nuevas investigaciones,

Escribe en tu cuaderno tu respuesta o complementa la ya dada, incorporando los saberes que has adquirido sobre el tema. Reflexiona sobre las diferencias entre tus respuestas iniciales y las de ahora.

Estás trabajando para reconocer a la biodiversidad como producto de la evolución.

Biodiversidad y evolución

Lee el siguiente texto:

Ardillas invaden la Ciudad

En los últimos años se ha visto una gran cantidad de ardillas deambulando por las calles de la ciudad de México. No es raro voltear hacia los cables de luz, y ver a esos simpáticos animalitos haciendo equilibrio para llegar a las copas de los árboles distantes, o brincar de uno a otro tronco de los árboles que se encuentran a una distancia relativamente cercana. Este fenómeno sólo se observaba en los parques o en los viveros hace muchos años.

Los estudiosos de la fauna y la flora comentan que este fenómeno se da porque la biodiversidad en la que habita naturalmente esta especie de roedores se ha deteriorado tanto, que han tenido que salir a buscar alimento en otras partes, por esto no es difícil que hoy veamos equilibristas que corren de un poste de luz a otro para alcanzar los pocos árboles que quedan en las grandes ciudades.

glosario

Biodiversidad: es traducción del término inglés *biodiversity*, que es, a su vez, la contracción de la expresión *biological diversity*, es decir, diversidad biológica.

Ecosistemas: comunidad de seres vivos cuyos procesos vitales están relacionados entre sí y su desarrollo está en función de los factores físicos de un mismo ambiente.

Desde tu perspectiva, ¿a qué crees que se deba este fenómeno de ver ardillas fuera de su hábitat? ¿Qué sucederá si la población de ardillas aumenta en toda la ciudad? ¿Podrá volverse un problema de plaga en la comunidad, como sucede en determinadas zonas de la Ciudad con sus parientes, las ratas y ratones?

Como se observa en la lectura, las ardillas deben salir de su hábitat y deben buscar el alimento y refugio en otras partes.

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. Es el resultado de miles de millones de años de evolución de acuerdo a procesos naturales y también a la influencia creciente de las actividades del ser humano en el entorno que habita. Asimismo, comprende la variedad de **ecosistemas** y las diferencias genéticas dentro de cada especie, estas circunstancias posibilitan la combinación de múltiples formas de vida, cuyas mutuas interacciones con el resto del entorno sostienen la vida en el planeta.

EVOLUCION_SEP.indb 44 28/11/12 17:16

Sobre biodiversidad se sugiere consultar Fiedler PL & Jain SK (eds), 1992, *Conservation biology: the theory and practice of nature conservation, preservation and management*. Chapman and Hall, New York, en donde se define biodiversidad de la siguiente manera:

"Diversidad biológica (=Biodiversidad). Espectro completo de variedad y variabilidad en y entre los organismos vivos, sus asociaciones y complejos ecológicos orientados al hábitat. El término incluye niveles de diversidad de ecosistema, especies y paisaje, así como niveles intraespecíficos (genéticos)"

También, desde una perspectiva socio-política, el término 'biodiversidad' abarca conceptos de variedad de vida, la crisis que representa su pérdida y la necesidad de acciones de conservación (Gaston KJ (ed), 1996. *Biodiversity. A Biology of numbers and difference*, Blackwell Science.)

Más información en...

Busca en Internet la palabra biodiversidad, elige una página que esté avalada por alguna institución, centro de estudios o de investigación, para que la leas y tengas más información al respecto.

Lee el siguiente relato que hizo un especialista en fumigación a los visitantes de la tercera sección del Bosque de Chapultepec.

"Hace unos días que vine a realizar un trabajo de desratización, con cebaderos para evitar que las aves comieran el producto que contiene avena, alpiste y otros componentes que ingieren esos animales, el dueño de la propiedad me preguntó si las ardillas también comerían el producto.

Yo le comenté que era poco probable porque esos animales por lo general se desplazan por los árboles. Pero el señor no se quedó muy convencido y me explicó que habían visto unos animales algo extraños circulando por los árboles pero que hacían sus nido en la parte baja del tronco de los árboles.

Los animales parecían una mezcla de rata y ardilla.

Él cuestionó a uno de los guardabosques del lugar y le confirmó que se han presentado cruzas entre ratas y ardillas, es decir hay una especie que podría llamarse 'ratardilla'"

Responde las preguntas.

1. ¿Qué disciplinas estarían involucradas para estudiar este hecho de la biodiversidad?

2. ¿Es esta cruza un producto de la evolución? Explica por qué.

Recuerda comparar tus respuestas con las que se proponen en el Apéndice 1.

EVOLUCION_SEP.indb 45 28/11/12 17:16

Teoría sintética

Como ya se mencionó la biodiversidad es el conjunto de seres vivos que habitan la tierra y los patrones naturales que lo conforman, por lo que se buscó una explicación a esos patrones. Y aunque Darwin trabajó arduamente en dos ideas importantes de la evolución, la **descendencia con modificaciones** y la **selección natural**, no llegó a comprender esas modificaciones en la descendencia de ancestros comunes. 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. A partir de la publicación de la obra de Darwin las relaciones de los organismos vivos se entienden como el resultado de la descendencia con modificación de ancestros comunes, también se establecen las bases para una clasificación que reflejará las relaciones evolutivas. Sin embargo, en el caso de la teoría de la evolución por la selección natural la historia fue diferente, porque en un principio se le objetó desde diferentes argumentos que a Darwin no le fue posible explicar el mecanismo a través del cual las características nuevas (mutaciones) eran heredadas; eso se debió quizás a que Darwin desconocía la investigación acerca de la herencia del monje Gregor Johann Mendel, que explicaremos más adelante.

glosario
Embriología: ciencia que estudia la formación y el desarrollo de los embriones de los seres vivos.

La teoría de la evolución de Darwin abrió un gran campo de investigación para los científicos, 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** y la genética.

glosario
Sistemática: estudio de la clasificación de las especies con respecto a su historia evolutiva.

Esta combinación de las teorías se hizo hasta las primeras décadas del siglo XX, y sus principales representantes fueron: el genetista Theodosius Dobzhansky (1900-1975), el zoólogo Ernst Mayr (1904-2005), el paleontólogo George G. Simpson (1902-1984), el botánico George Ledyard Stebbins (1906-2000) y el zoólogo Julian Huxley (1887-1975).

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 en la teoría de Darwin:

- Los organismos experimentan mutaciones o cambios aleatorios en su estructura. Un ejemplo de mutación genética es la polidactilia (aparición de un dedo de más en la descendencia.).
- El proceso por el que se modifica la estructura genética de las poblaciones es la deriva genética o proceso aleatorio. Si en una familia uno de los abuelos tiene los ojos rasgados y el otro no, la probabilidad de que alguno de los hijos los tenga rasgados es de 50%.
- Las poblaciones se vuelven genéticamente homogéneas por el flujo genético. Éste es el caso de la polinización que sucede a través de los insectos.

EVOLUCION_SEP.indb 46 28/11/12 17:16

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 varios mecanismos evolutivos.

Aunque parecería que la teoría sintética engloba el proceso de la evolución por completo, los científicos actuales consideran que no es así, pues aún tienen que trabajar para encontrar la explicación a otros procesos evolutivos.

Una vez expuesto en qué consiste la teoría sintética veamos cómo se llegó a ella.

Para finales del siglo XIX la idea de una evolución era aceptada, no así la selección natural; Darwin desconocía los descubrimientos hechos por Mendel, monje agustino y naturalista de vocación, y no los integró entonces a sus teorías. Los trabajos realizados por Mendel complementarían las investigaciones darwinianas.

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.

Más información en...

Sobre los experimentos de Mendel encontrarás amplia información en <http://www.curtisbiologia.com/g1865>. [Consulta: 29/05/2012].

A reserva de estudiarlas más ampliamente en la unidad 2, estas leyes postulan lo siguiente.

1ª Ley de Mendel o Principio de la Uniformidad: Las plantas **híbridas** que surgen de la 1ª generación (F1) y que se obtienen por cruzamiento de dos plantas puras que se diferencian por una sola característica que puede ser el color, todas tienen la misma apariencia externa (fenotipo) siendo idénticas entre sí (uniformes) y se parecen a uno de los dos padres (**parental**). A la característica que se manifiesta en las plantas de la 1ª generación (híbridos), el color de un padre que puede ser más oscuro, se le denomina **dominante** y al carácter que no se manifiesta se le denomina **recesivo**, que puede en este ejemplo ser más claro.

2ª Ley de Mendel o Principio de la Segregación: La autofecundación de las plantas híbridas que surgen del cruzamiento entre dos líneas puras y difieren en una característica original una 2ª generación **filial** (F2) en las ¾ partes de plantas de apariencia externa (fenotipo) es dominante y ¼ de plantas con apariencia externa (fenotipo) es recesiva. De manera que la característica recesiva reaparece en la F2 y de cada cuatro plantas una tiene fenotipo recesivo. Este resultado se debe a que cuando los híbridos de la F1 forman sus gametos, los **alelos** del mismo ***locus*** segregan (se separan) dando lugar a dos clases de gametos en igual proporción, mitad de gametos con el alelo dominante y mitad con alelo recesivo. Esto sucede tanto por el lado femenino como por el lado masculino.

glosario

Híbrido: individuo de padres distintos genéticamente respecto a un mismo carácter

Parental: se refiere a uno o ambos progenitores.

Dominante: carácter hereditario o de su alelo correspondiente. Se manifiesta en el fenotipo.

Recesivo: son los caracteres hereditarios que no se manifiestan en el fenotipo de un individuo, pero que sí se pueden manifestar en su descendencia.

Filial: todo lo que respecta al hijo.

Alelo: cada uno de los genes del par que tienen un mismo lugar en los cromosomas homólogos. Determina el carácter o rasgo de organización, como el tipo de cabello.

Locus: posición fija de un gen en un cromosoma.

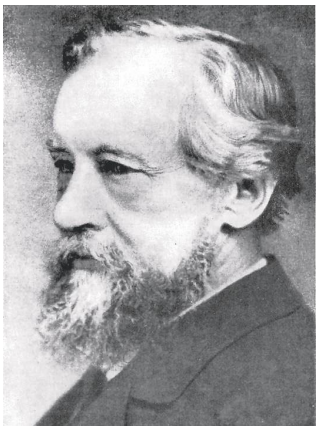
EVOLUCION_SEP.indb 47 28/11/12 17:16

glosario

Gameto: cada una de las células sexuales (femeninas o masculinas) que al unirse forman el huevo de las plantas o animales.

Fenotipo: cualquier característica observable en un organismo (estructural, bioquímico, fisiológico o conductual) determinado por una interacción entre su información genética y su medio.

3ª Ley o Principio de la Combinación independiente: los miembros de parejas con características diferentes se distribuyen o combinan de forma independiente cuando se forman los **gametos** de un heterocigoto para las características correspondientes. Es decir, en el caso de un diheterocigoto, los alelos del locus A, a y los del locus B, b se combinan de forma independiente para formar cuatro clases de gametos en igual proporción.



Hugo de Vries, botánico y uno de los primeros genetistas. Contribuyó al conocimiento de la herencia biológica y de las leyes que la rigen.

Los primeros genetistas mendelianos, entre los que se encontraban William Bateson y Hugo de 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 con marcado efecto **fenotípico** (*macromutaciones*), lo que se conocería como **teoría mutacionista**.

El mutacionismo fue rebatido por los **biometristas**, defensores de la evolución por la selección natural, quienes no aceptaban los trabajos de Mendel porque pensaban que la evolución era el resultado de un proceso de cambio continuo y gradual, es decir, cambios pequeños entre generaciones. Los biometristas postulaban que los procesos inherentes al mundo se estudiaban desde el punto de vista cualitativo y no cuantitativo, pensaban que los cambios debían estudiarse desde la estadística para medir las variaciones genéticas individuales de una raza o especie, y por supuesto, la frecuencia con que aparecían esos cambios para determinar la normalidad de los individuos.

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 explicaban 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.

Considerando la herencia mendeliana, Fisher, J.B.S. Haldane y Sewall Wright, de manera independiente, modelaron el impacto de la selección natural en las poblaciones, sentando las bases teóricas del neodarwinismo y de lo que posteriormente sería denominado teoría sintética de la evolución, también conocida como nueva

Para saber más

Entre los investigadores pioneros de la teoría sintética se encuentran Thomas Hunt Morgan (1866-1945), Julian Sorell Huxley (1887-1975), Sewall Green Wright (1889-1988), R.A. Fisher, John Burdon Sanderson Haldane (1892-1964), Theodosius Dobzhansky (1900-1975), George Gaylord Simpson (1902-1984), Cyril Dean Darlington (1903-1981), Ernst Walter Mayr (1904-2005), George Ledyard Stebbins (1906-2000) y William Donald Hamilton (1936-2000).

EVOLUCION_SEP.indb 48 28/11/12 17:16

síntesis, síntesis moderna, síntesis evolutiva, síntesis neodarwinista o neodarwinismo.

Recordemos que la teoría sintética postula que los cambios graduales y la selección natural son el mecanismo principal del cambio evolutivo de los organismos, pero no considera los mecanismos que defienden otras teorías.

La teoría de la nueva síntesis tuvo avances considerables en los años de 1930 y 1940, pero sobre todo en la década de 1970. En esta década las investigaciones de W.D. Hamilton, G.C. Williams y J.M. Smith, entre otros, abrieron el horizonte para el enfoque centrado en los **genes**, que ha desembocado en investigaciones sobre el genoma humano. Este enfoque se aplicó en diferentes áreas de la biología en investigaciones genéticas de laboratorio y de campo; asimismo, los estudios paleontológicos y biogeográficos encontraron su medio adecuado en la zoología y la botánica.

glosario

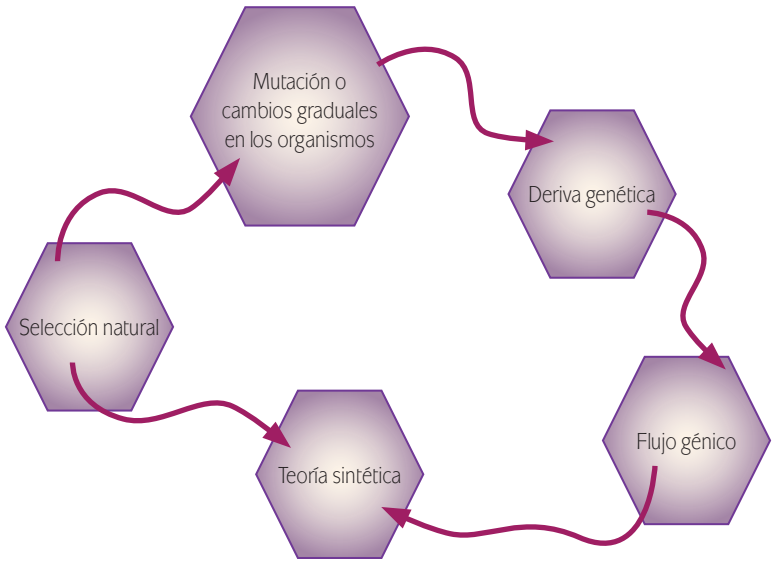
Gen: segmento corto de ADN que le informa al cuerpo cómo producir una proteína específica.

La teoría sintética también enfrenta a científicos que no comparten sus planteamientos y por ello proponen otros argumentos explicativos; por ejemplo, algunos afirman que esa teoría no explica de forma convincente algunos procesos biológicos, como el de la transferencia genética horizontal entre los **procariotas**, es decir, la trasmisión del gen o parte del mismo de un organismo a otro que no forma parte de su descendencia. Sin embargo, en general la comunidad científica considera esas opiniones sólo como desacuerdos e ideas nuevas acerca de puntos específicos de la teoría sintética, y que sus fundamentos no han sido rebatidos de forma consistente, por ello a esta teoría se le considera la "piedra angular de la biología moderna".

glosario

Procariota: Grupo heterogéneo de organismos unicelulares muy pequeños, entre los que se encuentran las bacterias o algunas algas y que no tienen núcleo diferenciado.

El siguiente esquema muestra el desarrollo de los postulados darwinianos sobre la selección natural, que con otros investigadores y otras teorías dieron origen a la teoría sintética.



EVOLUCION_SEP.indb 49 28/11/12 17:16

Para saber más

No podemos olvidar que la biodiversidad se explica por medio de la evolución como el resultado de un proceso a lo largo de la historia de la Tierra.

La aplicación de las herramientas aportadas por la biología molecular, por ejemplo el descubrimiento del genoma humano o el mapa genético de los mexicanos, 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 Charles Darwin en *El origen de las especies…* siguen siendo tan actuales como en la época en que fueron publicadas por primera vez.

glosario

Coevolución: Evolución conjunta de dos o más especies que comparten un mismo ambiente por medio de la selección natural de estructuras corporales o la conducta de los organismos.

1. Investiga en diferentes medios sobre la vida de las abejas y su importancia para la polinización de diferentes especies vegetales. Toma nota en tu cuaderno u hojas de block de lo más relevante.
2. Elabora un cuadro sinóptico que destaque el papel de la selección natural en la evolución de las abejas y las plantas. Puedes incluir temas como: ¿qué buscan las abejas en las flores? ¿De qué les sirve a las flores que las abejas transporten polen? ¿Cuáles son los beneficios para ambos organismos en esta relación?
3. Escribe aquí una conclusión sobre la importancia evolutiva de las abejas para las plantas y de las plantas para las abejas, es decir, la coevolución de las especies

Verifica tus respuestas en el Apéndice 1.

Estás trabajando para describir el concepto y posición del hombre en las teorías empiristas, racionalistas y evolucionistas.

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

Los términos Empirista, Racionalista y Evolucionista en el campo de la evolución tienen un origen común en el siglo XVII, en el que desde una perspectiva histórico-social se pueden explicar los cambios que contribuyeron al desarrollo cultural de los siglos posteriores.

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 el

EVOLUCION_SEP.indb 50 28/11/12 17:16

distanciamiento (ruptura) de las ataduras de la Edad Media tardía, cuyos cánones aún prevalecían en el Renacimiento (siglo XVI).

El siglo XVII es el Siglo o Edad de la Razón, este calificativo no indica que el racionalismo haya triunfado sobre el empirismo, es solo un **epíteto** que sugiere la apertura mental de una sociedad hasta entonces cerrada, porque durante los siguientes cien años (1600-1700) la sociedad logró olvidarse del viejo molde de métodos rígidos de comportamiento, es decir, actitudes apegadas a las normas dictadas por la Iglesia.

El rompimiento con los viejos moldes religiosos posibilitó a científicos, filósofos, artistas, literatos, políticos, etcétera, liberarse de la rigidez de las estructuras y jerarquías verticales de la **escolástica** y plantear horizontes innovadores en todas las áreas del conocimiento. En el siglo XVII 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. Entre las disciplinas en que se basaron esos métodos y fundamentos, y que son parte de la filosofía, están: la metafísica, que trata del ser (vivo) en cuanto tal y sus propiedades, principios y causas primeras; la lógica, que es la ciencia que expone las leyes, formas y modos del conocimiento científico. La ética pertenece a la filosofía y estudia la moral y las obligaciones del hombre, es el conjunto de normas morales que rigen la conducta humana, y la política, desde el punto de vista filosófico, que marca las directrices que rigen la conducta en un asunto o campo determinado; la epistemiología también incluye el estudio de las ciencias naturales.

En el caso de las artes, ejemplo significativo de la época es el estilo **barroco**, que influyó la literatura, la arquitectura, la danza, la música, la escultura, la pintura durante varios siglos. El Barroco conserva, en un principio, las formas propias del Renacimiento, mismas que fue modificando para hacerlas más flexibles e imprimirles una movilidad y un sentimiento desbordante hasta alejarlas del equilibrio y del clasicismo renacentistas. Una de sus manifestaciones fue rescatar las formas celestiales por medio de la ornamentación y el tránsito de lo estático a lo dinámico. El Barroco se impone como un estilo moderno y hace olvidar el **manierismo** del siglo precedente; marca a la sociedad de entonces un nuevo estilo de vida, al que se adapta y acepta vivir bajo situaciones de cambios constantes.

En construcciones como el Sagrario Metropolitano ubicado en el centro histórico de la Ciudad de México; El Templo de Santa Clara en Querétaro o la Galleria Borghese en Roma, se observan detalles del estilo barroco.

glosario

Epíteto: adjetivo que tiene como finalidad caracterizar al término que se describe.

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; la escolástica fue el principal movimiento en las escuelas y universidades medievales de Europa desde mediados del siglo XI hasta el siglo XVI.

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

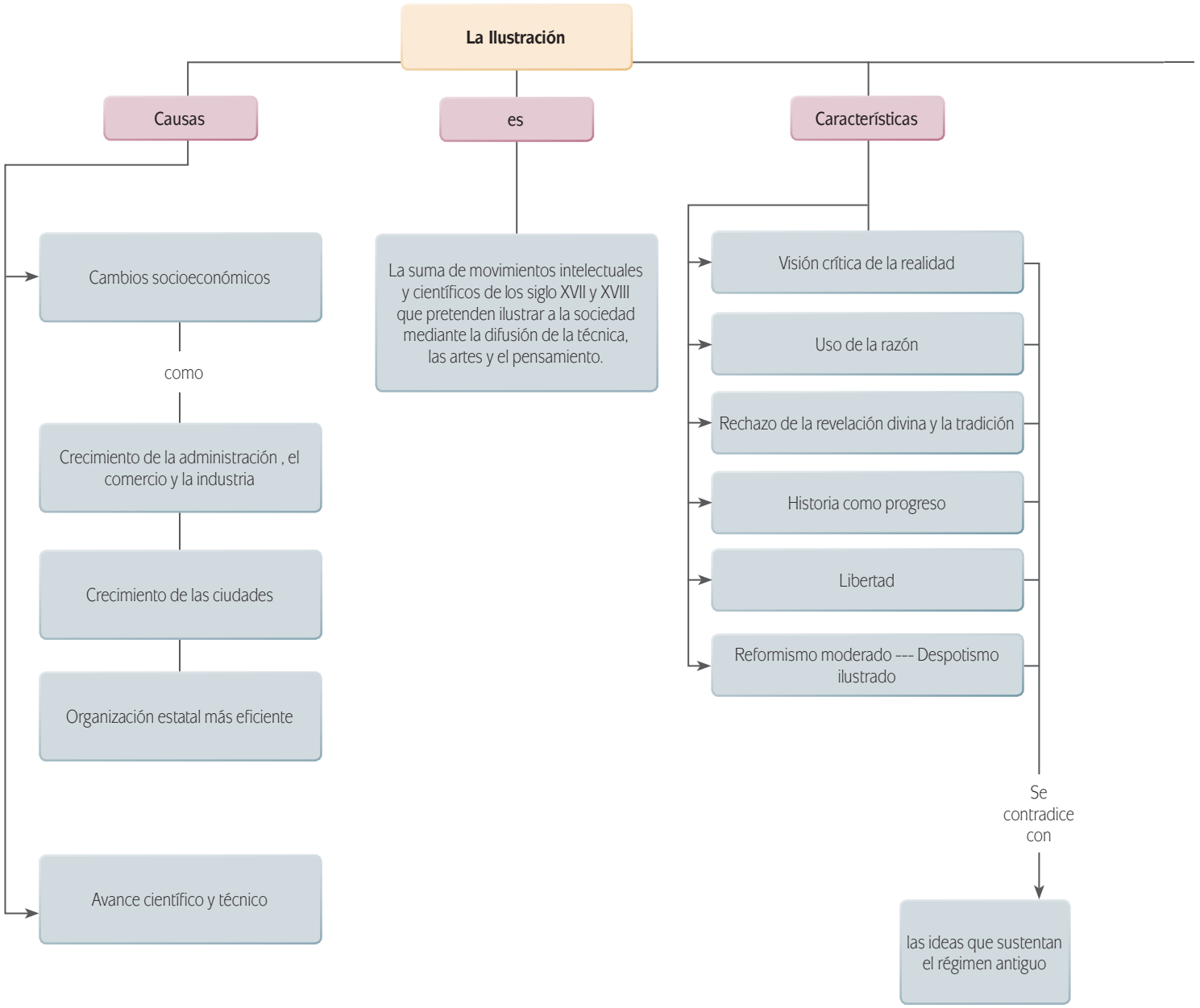
Manierismo: estilo artístico que predominó en Italia desde el final del Alto Renacimiento, alrededor de 1530, hasta los comienzos del periodo Barroco, hacia el año 1600.

Más información en...

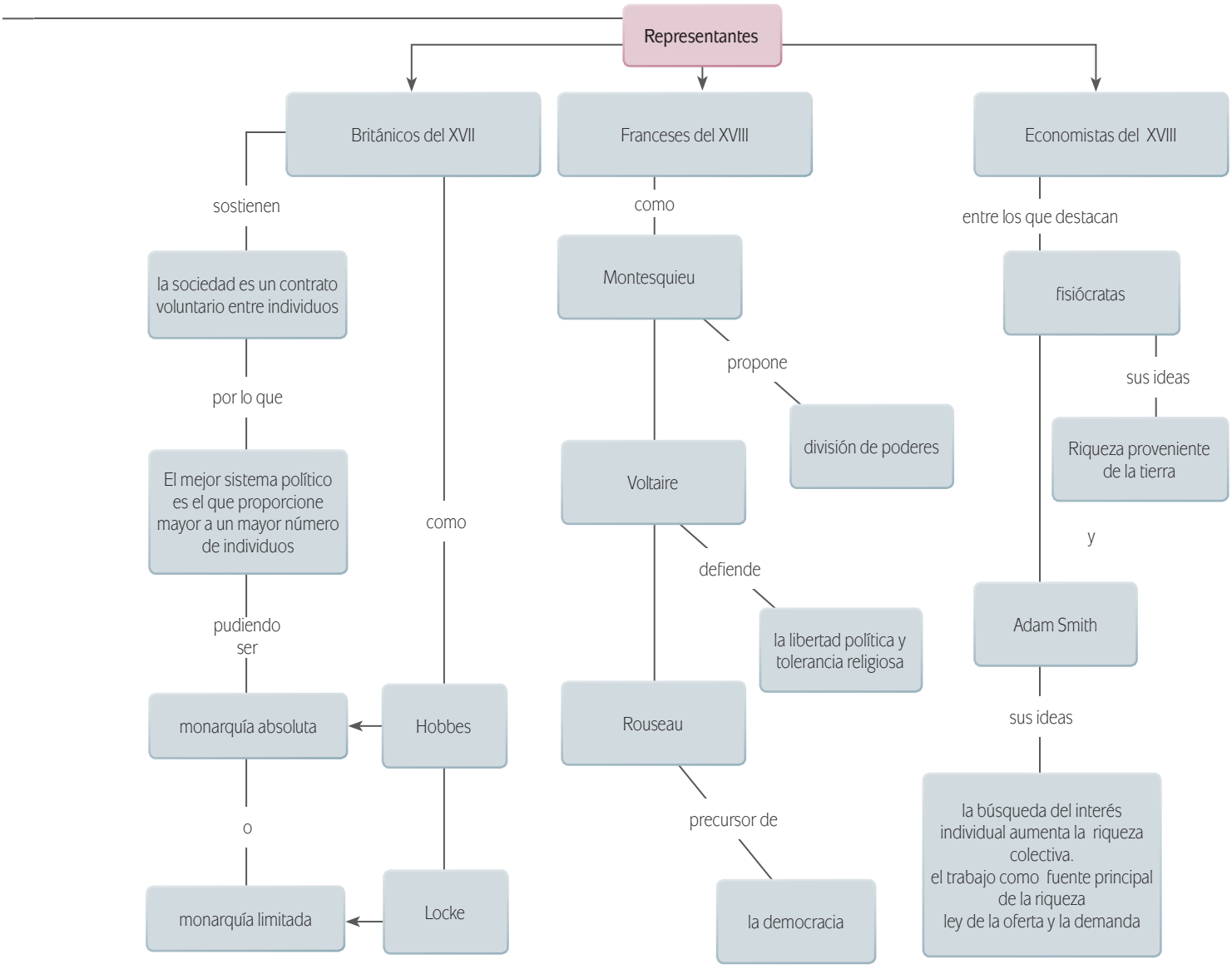
Utiliza el buscador de tu preferencia y escribe las palabras Barroco, barroquismo, clasicismo y manierismo para que complementes la información sobre estas corrientes artísticas.

EVOLUCION_SEP.indb 51 28/11/12 17:16

El siguiente esquema muestra cómo se desarrolló el Siglo de la Razón, también conocido como La Ilustración, en el siglo XVIII.



EVOLUCION_SEP.indb 52 28/11/12 17:16



Se ha incluido un cuadro cronológico más detallado de esta época, en el Apéndice 4, al final del libro.

EVOLUCION_SEP.indb 53 28/11/12 17:16

Estás trabajando para describir el concepto y posición del hombre en las teorías empiristas, racionalistas y evolucionistas.

Empirismo y racionalismo

Experiencia y razón, ¿son conceptos que se contraponen o que se complementan? ¿Qué piensas tú?

Un niño aprende que el fuego quema cuando acerca la mano a una fuente de calor (vela, cerrillo, parrilla, etc.) y experimenta el alto grado de calor que desprende lacerando la piel. Después de esa circunstancia el niño sabe por experiencia, es decir por haber sufrido una quemadura que el fuego quema, y su aprendizaje fue de manera empírica.

Cuando alguien explica los procesos químicos para producir fuego y calor es un aprendizaje por medio de la razón, ya que se llega a alguna conclusión a través del proceso de análisis de los hechos, es un conocimiento racionalista.

Las posiciones de quienes durante los siglos XVII y XVIII adoptaron el racionalismo o el 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, por lo que no se pueden contraponer, ya que el principio fundamental de su estudio es la **ciencia** y su método. Porque como lo postularía el filósofo alemán Immanuel Kant (1724-1804) pasada la mitad del siglo XVIII, tanto el empirismo como el racionalismo son la fuente de nuestro conocimiento.

Para Kant la experiencia (sensibilidad) y la razón (entendimiento) son necesarias en el conocimiento. Ambas serán las fuentes de nuestro conocimiento y son por igual necesarias; si fallara una no habría auténtico conocimiento. La función de la experiencia es la de recibir impresiones al percibir los hechos. La de la razón es más activa pues debe ordenar y organizar esas impresiones para que tengan sentido y se produzcan los conceptos. La parte fundamental del conocimiento se forma por la experiencia, y la razón da forma y estructura el resultado de la experiencia; una constituye la materia del conocimiento y el otro la forma. Pero esto ocurrió más de un siglo después de que René Descartes (1596-1650), filósofo y matemático francés, planteara su concepto de *racionalismo*. Para Descartes 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 y que identifica la razón con el pensamiento. 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. Primero comparemos ambas corrientes y permitamos que al final Kant nos exponga su punto de vista.

glosario

Principio inteligible: principio que identifica la razón con el acto de pensar.

Es probable que cuando Descartes se planteaba el problema del **método de la ciencia**, —¿qué método debería seguir la ciencia para lograr su objetivo de investigar

EVOLUCION_SEP.indb 54 28/11/12 17:16

los fenómenos naturales y explicarlos con base en argumentos verdaderos?— se dedicó a sintetizar lo que ocurría en el ámbito científico en la Europa central de ese tiempo y se abocó a darle una respuesta satisfactoria a esta pregunta, de ahí que elaborara un argumento filosófico al que se le conoce como **racionalismo**, que sostiene que es a través del uso de la razón como se puede llegar a un conocimiento verdadero. No acepta en cambio el conocimiento sensible, es decir, el adquirido por la experiencia y por los sentidos como científicamente válido. Los defensores del racionalismo en aquel entonces fueron principalmente Descartes, Spinoza y Leibniz.

Algo similar pudo ocurrirle a Locke, porque al no compartir los puntos de vista de los racionalistas elaboró una propuesta desde distintos fundamentos: el **empirismo**.

El empirismo postula que el único conocimiento válido es aquel que alcanzan los sentidos, porque cualquier idea de carácter racional que nos formemos procede de la experiencia o bien de otras ideas que a su vez tienen su origen en la experiencia. Por tanto es en última instancia la experiencia, esto es el conocimiento sensible, y no la razón la fuente última de nuestros conocimientos. Esta postura la mantuvieron fundamentalmente los filósofos ingleses John Locke y David Hume (1711-1776).

El 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. Las tareas cotidianas, el saber qué rutas debemos tomar para ir a algún lugar, entre otras, y que se comprueban por el número de veces que se repiten con los mismos resultados. Un empírico es alguien que ha aprendido un oficio o el método para elaborar algo por la práctica. Alguien puede aprender a tocar guitarra solamente viendo a otro hacerlo, y se dice que es un conocimiento empírico por el hecho de practicar con el instrumento.

El racionalismo, por otro lado, se basa en la investigación de un acontecimiento o de una acción. Por ejemplo, la explicación de una operación matemática hace uso del razonamiento y del pensamiento para desarrollar el procedimiento de dicha operación.

En su síntesis sobre ambas corrientes filosóficas Kant establece los conceptos de **entendimiento** y **sensibilidad** para referirse al racionalismo y al empirismo, respectivamente, y plantea que ambos son necesarios en la búsqueda del conocimiento; si se carece de alguno de los dos no se alcanzará el objetivo de la ciencia. En síntesis: 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.

Manuel Calleja Salado hace una comparación de los puntos centrales del racionalismo y del empirismo; a continuación anotamos algunos fragmentos.

EVOLUCION_SEP.indb 55 28/11/12 17:16

Concepto	Racionalismo	Empirismo
Principio del conocimiento	Todo conocimiento procede, en primera instancia, de la razón.	La experiencia del mundo exterior, procedente de los sentidos, es la única posibilidad para un conocimiento que pretenda alguna certeza.
Metodología del conocimiento	Utiliza la deducción como metodología de la ciencia.	Utiliza la inducción como metodología de la ciencia.
Leyes científicas	Tienen que ser universales y necesarias.	Son generalizaciones a partir de una repetición.
Ontología	Realista: es posible conocer las cosas tal y como son realmente. Racional: realidad y razón tienen la misma estructura, especialmente la ausencia de contradicción.	No es posible acceder a las cosas tal y como son, sino sólo a sus manifestaciones externas, a los fenómenos.
Verdad cognoscitiva y ontológica	Existe una verdad absoluta y el ser humano está capacitado para conocer la verdad. Se pregunta: ¿Qué es esto?	No cuestiona la existencia o no de la verdad, pero sí duda de la capacidad humana para alcanzarla. Es escéptico. Se pregunta: ¿Cómo funciona esto?
Antropología	La cualidad que diferencia a los seres humanos del resto de los seres de la realidad es la razón. La denominan alma. El alma es equivalente a la conciencia racional, a la razón.	Lo corporal y lo sensible es fundamental para comprender bien al ser humano. La conciencia interacciona con la sensibilidad, siendo fundamentales ambas dimensiones.
Ética	Reproducir el esquema científico para su elaboración ética. Las leyes morales deducidas tienen valor universal, por tanto son objetivas.	Se guía a través de la emoción. Considera que algo es bueno o malo dependiendo del agrado social o no, y de que sea útil o no. Al agrado y a la utilidad social las denominaron "sentido común".

glosario

Ontología: parte de la metafísica que estudia al ser en general y sus propiedades trascendentales.

Cognoscitivo: capacidad del ser humano de conocer algo.

En el siguiente fragmento Juan Ramón Tirado Rozúa expone su opinión acerca del racionalismo en la actualidad y desde aquí también lo valora. Después de leer el texto estarás en disposición de responder a las preguntas propuestas. Escribe tus respuestas y comentarios en tu cuaderno de notas, te servirán para corroborar el avance de tu aprendizaje.

EVOLUCION_SEP.indb 56 28/11/12 17:16

Actualidad y valoración

Descartes es el iniciador del pensamiento racionalista y su obra tiene repercusión definitiva en la filosofía moderna. Se considera que su pensamiento da origen a la Modernidad. Según Heidegger, toda la metafísica moderna, incluido Nietzsche, se sustenta en Descartes. Es por tanto, la filosofía de este pensador básica para entender el mundo moderno e, incluso, el pensamiento de nuestro siglo XXI.

En nuestros días, aunque la filosofía racionalista haya dejado de estar de moda y haya sido criticada duramente durante los siglos XIX y, sobre todo, el XX, el racionalismo como elemento cultural, como parte de nuestra manera de enfrentarnos a la realidad, no sólo no ha desaparecido sino que se convierte cada vez más en una actitud generalizada. Se adopta esta actitud cada vez que se interpreta la realidad recurriendo a teorías, a modelos explicativos coherentes (racionalmente) al margen de los hechos.

El racionalismo atrae por su transparencia, por su belleza coherente, por su deducción lógica, pero en un gran número de ocasiones, como ha demostrado la historia reciente, la razón matemática, calculadora, fría, eficiente, utilitarista… ha proporcionado grandes progresos en el ámbito científico-técnico, pero no ha superado, e incluso, en algunos casos ha multiplicado los casos de opresión, muerte, destrucción medioambiental… Se impone, por tanto, en nuestros días seguir repensando los usos y abusos de la razón para que, de este modo, su uso adecuado nos permita lograr un mundo más humano y, al mismo tiempo, evitar los excesos de racionalismo que puedan provocar la deshumanización de la vida. Ni razón ni experiencia en exclusiva. Ambas forman parte del conocimiento humano, como mostrará Kant.

Rescatado de Tirado Rozúa, Juan Ramón en <http://profesorfilosofia.blogspot.mx/2009/02/comparacion-de-racionalismo-y-empirismo.html> (Consulta: 06/07/2012)

1. ¿Por qué el autor refiere que el racionalismo es todavía vigente?

2. ¿Crees que aún se practica la teoría racional?, ¿por qué lo crees así?

3. ¿En qué circunstancias de tu vida has tomado una posición racionalista?

4. ¿Crees que las actitudes humanas deben guiarse sólo por la razón?

EVOLUCION_SEP.indb 57 28/11/12 17:16

5. ¿Para ti qué significado tiene la experiencia?

6. ¿Cómo explica Kant el empirismo o sensibilidad?

7. Según Manuel Calleja, ¿cómo explica la Ética el empirismo?

Coteja tus respuestas contra las que se sugieren en el Apéndice 1, así reafirmarás que vas avanzando bien.

Estás trabajando para describir el concepto y posición del hombre en las teorías empiristas, racionalistas y evolucionistas.

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. Ambas posturas son antagónicas, en ellas se confrontan las creencias y las evidencias científicas. No pocas personas conciben que una divinidad, un dios, un ser supremo, un ente **omnisciente**, **omnipotente** y **omnipresente** creó al ser humano, pero no solo a él, sino al Universo, la "materia primordial".

Lee con atención el siguiente cuadro comparativo que resume las ideas principales del Creacionismo y el Evolucionismo

glosario

Omnisciente: que tiene conocimiento de todas las cosas reales y posibles. Es un atributo exclusivo de Dios.

Omnipotente: que lo abraza y comprende todo. Atributo exclusivo de Dios.

Omnipresente: que está presente en todas partes a la vez. Atributo que solo pertenece a Dios.

EVOLUCION_SEP.indb 58 28/11/12 17:16

Creacionismo	Evolucionismo
Fundamenta la creación del 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.	Considera la evolución como un proceso constante que se fundamenta en las evidencias de la transformación fisicoquímica de la materia, de los vestigios de fósiles y geológicos.
No se considera filosofía, sino solo una forma de pensar de sus seguidores.	Se puede considerar una filosofía pues se guía por un método y una metodología.

En los apartados anteriores has tenido oportunidad de aprender acerca de las evidencias de la evolución en general, y las particularidades de la evolución de los seres orgánicos y su diversificación. También has aprendido que el **creacionismo** y el **evolucionismo** han marcado posturas importantes en la historia de las ideas y se han transformado en contextos sociales y culturales diversos.

La pregunta obligada sería: ¿desde qué óptica abordarías tú los orígenes del hombre y del universo?, desde las creencias o desde las evidencias; ¿cuál consideras que es la verdad, si ésta existe? El siguiente ejercicio te auxiliará en este sentido.

Muchas personas combinan argumentos lamarckistas y darwinistas cuando dan su definición de la evolución biológica; otras concilian sus ideas religiosas con la de la evolución (Dios dirigió la evolución para dar lugar a la vida inteligente), otras más anteponen sus ideas religiosas y niegan la evolución biológica. 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.

Más información en...

Escribe en el buscador de Internet las palabras relación entre ciencia y religión, teología y ciencia para que conozcas más del tema, seguramente encontrarás datos interesantes al respecto.

Considerando las actividades que has realizado evaluarás si puedes determinar de manera crítica las diversas posturas que puede tener una persona sobre la evolución biológica. Para lograr este objetivo realiza lo siguiente.

1. Lee la discusión que se presenta.

Tres jóvenes sentados a la mesa en la cafetería del campus de una preparatoria se encuentran charlando sobre la clase que acaban de tener en donde trataron el tema de la evolución. Como este tema genera polémica, cada uno de los estudiantes quiere fijar su postura y convencer a los otros de que tiene razón y la teoría que defiende es la única posible.

(*Continúa...*)

EVOLUCION_SEP.indb 59 28/11/12 17:16

(*Continuación...*)

Personaje 1.

- Yo concuerdo con los teóricos creacionistas que afirman que un ser supremo creó al hombre y todo lo que está en el universo, porque no es posible que hayamos venido de un primate que se fue modificando hasta tomar la forma que hoy tenemos los hombres. ¿Entonces por qué otras especies de animales no han evolucionado de esa forma? Eso nos reduciría e a seres puramente animales mamíferos, y ¿dónde queda el pensamiento, el habla, y las demás funciones, de dónde las adquirimos? Para mí, Dios es el creador del hombre, pues lo creó a su imagen y semejanza. ¿Quién puede explicar esa maravilla? Nadie, por eso los científicos se empeñan en encontrar una razón y evidencias que prueben lo contrario.

Personaje 2.

- Pues yo creo lo contrario. Si un ser superior, llámese como se llame, hubiera creado al mundo y al hombre, lo hubiera hecho como es hoy y no hubiera habido una era prehistórica, en la que las especies se tuvieran que adaptar a los cambios climáticos. No hubieran tenido necesidad de emigrar o de modificar sus organismos para resistir. A mí me parece que todos los seres, incluyendo la Tierra, ha ido cambiando poco a poco, hasta ser lo que ahora somos. Los cambios son necesarios, pues se dan cambios en los organismos por el contacto que hay entre ellos, solo así pueden reproducirse y dar origen a especies nuevas. Más evolucionadas, más perfectas, porque no se pude decir que seamos perfectos, pero sí perfectibles.

Personaje 3.

- A ver. Creo que ambos tiene razón, porque el hombre no puede dejar de concebir un ser supremo para explicar los fenómenos que ocurren a su alrededor. El hombre primitivo ha tenido, así como las demás especies, que adaptarse al medio en el que viven, buscar mejores sitios, investigar para explicar y conocer el funcionamiento de las cosas. Ha tenido que aprender a mejorar su calidad de vida. Por un lado a los creacionistas se les olvida mencionar que el ser supremo dotó al hombre de algo que llama el libre albedrío, es decir puede decidir lo que le conviene, y si a éste le conviene domesticar a algunos animales lo hace; no dijo que todo lo tendría ya listo para usar. Por el otro lado, los evolucionistas han probado que los organismos se han adaptado y han ido evolucionando poco a poco, dependiendo de las condiciones en que se encuentren. Yo creo que ambas posturas son válidas, por lo tanto, me parece que esta discusión no tiene razón de ser.

2. Una vez que has leído el caso que se presentó analízalo detenidamente y escribe un ensayo de no más de tres cuartillas donde fijes tu postura al respecto del tema de la evolución.

Recuerda que el ensayo debe tener:

- Introducción: Antecedentes del tema a exponer, creando interés en el lector. Incluye el tema a tratar y el objetivo que se persigue.
- Resumen: Incluye una breve explicación del tema, la metodología, los resultados obtenidos y el objetivo.

EVOLUCION_SEP.indb 60 28/11/12 17:16

- Desarrollo: Es la explicación del tema central y se puede apoyar con gráficos, ilustraciones y presenta la metodología y los resultados.
- Argumentación: Se exponen los criterios evaluativos y la tesis que sustenta los resultados obtenidos del tema a desarrollar.
- Conclusión: Son los resultados obtenidos sustentados en la tesis propuesta y la argumentación. Es tu opinión sobre el tema desarrollado.

En el Apéndice 1 puedes comparar tus respuestas, así como verificar que tu trabajo contenga los elementos del ensayo. Utiliza la Rúbrica que se presenta ahí sobre el ensayo.

Augusto Comte y la ley de los tres estados

Seguramente ya has estudiado a Augusto Comte en alguna ocasión anterior, ahora lo retomaremos para ubicar sus aportaciones respecto a las corrientes de pensamiento que analizan y explican las transformaciones sociales. También explicaremos la postura de otro de los grandes filósofos del siglo XIX, Karl Marx (1818-1883); junto con este último mencionaremos a Friedrich Engels (1820-1895), quienes con sus propuestas contribuyeron al desarrollo científico y social.

Gestión del aprendizaje

Recuerda que puedes apoyarte para la elaboración de textos en el módulo *De la información al conocimiento* en el apartado: *Producir textos.*

Sobre Augusto Comte (Montpellier, 1798 - París, 1857), pensador francés, padre del positivismo. Rompiendo con la tradición católica y monárquica de su familia, se orientó durante la época de la Restauración hacia el agnosticismo y las ideas revolucionarias. Desde 1817 se vinculó al socialista Saint-Simon, para el cual trabajó de secretario hasta su ruptura en 1824. Si te interesa saber más de la vida de Comte, busca en Internet su biografía completa escribiendo *Biografía de Comte* en el buscador.

Como sabes, Comte acuñó en 1824 el término sociología; primero la había llamado **física social**, ya que utilizando el método de esa ciencia natural, la física, se propuso estudiar a la sociedad. Ideó la **filosofía positiva**, que era el "método científico" (único para el estudio de todas las ciencias, de acuerdo al positivismo) con el cual, en opinión del sociólogo mexicano Fernando Reza Becerril: "proponía un esquema amplio de interpretación y análisis científico de la actividad humana en sociedad".

El método científico es un método de estudio de la ciencia aplicada del que surgen postulados universales. Es objetivo porque quien plantea el problema de

EVOLUCION_SEP.indb 61 28/11/12 17:16

Gestión del aprendizaje

Los pasos del método científico son: observación del fenómeno estudiado respecto a la realidad, es decir mirar con atención el objeto de estudio en el medio al que pertenece. Inductivo porque se expone el principio general de las observaciones hechas y que están incluido en las mismas observaciones. Hipótesis porque se establece una suposición de algo posible o imposible para obtener una consecuencia. Demostración o refutación de la hipótesis, es decir, comprobar la suposición que se hizo de la inducción y la observación del fenómeno estudiado. Tesis o teoría científica es la conclusión o proposición razonada de los resultados del fenómenos estudiado.

estudio no debe expresar opiniones personales; estar basado en preceptos que no pueden ser falseables, es decir que las proposiciones de la ciencia no puedan resultar susceptibles de ser falseables; y deben ser reproducibles, deben poder repetirse en lugares distintos y por sujetos diferentes.

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.

Por ejemplo, los trabajos de investigación de la medicina en el campo de la ortopedia que utilizan prótesis e injertos para devolver la movilidad de una rodilla. Estos trabajos buscan el bien o lo positivo para el paciente.

En este sentido, Comte razona que el presente es 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*, es decir, las tres etapas teóricas por las que ha transitado el pensamiento de la humanidad desde su origen, veámoslo gráficamente:

1. Estado teológico o mágico o ficticio.

Es la infancia de la humanidad; el ser humano se explica los fenómenos naturales por medio de la magia, creencias o utilizando su imaginación y depositando en seres sobrenaturales o divinidades el origen y fin de la naturaleza, es decir, por sí mismo anula todo conocimiento. En la periodización histórica Comte identifica esta etapa con la del origen del hombre al feudalismo.

2. Estado metafísico o filosófico o abstracto.

Es la adolescencia de la humanidad; las explicaciones son racionales, se busca el por qué de las cosas y se sustituye a los dioses por entidades abstractas y términos metafísicos. Esta segunda etapa es identificada por Comte con la del Renacimiento a la Revolución francesa.

3. Estado científico o positivo.

Es la adultez de la humanidad; el conocimiento se basa en la observación y la experiencia, y se expresa con el recurso de la matemática. Se busca el conocimiento de las leyes de la Naturaleza para su dominio técnico. Etapa de la Revolución francesa a nuestros días. Este último estado se diferenciará por dos conceptos fundamentales uno estático, orden; y otro dinámico, progreso.

EVOLUCION_SEP.indb 62 28/11/12 17:16

Seguramente notaste que Comte compara las leyes de los tres estados con las edades del desarrollo del hombre, ¿qué significado puede tener para el desarrollo de la sociedad esta comparación?

Positivismo y desarrollo social

Estás trabajando para describir el concepto y posición del hombre en las teorías empiristas, racionalistas y solucionistas.

Durante toda tu vida académica has tenido la necesidad de consultar diversos temas en una gran variedad de textos, entre los que se encuentran las enciclopedias.

Como sabes en las enciclopedias están organizados en orden alfabético una enorme cantidad de temas, desde los más sencillos hasta reseñas históricas de países, acontecimientos de gran impacto mundial. ¿Pero cuándo y cómo nacen estos enormes libros o colecciones de libros?

Nacen en el siglo XVIII, y es 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 debe basarse en el análisis de los hechos reales y deben verificarse por la experiencia. Por lo tanto los estudiosos tienen necesidad de documentar todo aquello que surja de sus investigaciones y es entonces que Denis Diderot y Jean Le Rond d'Alembert se dan a la tarea de recopilar todo el conocimiento existente en una gran obra escrita: la célebre *Encyclopedie raisonée des sciences et des arts* (*La Enciclopedia*), entre 1751 y 1765, y en la que se concentraron escritos de pensadores tan célebres como Voltaire, Montesquieu, Rousseau y Adam Smith; y completada en 1764 con el *Dictionnaire philosophique*, de Voltaire.

La Ilustración —surgida en Francia en el siglo XVIII, al cual se conoce como Siglo de las Luces—, no se restringió sólo al ámbito de las ciencias naturales, las que como hemos visto tuvieron un auge sorprendente, sino que penetró en la vida social, política, económica y cultural, primero de Europa y luego de Hispanoamérica. Otro suceso es la Revolución Francesa, movimiento social y político que convulsionó a Francia entre 1789 y 1799 y cuyo objetivo era terminar con el sistema conocido como Antiguo Régimen, es decir, el de la monarquía absolutista y cuyos principios habrían de influir decisivamente en los movimientos de emancipación de América desde finales del siglo XVIII y gran parte del XIX. Una consecuencia más del movimiento revolucionario señalado es la **Declaración de los Derechos del Hombre y del Ciudadano**. Consulta el documento en el enlace que aparece en la cápsula adjunta, mantenlo en "tus favoritos", te será de utilidad al final de la unidad 2. Por último, citemos la **Revolución Industrial**, periodo de transformaciones socioeconómicas, tecnológicas y culturales que se extiende desde la segunda mitad del siglo XVIII hasta principios del siglo XIX, cuya influencia, igual que la Revolución Francesa se desplegó por Europa y América.

Más información en...

sobre la Declaración de los Derechos del Hombre y del Ciudadano, entra a la siguiente página: http://www.aidh.org/uni/Formation/01Home2_e.htm, conocerás más de ello.

EVOLUCION_SEP.indb 63 28/11/12 17:16

Fueron diversas las formas por las que La Ilustración cruzó el Atlántico y anidó en América, y fue en el contexto descrito y bajo su influencia que sucedieron, casi uno tras otro, los movimiento de independencia en este continente. Los iniciaron las trece colonias contra el Reino de Gran Bretaña (1775-1791) y que con el tiempo se conformarían en Estados Unidos de América; el ejemplo lo siguieron 16 colonias españolas que entre los años de 1811 a 1825 se emanciparon de la Metrópoli; como recordarás entre ellas se encontraba la Nueva España, hoy México, en 1810. La mayor parte de los movimientos de independencia fueron manifestaciones sociales cuyo sustento era el pueblo y sus dirigentes personas académicamente preparadas en algún grado, inclusive con estudios en Europa o militares.

1. Elabora un cuadro comparativo de algunas de las aportaciones sociales del positivismo en el siglo XIX y que han llegado hasta este siglo. No olvides situar las épocas históricas.

Aportación	Siglo XIX	Siglo XXI

Estás trabajando para argumentar la influencia de la teoría evolutiva de Darwin en las ideas científicas, así como en la explicación marxista de los procesos históricos y en el pensamiento teológico.

Marx y etapas históricas

¿Has escuchado la frase: "La religión es el opio del pueblo"? Pareciera que quien la dijo es un ateo consumado, sin embargo la interpretación que se ha dado a esta sentencia se ha desvirtuado, ya que surge de las ideas evolucionistas de los siglos anteriores al XIX. ¿Cuál podría ser tu interpretación ahora que has estudiado y reflexionado sobre este tema desde varias perspectivas?

Fue Friedrich Engels, filósofo y revolucionario alemán, amigo y colaborador de Marx, quien en su obra *Anti-Dühring* introdujo el concepto de **materialismo histórico** en la teoría marxista de la sociedad. Marx, filósofo, político y periodista alemán, conocido como el padre del socialismo científico, del comunismo moderno y del marxismo, escribió el *Manifiesto del partido comunista* y *El Capital*, obras en las que convergen influencias de pensadores de los siglos XVIII y XIX como Hegel, David Ricardo, Proudhon, Sismondi, Feurerbach, Blanqui; y de conceptos

EVOLUCION_SEP.indb 64 28/11/12 17:16

Sobre Karl Marx busca en algún diccionario enciclopédico a tu alcance, debe haberlo en la biblioteca pública de tu comunidad, o entra a una página en Internet donde puedas consultar su biografía. También puedes teclear *lucha de clases* o *materialismo histórico*, para ampliar tus conocimientos.

Consulta también sobre Hegel, David Ricardo, Proudhon, Sismondi, Feurerbach, Blanqui para que conozcas más de estos pensadores.

empleados por ellos mismos como **dialéctica**, **lucha de clases**, **proletariado**, **liberalismo**, **abolición de las clases sociales**. Pero son Marx y Engels quienes conceptúan esas categorías en una metodología analítica y logran elaborar una teoría explicativa no sólo del pasado, sino del futuro de la sociedad.

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; la realidad presente está compuesta por niveles y los más antiguos determinan a los más recientes o superficiales.

Sin embargo, a diferencia del positivismo, la concepción marxista ha ideado el materialismo histórico como método específico, el cual plantea que las sociedades humanas siempre han experimentado y seguirán experimentando una constante dinámica de cambio sustentada, como lo dice el mismo Marx, en las **condiciones materiales de existencia**, ligadas a la vida real y material de los individuos:

> … en la producción social de su vida los hombres establecen determinadas relaciones necesarias e independientes de su voluntad, relaciones de producción correspondientes a una fase determinada de desarrollo de sus fuerzas productivas materiales. El conjunto de estas relaciones de producción forma la estructura económica de la sociedad, la base real sobre la que se levanta la superestructura jurídica y política, y a la que corresponden determinadas formas de conciencia social. El modo de producción de la vida material condiciona el proceso de la vida social política y espiritual en general. No es la conciencia del hombre la que determina su ser sino, por el contrario, el ser social es lo que determina su conciencia.

glosario

Dialéctica: conjunto de razonamientos y argumentaciones de un discurso y modo de ordenarlos.

Lucha de clases: conflicto objetivo que se da entre clases sociales con intereses opuestos y, por tanto, no entre individuos aislados; es decir, entre grupos sociales antagónicos definidos por su distinta posición en el sistema productivo; por ejemplo, entre el proletariado y la burguesía en el modo de producción capitalista.

Proletariado: en la sociedad capitalista es la clase social constituida por las personas que no poseen medios de producción (empresas, fábricas, etc.) y venden su fuerza de trabajo por un salario.

Liberalismo: sistema filosófico, económico y político que promueve las libertades civiles y se opone a cualquier forma de despotismo. Se fundamenta en el estado de derecho, democracia representativa y la división de poderes.

Abolición de las clases sociales: para Marx las clases sociales se dividen en dos grandes grupos: el proletariado y la burgesía, que se relaciona por los medios materiales de producción, y una conciencia de clase, que son los grupos de individuos que se relacionan por sus intereses socioeconómicos; para Marx, esta división no debería existir.

EVOLUCION_SEP.indb 65 28/11/12 17:16

Sobre Federico Engels busca en alguna enciclopedia o diccionario enciclopédico, o Internet. Lo que podrás conocer de Engels te puede resultar muy interesante.

Y en este contexto, dice Marx: "toda la historia de la sociedad humana, hasta nuestros días, es la historia de la lucha de clases".

La Revolución Francesa es considerado 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, de donde surgen los sindicatos, la Ley Federal del Trabajo, y otras más. Todo esto desde la perspectiva del Materialismo histórico.

Con su aporte teórico-metodológico Marx y Engels establecieron las bases para la comprensión revolucionaria del cambio social, de las futuras etapas de la sociedad. También propondrán las formas prácticas, la organización sociopolítica (partido político, sindicatos, células de base), que posibilite mantener una cohesión social de **conciencia de clase**.

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** (propietaria de los medios de producción, que obtiene un **plustrabajo** de su trabajador) y **proletariado** (poseedora de su fuerza de trabajo), 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 (producto de la producción social) sea equitativa, que derivará en el **socialismo**, que es la siguiente etapa de transición dirigida por la **dictadura del proletariado**, previo 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**, ajena a voluntarismos e individualismos, como lo eran las posiciones idealistas anteriores al materialismo histórico, o como el mismo positivismo, cuya contradicción principal radica en el estatismo de una sociedad última (positiva) y el voluntarismo individualista del hombre como motor dinámico, es decir, el orden (lo

glosario

Conciencia de clase: Comprensión de la comunidad de intereses que existe entre los miembros de una clase determinada, así como del antagonismo de esos intereses con los de la clase adversa, siempre dentro del esquema de análisis marxista.

Capitalismo: régimen económico en el que predomina el capital como elemento de producción y generador de riqueza (dinero).

Plustrabajo: tiempo de trabajo excedente. Ejemplo: si un artículo lo fabrica un obrero en cuatro horas de la jornada laboral, y que es suficiente para pagar el valor de la fuerza de trabajo; el tiempo restante es el plustrabajo, es dicir las cuatro horas restantes de la jornada laboral establecida.

Socialismo: es la etapa de control por parte de la sociedad organizada como un entero sobre todos sus elementos integrantes, tanto los medios de producción como las diferentes fuerzas de trabajo aplicadas en las mismas. El socialismo implica, por tanto, una planificación y una organización colectiva y consciente de la vida social y económica.

Comunismo: (de común), etapa de la organización social y económica, es una asociación basada en la comunidad de los medios sociales de producción y los bienes que con ellos se producen, mediante la participación directa de sus miembros en un ámbito de vida colectiva. A diferencia de lo que acontece en el socialismo, el comunismo implica el fin de la división social del trabajo y del dinero.

Materialismo histórico: ciencia social de carácter científico que afirma que la causa determinante de toda realidad histórica y social se fundamenta en su estructura económica.

EVOLUCION_SEP.indb 66 28/11/12 17:16

establecido inmutable) y el progreso (sólo cuando se quiera o sea necesario y en un grado determinado o cuando la "evolución" así lo determine). 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 esa misma línea es que actúan las condiciones materiales en la vida real del ser humano, pero con la diferencia de que éste es *consciente* de esas condiciones, lo cual le permite transformarlas mediante la lucha social. 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.

En conclusión, al analizar la frase: "La religión es el opio de los pueblos", Marx se refería a que la 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.

Realiza en tu cuaderno lo que se solicita a continuación.

1. Elabora una cronología en la que presentes las teorías más importantes sobre la evolución.
2. ¿Crees que la teoría de la evolución planteada por Darwin es parte de la evolución del pensamiento en la sociedad? Fundamenta tu respuesta.
3. Establece cuál es la relación entre la evolución y el progreso social.

Para terminar la unidad

Recuerda que... La teoría de la evolución cambió por completo la idea que el hombre tenía en relación con los seres vivos, los que se pensaba habían sido siempre los mismos e iguales desde que aparecieron sobre la Tierra hasta la actualidad. La propuesta de Darwin planteó que los seres vivos cambiaban, evolucionaban a través del tiempo, prevaleciendo aquellos que tenían las características que les permitian sobrevivir.

En esta unidad hemos revisado los aspectos básicos asociados a la evolución: su definición, las evidencias que la demuestran, así como el desarrollo histórico que tuvo la teoría de la evolución propuesta por Darwin.

EVOLUCION_SEP.indb 67 28/11/12 17:16

Autoevaluación de la Unidad 1

Es momento de hacer una breve reflexión sobre tu aprendizaje, por lo que te proponemos que lo evalúes; para esto te presentamos la siguiente rúbrica. Marca en la casilla que mejor describa los saberes y habilidades que has desarrollado en la que: 3 significa que has comprendido y realizado lo que se indica *Muy bien*; 2 *Suficiente*; *1 No suficiente*. La columna *Debo hacer...* te ayudará a reflexionar en los aspectos que debes reforzar para lograr las metas propuestas al inicio del módulo, ahí anotarás las estrategias que utilizarás para mejorar las áreas en las que aun no estás listo.

Marca con una ✓ el nivel que consideres has alcanzado en tu preparación.

	3	2	1	Debo hacer para mejorar mi desempeño
Comparo los principios de las diferentes teorías de la evolución abordadas en la Unidad.				
Explico el proceso de evolución según la teoría de Darwin-Wallace y resalto los puntos principales que lo sustentan.				
Explico las características de cambio en la evolución de una especie.				
Reconozco la biodiversidad como producto de la evolución.				
Describo el concepto y posición del hombre en las teorías empiristas, racionalistas y evolucionistas.				
Argumento la influencia de la teoría evolutiva de Darwin en las ideas científicas, así como en la explicación marxista de los procesos históricos y en el pensamiento teológico.				
Puntaje total				

Si tu puntuación total es entre 15 y 18 tu evaluación de la unidad es muy buena, si obtienes entre 14 y 10 puntos es suficiente. Si obtienes 9 o menos puntos es necesario que vuelvas a estudiar aquellos temas en los que estás débil.

EVOLUCION_SEP.indb 68 28/11/12 17:16

UNIDAD

2

Biodiversidad

¿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 ha 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 que 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 la eugenesia (Raza Aria y Apartheid) con los conceptos de la 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 teoría 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.

¿Cómo organizaré mi estudio?

Para que puedas concluir esta unidad en el tiempo estimado, te sugerimos que lleves a cabo el estudio de los temas que integran la unidad de la siguiente forma:

Unidad 2	Semana 1	Semana 2	Semana 3	Semana 4	Semana 5	Semana 6
Biodiversidad	Leyes de Mendel 1ª Ley de Mendel 2ª Ley de Mendel Cuadros de Punnett	Teoría cromosómica Mecanismos de la herencia mendellana	Variabilidad genética -Mutación -Recombinación	Teoría Neo darwinista -Genética de poblaciones y poza genética Teoría Sintética	Galton y la ideología Eugenésica Conflictos sociales entre razas. Raza Aria Apartheid Selección artificial Esterilización forzosa	Genética molecular
	5 horas	5 horas	5 horas	5 horas	5 horas	5 horas

Para organizar tu trabajo recuerda que:

- Requieres un estimado de 30 horas para esta unidad.
- Es recomendable que estudies en sesiones de 1 hora como mínimo para que puedas completar procesos y actividades.
- Para el estudio de la unidad necesitarás un cuaderno u hojas blancas y un folder para guardar tus trabajos ya que deberás revisar las respuestas a las actividades propuestas para concluir la unidad.
- Necesitarás consultar información en Internet, ya sea en tu casa, con un amigo o en un café Internet, también puedes acudir a los módulos instalados en lugares públicos, como bibliotecas públicas o estaciones de transporte colectivo de algunas ciudades.

¿Cuáles serán los resultados de mi trabajo?

Al finalizar el estudio de esta unidad podrás:

- Relacionar el origen de corrientes ideológicas, como la eugenesia (Raza Aria y Apartheid), con los conceptos de la herencia en políticas gubernamentales actuales.

EVOLUCION_SEP.indb 70 28/11/12 17:16

- Explicar los diferentes tipos de mutaciones en las especies.
- Explicar situaciones de la vida cotidiana mediante la aplicación de las leyes de la herencia.
- Explicar los mecanismos de la herencia a través de la división celular.
- Argumentar tu postura ante la aplicación de políticas gubernamentales sobre la selección artificial en el ser humano.
- Argumentar las diferencias y coincidencias que soportan el punto de vista de la teoría de la evolución a nivel de especie y a nivel de población.
- Explicar las razones que impulsaron una reclasificación de los organismos desde Aristóteles hasta la genética molecular.
- Explicar la manera en que el mundo vivo ha llegado a la diversidad actual, usando mecanismos de la herencia y la evolución.

INICIO

Herencia, eugenesia y raza humana

Padres negros tuvieron un hijo blanco

Por: REDACCIÓN ELTIEMPO.COM | 3:06 p.m. | 16 de Mayo del 2011

Los médicos aseguran que se trata de una rara mutación genética, pero no es un caso de albinismo.

El nacimiento ocurrió hace 11 semanas en la clínica de Leicester Royal Infirmary (Reino Unido). El padre del bebé, Francis Tshibangu, admitió a los medios que su primera reacción fue de asombro y que lo primero que pensó fue: "Wow, ¿realmente es hijo mío?".

La noticia la dio a conocer el diario británico Daily Mail, en su página de Internet. "Estaba muy aturdido para hablar y pude ver los rostros de los doctores mirándose unos a otros y pensando que el bebé podría no ser mío", dijo el papá de Daniel, el recién nacido.

"Entonces Arlette (la mamá del niño) y yo nos miramos y sonreímos y ahí fue que supe que era mío. He estado con mi esposa por tres años y jamás ha habido duda de alguna infidelidad, pero al ver la piel blanca del bebé estaba sorprendido como para afirmar lo último", indicó Tshibangu.

Tshibangu, un estudiante de sociología de 28 años agregó: "La reacción inicial de las enfermeras debió ser que Arlette había tenido una aventura amorosa. Cuando me incliné para besar a mi esposa tuve una oportunidad de mirar mejor sus rasgos y vi que se parecía mucho a mí y a Arlette. Tiene mi nariz y los labios de mi esposa".

"Todo lo que puedo decir es que Daniel es un milagro para nosotros, y aunque la primera reacción fue de sorpresa por su piel blanca, me siento bendecido. Es hermoso", manifestó el padre.

La mamá, de 25 años, dijo: "La reacción en la sala de operaciones fue de silencio por la sorpresa, incluyéndome. Todo el mundo se preguntaba por qué había tenido un bebé blanco".

Este caso puede parecer extraño o, como pensaron los médicos y el padre del bebé, ser producto da la infidelidad de la madre, sin embargo no fue así, hay una explicación para que el niño naciera blanco y no negro como sus progenitores.

EVOLUCION_SEP.indb 71 28/11/12 17:16

Sobre Gregor Mendel, busca en algún libro de genética general disponible en la biblioteca pública de tu comunidad, o en alguna página electrónica como: http://redescolar.ilce.edu.mx/redescolar/publicaciones/publi_quepaso/gregorio_mendel.htm, donde encontrarás información importante sobre el trabajo de este monje científico.

Gregor Mendel, hoy reconocido como el padre de la genética, es el caso del científico "trunco". Es decir, que debido a que tuvo que dedicarse a las labores propias de la administración del monasterio al que pertenecía no le fue posible continuar experimentando; de haberlo hecho es seguro que hubiera descubierto algunas otras "sorpresas" que los genes nos deparan. La nota informativa anterior nos muestra que después de 146 años de que Mendel publicó los resultados de sus investigaciones los genes nos siguen sorprendiendo. Y es que no es para menos, porque aunque ha pasado más de un siglo del redescubrimiento de Mendel por Hugo de Vries y William Batenson; muchos años de la teoría cromosómica de la herencia de Theodore Boveri y Walter Sutton; de la comprobación de la teoría de Mendel por Ronald Aylmer Fisher; del reforzamiento mendeliano de Thomas Hunt Morgan; del descubrimiento de la estructura del ADN por James Watson y Francis Crick; y que a principios de este siglo finalizó el Proyecto Genoma Humano, todavía el futuro en materias de genética no deja de ser inquietante. Hoy se ha concebido el *Proyecto Proteoma Humano*, el cual, aseguran los investigadores, nos depara más información y, por qué no, más sorpresas. Así que debemos estar atentos al futuro de la genómica, porque no es ingenuo afirmar que los genes son una "caja de sorpresas", habrá quien piense que pueden ser una "caja de Pandora" en cada ser humano.

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 la unidad anterior se planteó la importancia que representa la variación morfológica para la evolución por selección natural, y cómo la selección natural explica la diversidad biológica. La teoría de Darwin se basa en la variación de los atributos morfológicos de los organismos; esta diversidad ocasiona que se desarrollen capacidades diferentes para sobrevivir y reproducirse. Sin embargo, Darwin desconocía los mecanismos de la herencia, eso, en parte, desacreditó su teoría a finales del siglo XIX.

Estás trabajando para argumentar las diferencias y coincidencias que soportan el punto de vista de la teoría de la evolución a nivel de especie y a nivel de población.

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.

¿Sabes qué es la herencia? ¿Crees que la herencia y las políticas gubernamentales tienen relación entre sí?

DESARROLLO

Aunque estemos sanos existe la posibilidad de tener hijos con enfermedades genéticas. Sin embargo, conocer la frecuencia con la que ocurren ese tipo de alteraciones en una población posibilita a los involucrados asumir las decisiones correctas

EVOLUCION_SEP.indb 72 28/11/12 17:16

de acuerdo a su punto de vista, aunque eso también implica a su entorno, es decir, a la salud pública.

El estudio de las leyes de la herencia nos permite comprender los mecanismos por los cuales algunas enfermedades y otros rasgos de los individuos se transmiten por generaciones. Hay muchas enfermedades que pueden tener una base genética, por ejemplo, algunos tipos de diabetes. En la actualidad los enfermos de diabetes diagnosticados por un médico y que cumplen un tratamiento adecuado tienen la posibilidad de incrementar sus expectativas y calidad de vida. Sin embargo hay otras enfermedades, como la fibrosis quística o la de Tay Sachs que son mortales para las personas afectadas.

Estás trabajando para relacionar el origen de corrientes ideológicas como la eugenesia (Raza Aria y Apartheid) con los conceptos de la herencia en políticas gubernamentales y para argumentar tu postura ante la aplicación de políticas gubernamentales sobre la selección artificial en el ser humano.

Sobre la Fibrosis quística (también llamada FQ): según la Asociación Mexicana de Fibrosis Quística [http://fibrosisquistica.org.mx/home/index.php?id=13], es una de las enfermedades genéticas más graves y frecuentes en niños, la cual sin un diagnóstico oportuno y un tratamiento adecuado lleva a la muerte en etapas tempranas de la vida. La fibrosis quística es una enfermedad que afecta los pulmones, el sistema digestivo y las glándulas sudoríparas entre otras.

Sobre la Enfermedad de Tay Sachs: es una enfermedad mortal del sistema nervioso que se transmite de padres a hijos. La enfermedad de Tay Sachs ocurre cuando el cuerpo carece de hexosaminidasa A, una proteína que ayuda a descomponer un químico que se encuentra en el tejido nervioso llamado gangliósido. Sin esta proteína los gangliósidos, en particular los gangliósidos GM2, se acumulan en las células, especialmente en las neuronas. La enfermedad de Tay Sachs es causada por un gen defectuoso en el cromosoma 15. Cuando ambos padres portan el gen defectuoso para esta enfermedad el hijo tiene un 25% de probabilidades de desarrollarla. El niño tiene que recibir dos copias del gen defectuoso, una de cada uno de los padres, para resultar enfermo. Si sólo uno de los padres le transmite dicho gen defectuoso el niño se denomina portador y no se enfermará, pero tendrá el potencial de transmitirle la enfermedad a sus hijos. Tomado de: <http://www.umm.edu/esp_ency/article/001417.htm#ixzz 1xseU9gcG> [Consulta 29/05/2012]

La posibilidad de tener genes que expresan ciertas enfermedades puede cambiar en los distintos grupos humanos debido a algunas costumbres culturales, por ejemplo, casarse entre miembros de una misma etnia, clase social o creencia religiosa; o aspectos históricos relacionados con el aislamiento o la fundación de comunidades cuya población es reducida. Por ejemplo, la enfermedad de Tay Sachs es más frecuente entre la población de origen judío, mientras que la fibrosis quística lo es en la población caucásica (blanca) de Europa.

Para comprender los mecanismos de la herencia y las implicaciones evolutivas de las enfermedades genéticas, primero revisaremos de forma breve la historia del estudio de la herencia y su relación con la teoría de la evolución; después estudiaremos los principios básicos de las leyes de la herencia, sus nexos con el estudio de las poblaciones y sus consecuencias evolutivas.

EVOLUCION_SEP.indb 73 28/11/12 17:16

Estás trabajando para explicar situaciones de la vida cotidiana mediante la aplicación de las leyes de la herencia.

Leyes de Mendel

Gregor Johann Mendel (1822-1884) descubrió los mecanismos de la herencia y se convirtió en el padre de la genética, porque sus experimentos abrieron la puerta de esta importante rama de la biología. Los resultados de sus experimentos los dio a conocer en 1865 y postuló las que conocemos como leyes de Mendel.

Para explicarnos la evolución biológica debemos comprender las leyes de la herencia, por lo que referiremos los experimentos que realizó Mendel con chícharos y a partir de aquéllos las leyes que propuso.

El siguiente cuadro muestra la definición de algunos conceptos que son de uso común en genética.

Gregor Johann Mendel, nació en Heinzendorf, Austria. Fue un monje agustino católico y naturalista. Sus primeros trabajos en genética los realizó mediante el cruce de semillas como la de chícharo.

glosario

Cromosomas homólogos: par de cromosomas que se encuentran en la misma célula y que contienen el mismo tipo de información, siendo uno de los cromosomas de origen paterno y el otro materno

Autosoma: cromosoma distinto de los cromosomas sexuales.

Concepto clave	Definición
Alelos	Formas alternativas de un mismo gen que ocupan las mismas posiciones (locus) en cromosomas homólogos". Ejemplo, en los chícharos, el color de la semilla puede tener dos opciones: amarillo o verde.
Codominancia	Tipo de herencia no mendeliana en la que la expresión de un alelo no domina sobre el otro. En este caso suelen aparecer tres fenotipos: los dos extremos, y uno con una apariencia intermedia entre ambos, que corresponde al ejemplar heterocigoto. La codominancia y otros patrones de herencia constituyen excepciones a las leyes de Mendel, por lo que se dice que se trata de herencia no mendeliana.
Cromosoma	Estructura celular formada por proteínas y ADN. El ADN es la molécula que porta la información genética como genes que se encuentran distribuidos de manera lineal a lo largo de la molécula. La especie humana tiene 23 cromosomas en cada célula reproductora (óvulo o espermatozoide) y 23 pares (46 cromosomas) en el resto de las células del cuerpo (llamadas células somáticas). A su vez, los cromosomas se clasifican en autosomas y en *cromosomas sexuales*.
Gameto	Célula sexual haploide de los organismos pluricelulares originada por meiosis a partir de las células germinales (células diploides); los gametos reciben nombres diferentes de acuerdo al sexo del portador: óvulo (femenino) y espermatozoide (masculino).
Gen	Secuencia ordenada de nucleótidos en la molécula de ADN que contiene la información necesaria para la síntesis de una macromolécula con función celular específica, normalmente proteínas.
Genotipo	Información genética que posee un organismo en particular, es decir, conjunto de genes de un organismo.
Haploide	Célula u organismo que tiene en sus células un sólo juego de cromosomas. En la especie humana solamente los gametos (óvulo o espermatozoide) son haploides. La *ploidía* de una célula u organismo se simboliza por la letra n (ene minúscula). Si el ser humano tiene 46 cromosomas, entonces sus gametos, que son haploides, tendrán 23n.

Para saber más

Busca en Youtube algún video que presente ejemplos de mitosis en las células, como pueden ser: http://www.youtube.com/watch?v=N4fcgu2nAyk, entre otras muchas, o consulta algún libro de Biología para Educación Media Superior.

EVOLUCION_SEP.indb 74 28/11/12 17:16

Concepto clave	Definición
Diploide	Célula u organismo que tiene en sus células un juego adicional de cromosomas, y es por lo tanto 2n.
Homocigoto	Individuo que porta dos genes iguales (recesivos o dominantes) que determinan una característica; se dice que es homocigoto para ese rasgo.
Heterocigoto	Individuo que porta dos genes distintos que determinan una misma característica (uno puede ser recesivo y el otro dominante). Al individuo que lo porta se le denomina heterocigoto. Cuando hay codominancia es posible determinar los genotipos heterocigotos; sin embargo, en el caso de dominancia, el genotipo heterocigoto se verá igual que el genotipo del homocigoto dominante.
Fenotipo	Rasgos externos de un organismo debidos a las interacciones del genotipo y el ambiente. Es la expresión del genotipo.
Meiosis	Cuando las células se dividen por mitosis cada célula hija tiene la misma información genética (2n). A diferencia de esas células, los gametos son el resultado de la meiosis, por lo que las células sexuales sólo tienen la mitad de información genética (n), por lo tanto son haploides, y únicamente producen gametos con un alelo por cada gen. Si se considera un caso simple en el que para un gen sólo hay dos alelos, los gametos podrían tener el alelo A o el alelo a. Durante la meiosis ocurre una recombinación de información genética heredada del padre y la madre. Por tanto el nuevo individuo hereda información genética única y nueva, y no un cromosoma íntegro de cada uno de sus progenitores. La separación de los cromosomas paternos y maternos recombinados se realiza completamente al azar, lo cual contribuye al aumento de la diversidad genética. Esto es muy importante para la evolución por selección natural, porque esta fuerza evolutiva actúa sobre la variación genética.
Mitosis	Proceso por el cual una célula se divide y da lugar a dos células hijas. Durante la mitosis se reparten equitativamente un juego completo de *cromosomas* (ver arriba) de forma que ambas células hijas tienen la misma información en términos de cantidad de cromosomas (es decir, tienen la misma ploidía) y también en calidad (los mismos alelos) entre sí y con respecto a la célula madre.
Nucleótido	Molécula orgánica formada por la unión covalente de un monosacárido de cinco carbonos (pentosa), una base nitrogenada y un grupo fosfato. Existen dos tipos de nucleótidos de acuerdo con el tipo de pentosa que presenten: ribonucleótidos si presentan ribosa, o desoxirribonucleótidos si presentan desoxirribosa. La unión covalente de cada tipo de nucleótidos da como resultado un tipo específico de ácido nucleico: en el caso del ADN (ver en el texto) se trata de desoxirribonucleótidos y en el caso del ARN de ribonucleótidos.

Para saber más

Las herencias no mendelianas son aquellas cuya transmisión no se puede predecir con base en las leyes mendelianas de segregación unigénicas y segregación independiente. Su estudio es tema de cursos avanzados de genética; si tienes interés en el tema, ingresa a alguna página como: <http://med.javeriana.edu.co/morfologia/Embriologia/Regulacion%20Genetica%20del%20desarrollo%20humano%203/INTRODUCCION.htm>, o alguna otra que encuentres en Internet. Puedes también buscarlo en libros especializados de Genética a nivel superior.

El color de los ojos es un carácter hereditario en el que influyen varios genes.

A pesar de que los genes han resuelto muchas dudas sobre los caracteres heredados aun sigue habiendo personas que ponen en tela de juicio la moralidad de uno de los padres ante el nacimiento de un niño caucásico cuando los procreadores son latinos. ¿Crees que es justificable desconfiar de la pareja?, ¿se debe juzgar a la

EVOLUCION_SEP.indb 75 28/11/12 17:16

pareja sólo porque los hijos no heredan los mismos rasgos que las familias de sus progenitores?

Responde las preguntas en tu cuaderno una vez que las hayas analizado.

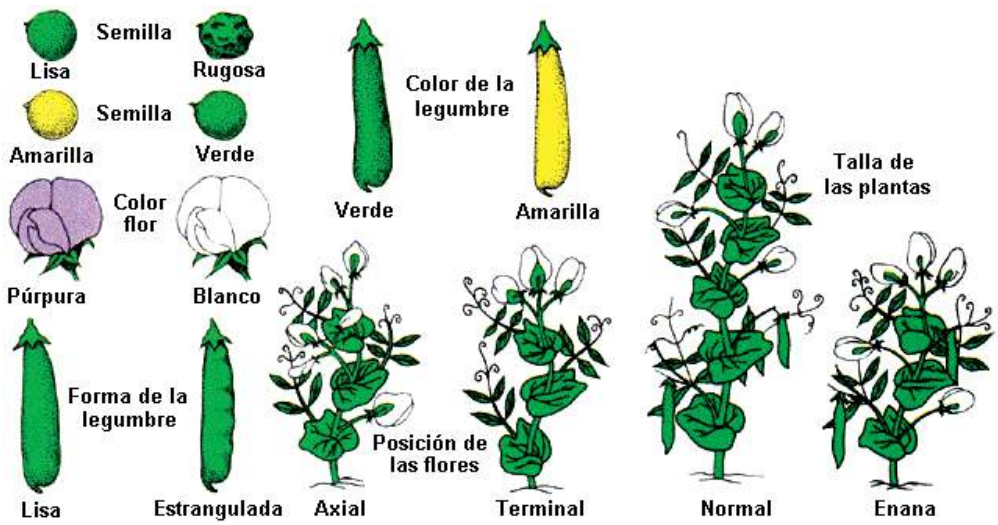
La genética mendeliana utiliza una simbología específica, misma que te ayudará a comprender los mecanismos asociados a las cruzas de acuerdo al procedimiento de Mendel:

- 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.

glosario

Diploide: (2n) célula que tienen doble número de cromosomas (a diferencia de los gametos), es decir, poseen dos series de cromosomas.

En la figura de la página 79 se muestra una cruza mendeliana con base en lo expuesto.



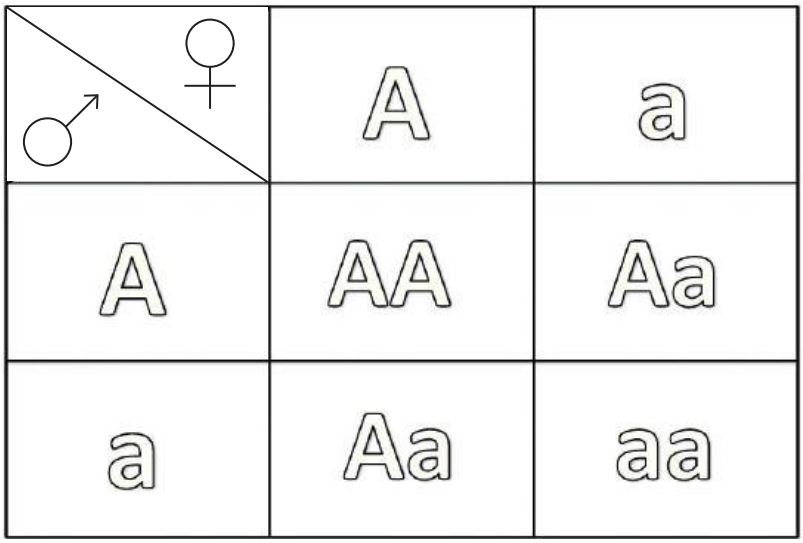
Caracteres estudiados por Mendel

EVOLUCION_SEP.indb 76 28/11/12 17:16

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.

La tabla es un cuadro de doble entrada que representa la forma en que se realizan las combinaciones aleatorias de los alelos parentales en su descendencia y permite determinar la probabilidad de que se tenga o no un genotipo.



Más información en...

El cuadro de Punnett es un diagrama gráfico en forma de tablero, que se utiliza para representar proporciones genéticas en el que se muestran todas las posibles combinaciones de gametos masculinos y femeninos cuando se cruzan uno o más pares de alelos independientes. Las letras que representan los gametos masculinos se sitúan en el eje Y y las que representan los femeninos a lo largo del eje X, los resultados se disponen en los cuadrados de cruce.

Si este tema parece complejo, te sugerimos que consultes en Internet escribiendo las palabras *cuadro de Punnett*, ahí encontrarás información para despejar tus dudas; te recomendamos la siguiente liga: <http://es.wikipedia.org/wiki/Cuadro_de_Punnett>. [Consulta: 27/05/2012].

Primera ley de Mendel

Estás trabajando para explicar situaciones de la vida cotidiana mediante la aplicación de las leyes de la herencia.

En sus experimentos Mendel utilizó chícharos, que cruzó para obtener características alternativas. Los chícharos tienen la ventaja de ser fáciles de conseguir, producen muchos descendientes, hay variedades diferentes, es decir, tienen variabilidad genética, se pueden autopolinizar y, hasta cierto punto, es posible realizar entrecruzamientos entre las diferentes variedades. Además gracias a estas características se pueden obtener líneas puras u homocigotas, las cuales consisten en grupos de organismos en los que se mantiene un carácter estable a lo largo de varias generaciones, ello sugiere que tienen un mismo alelo que va pasando de generación en generación.

Se habla de organismos híbridos o heterocigotos cuando la descendencia de ellos no es uniforme, como se explicará más adelante.

EVOLUCION_SEP.indb 77 28/11/12 17:16

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

Modificada de <http://recursos.cnice.mec.es/biologia/bachillerato/segundo/biologia/ud05/02_05_04_01_01.html>

glosario

Carácter (plural: **caracteres**): en Genética, es el rasgo observable de un organismo.

Mendel eligió siete **caracteres** distintos, como puedes ver en la tabla anterior, y en cada experimento estudió uno de ellos a la vez. En un momento estudió la talla de las plantas. Un grupo de plantas eran altas y otro enanas. Mendel cruzó *selectivamente* individuos de una línea pura de plantas altas con individuos de otra línea pura de plantas enanas, recolectó las semillas y las puso a germinar. Cuando las plantas que resultaron de dicha cruza crecieron, midió las tallas de las plantas maduras y registró cuántas se parecían a uno de los progenitores y cuántas al otro. Sorpresivamente, pues no lo esperaba así, encontró que no había plantas de tamaño intermedio, sino que *todas* tenían la misma talla que uno de los progenitores.

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 les 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 sólo carácter se denominan **cruza monohíbrida**

Parental		
Fenotipo	**Tallo Alto**	**Tallo Bajo**
Genotipo (ambas letras son iguales, pues se trata de individuos provenientes de líneas puras)	AA	aa
Gametogénesis (Durante este proceso ocurre la meiosis)	↓	↓
Gametos (recordar que son haploides y solamente hay un tipo de gameto)	A	a
Cruza (aquí se simboliza el alelo que aporta cada gameto, la X simboliza el apareamiento)	A X a	

EVOLUCION_SEP.indb 78 28/11/12 17:16

Cuadro de Punnett para la cruza monohíbrida de P

		a	a
Nota: Se representan los alelos repetidos porque provienen de plantas diploides	A	Aa	Aa
	A	Aa	Aa

Resultado en F1: Todos son Aa, es decir son heterocigotos en su genotipo y su fenotipo es el de la planta con el carácter dominante, simbolizado por la mayúscula. La definición de F1 siempre implica que todos los descendientes de una cruza entre homocigotos son fenotípicamente iguales.

Autofertilización de F1		
Fenotipo	**Tallo Alto**	**Tallo Alto**
Genotipo	Aa	Aa
Ocurre la Gametogénesis	↓	↓
Gametos (recordar que son haploides y en este caso hay dos tipos de gametos, donde cada uno lleva un alelo distinto)	A, a	A, a
Cruza (aquí se simboliza el alelo que aporta cada gameto, la X simboliza el apareamiento)	Aa X Aa	

Cuadro de Punnett para la cruza monohíbrida de F1

		A	a
Nota: Ahora cada progenitor aporta un alelo diferente en cada gameto.	A	AA	Aa
	a	Aa	aa

Resultado en F2: Ahora, como hay dos tipos de gametos cada uno aportando un alelo diferente y se cruza con otro individuo que también tiene dos gametos, los posibles resultados son 4 (=2X2), de los cuales dos son equivalentes y corresponden al genotipo heterocigoto (hay 2Aa) y en los otros dos resultados se obtienen los genotipos de la línea parental (AA y aa). Sin embargo solamente se van a observar dos fenotipos: 3 de 4 casos (el 75%) tienen el alelo dominante (1AA + 2Aa) y solamente 1 de 4 (el 25%)tiene ambos alelos recesivos (1aa). ¿Entiendes ahora el significado de dominancia? No se puede saber de antemano si un alelo es recesivo a menos que se hagan las cruzas respectivas con otro individuo que tenga un fenotipo contrastante y esos caracteres sean independientes de cualquier otro.

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.

EVOLUCION_SEP.indb 79 28/11/12 17:16

- 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 probabilidad. Este patrón se conoce como Primera ley de Mendel. **En el caso de animales, el espermatozoide es un gameto y el óvulo es otro, que al unirse forman una célula llamada huevo o** cigoto.

Con la información anterior contesta los siguientes problemas en tu cuaderno.

Problema 1. Tienes plantas de chícharo con semillas lisas homocigotas, las cuales cruzas con plantas homocigotas rugosas. Resulta que la característica lisa es dominante sobre la rugosa.

Realiza lo siguiente en tu cuaderno:

1. Asigna las letras D y d para los alelos dominante y recesivo, respectivamente.
2. Utiliza un cuadro de Punnett para hacer las cruzas.
3. Obtén la proporción de los genotipos para la primera y segunda generaciones de plantas.

A partir de tus resultados contesta las siguientes preguntas:

a. ¿Qué genotipo y fenotipo presentaron las plantas de la primera generación (F1)?

b. ¿Fenotipo y genotipo de la segunda generación de plantas (F2) fueron diferentes a los de la primera? Fundamenta tu respuesta con base en el resultado obtenido.

Verifica tus respuestas en el Apéndice 1.

EVOLUCION_SEP.indb 80 28/11/12 17:16

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**). Ambos eran homocigotos para cada una de las características, por lo que tenían el genotipo que se muestra en la figura siguiente, donde *R* representa la forma de la semilla y *Y* el color.

glosario

Cruza dihíbrida: Experimento en el cual se fecundan dos individuos que difieren en dos caracteres al mismo tiempo y que se realiza usando líneas puras.

Asimismo, el resultado de la cruza dihíbrida se presenta en la figura siguiente.

Parental		
Fenotipo de P	Semillas redondas y amarillas	Semillas rugosas y verdes
Genotipo	RRYY	rryy
Gametogénesis		
Gametos	RY	ry
Cruza	RY X ry	
F1	RrYy	
Fenotipo de F1	Todas las plantas producen semillas redondas y amarillas	

Estás trabajando para explicar los diferentes tipos de mutaciones en las especies.

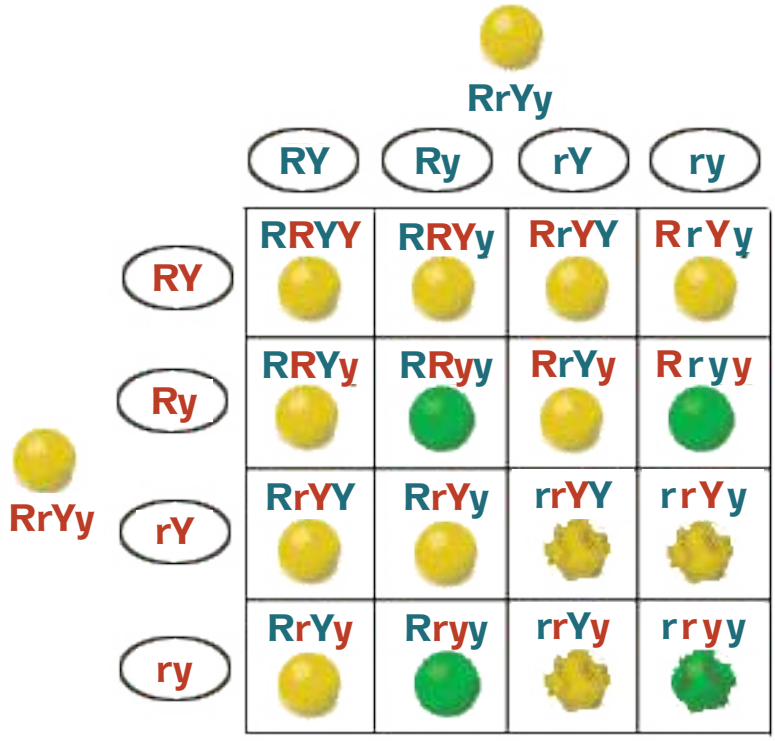
El esquema anterior presenta los fenotipos y los genotipos de las líneas puras.

EVOLUCION_SEP.indb 81 28/11/12 17:16

Entonces el cuadro de Punnett de la cruza dihíbrida quedará como se observa en la figura.

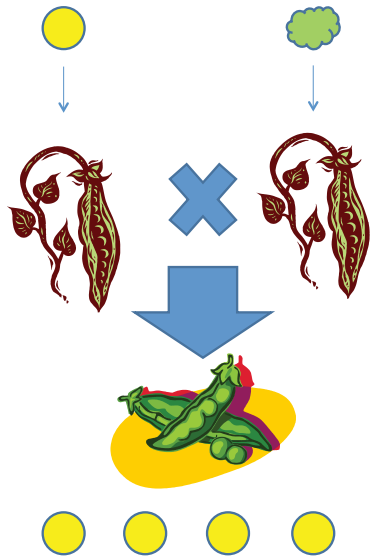
♂ \ ♀	*RY*	*Ry*	*rY*	*ry*
RY	*RRYY*	*RRYy*	*RrYY*	*RrYy*
Ry	*RRYy*	*RRyy*	*RrYy*	*Rryy*
rY	*RrYY*	*RrYy*	*rrYY*	*rrYy*
ry	*RrYy*	*Rryy*	*rrYy*	*rryy*

De la cruza dihíbrida se obtuvo el siguiente fenotipo: todas verdes y rugosas con un genotipo 100% heterocigoto.

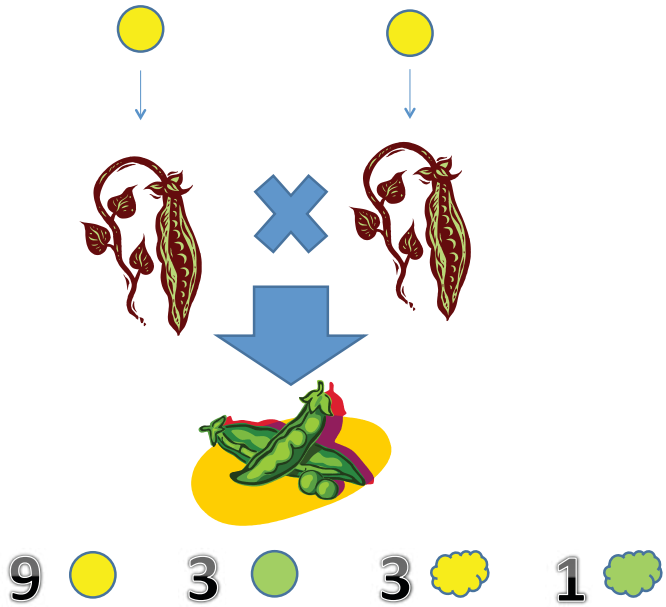


EVOLUCION_SEP.indb 82 28/11/12 17:16

La imagen representa la selección de las semillas y las plantas usadas para la cruza. Se representa con una vaina de la Filial 1, que produce todas las semillas redondas y amarillas, tal como el fenotipo del parental con ambos caracteres dominantes.

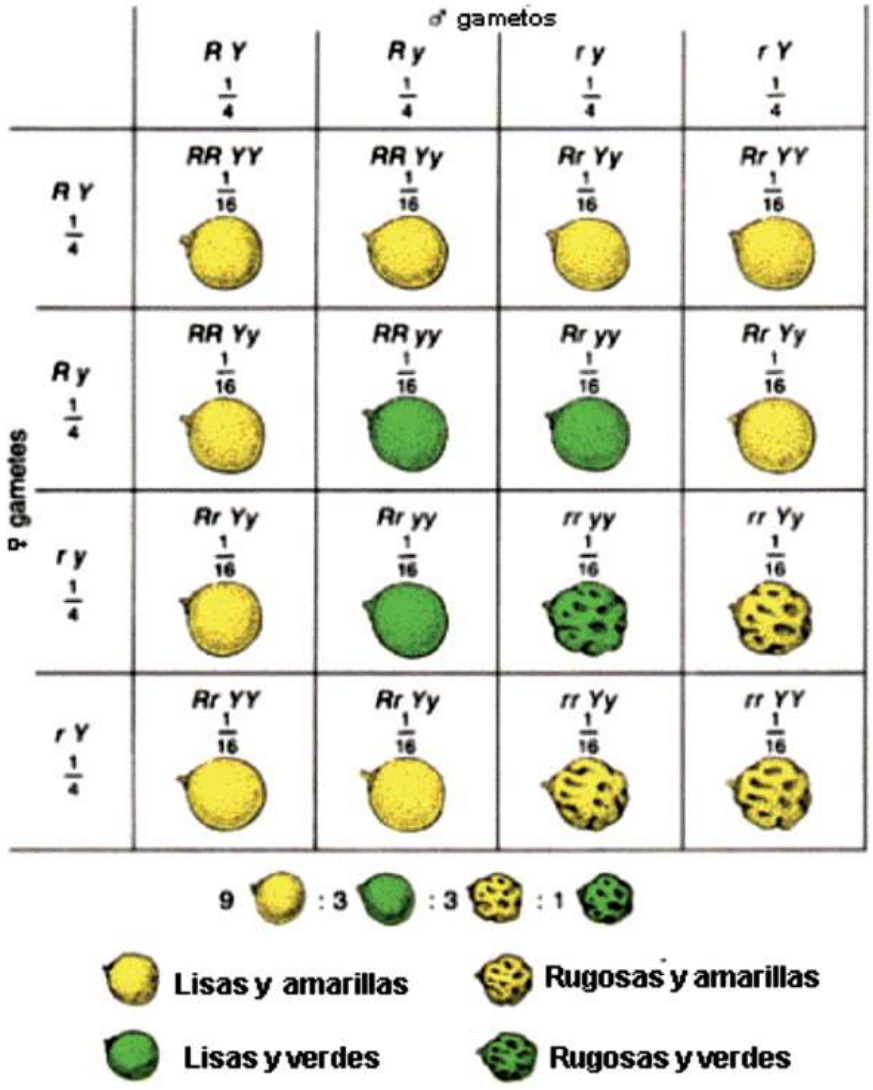


Resultado de la cruza entre plantas de la F1 en el cual se muestra el patrón de segregación de los fenotipos. Con el cuadro de Punnett que aparece en seguida se explica de dónde salen los números.



EVOLUCION_SEP.indb 83 28/11/12 17:16

El experimento continúa con el entrecruzamiento de la segunda generación, el resultado será los genotipos de la figura.



Date cuenta que el número de posibles combinaciones de genotipos es 16 (4 alelos paternos X 4 alelos maternos de la F1), pero varios de ellos son equivalentes en su fenotipo: 9 dominantes dobles (*R_Y_*); 3 que son dominantes para un primer carácter y recesivos para el segundo (*R_yy*); 3 que ahora son recesivos para el primer

Para saber más

Si un experimento de cruza dihíbrida se aleja de la proporción fenotípica (9:3:3:1), puede tener varias interpretaciones que aportaron investigaciones muy posteriores a Mendel, y se habla de patrones de herencia no mendeliana, lo cual, como hemos mencionado antes, corresponde a estudios más avanzados de Genética.

EVOLUCION_SEP.indb 84 28/11/12 17:16

carácter y dominantes para el segundo (*rrY_*) y 1 que tiene ambos caracteres recesivos (*rryy*). Esta es la proporción fenotípica (9:3:3:1) que caracteriza a una cruza dihíbrida de caracteres independientes.

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.

Como mencionamos al principio de la unidad, tanto la fibrosis quística como la enfermedad de Tay Sachs son de origen genético. Las dos enfermedades son el resultado de mutaciones que sufren los genes que regulan parte de la fisiología de los organismo que los portan. Estas mutaciones son recesivas. Los individuos heterocigotos son saludables, pero tienen el alelo que genera la enfermedad y sólo los homocigotos recesivos la expresan y mueren antes de alcanzar la edad adulta. Estos individuos heterocigotos son considerados **portadores** porque tienen en su genotipo el alelo mutante.

Si en un matrimonio de personas sanas uno de los integrantes es portador de la mutación, entonces la probabilidad con que uno de sus descendientes herede dicho alelo mutante es del 50%. Ello no quiere decir que necesariamente presente la enfermedad, es que tiene el gen portador de la misma, lo que es diferente.

Lee los siguiente planteamientos, realiza lo que se solicita y obtén una conclusión.

Una pareja que contrae matrimonio se entera de que ambos son portadores del gen que causa la enfermedad de Tay Sachs. ¿Qué probabilidad tiene de procrear un hijo saludable, portador o enfermo?

1. Determina el genotipo de los padres (asigna ***A*** al dominante y ***a*** al recesivo).

2. Elabora un cuadro de Punnett, en el lado derecho anota el genotipo de la madre y en la parte superior, el del padre. Simula las cruzas.

EVOLUCION_SEP.indb 85 28/11/12 17:16

Cuadro de Punnet

Nota: Ahora cada progenitor aporta un alelo diferente en cada gameto.			

3. Analiza el resultado obtenido y escribe la conclusión a la que llegaste.

Teoría cromosómica

Estás trabajando para explicar los mecanismos de la herencia a través de la división celular.

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. Como resultado de sus primeros estudios, los mendelianos descubrieron la **mutación**, concepto que se explicará en el apartado siguiente, al encontrar que las poblaciones de organismos utilizadas en sus experimentos presentaban variaciones. Como resultado de sus estudios y de manera paradójica los primeros **genetistas**, entre los que se contaban William Bateson (1861-1926) y Hugo De Vries (1848-1935), descalificaron la importancia de la selección natural como fuerza evolutiva.

Estos genetistas 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 al estudiar la mosca del vinagre (*Drosophila melanogaster*) se dio cuenta de que había caracteres hereditarios que se trasmiten juntos. Así llegó a la conclusión de que los genes se encuentran en los cromosomas en forma lineal, y que el intercambio de pequeños fragmentos de cromosomas corresponde al fenómeno de **recombinación**.

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

Para esos dos genetistas la evolución consistía en una secuencia de transformaciones abruptas producidas por la

glosario

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

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

Meiosis: proceso por el que a partir de una célula con un número diploide de (2n) cromosomas se obtienen cuatro células hijas haploides (n), por lo que se dice que es un tipo de división reduccional. Además es el tipo de división por medio del cual se forman los gametos y durante la meiosis ocurre la recombinación, con lo cual cada gameto tiene genes distintos.

Recombinación: es el proceso de intercambio de información genética entre cromosomas homólogos (ver definiciones al principio del capítulo)

Mitosis: es el proceso de división celular mediante el cual las células conservan toda, y la misma, información genética.

EVOLUCION_SEP.indb 86 28/11/12 17:16

aparición de mutaciones, planteamiento conocido como **teoría mutacionista**. El mutacionismo fue rechazado por los **biometristas**, defensores de la evolución por selección natural, entre los que se encontraban Francis Galton (1822-1911), Karl Pearson (1857-1936), Walter Frank Raphael Weldon (1860-1906) y Charles Benedict Davenport (1866-1944).

De la confrontación entre los biometristas y los seguidores de los principios mendelianos resultó 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**. La reconciliación entre estos dos enfoques de la genética se establece a partir de 1918, con la publicación de un artículo de Ronald A. Fisher en el que demostraba que la totalidad de los resultados obtenidos por los biometristas podrían explicarse por los principios de la herencia mendeliana.

glosario

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

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

Población: conjunto de individuos de la misma especie que vive en un lugar geográfico determinado.

La unión de la teoría de Darwin y los aportes de la genética dieron origen al neodarwinismo, mismo que fue fortalecido por científicos de disciplinas biológicas diversas como la zoología, la embriología, la botánica, la paleontología y la biogeografía, quienes unificaron su trabajo con base en los avances de sus respectivas áreas. Teoría Neodarwinista, Síntesis Evolutiva, Síntesis Moderna y Teoría Sintética de la Evolución son sinónimos. 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

Estás trabajando para explicar los mecanismos de la herencia a través de la división celular.

Hasta este momento la genética ya había acumulado una gran cantidad de evidencias acerca de la evolución de los seres vivos y de las manifestaciones de la herencia, pero aún no había una respuesta satisfactoria acerca del responsable de esos cambios.

En su libro *Biología* Alvin Nason escribe que a principios del siglo XIX los cromosomas ya se habían observado en forma de bastones oscuros en la división celular, sin embargo su posible función como portadores de la información genética se ignoró por más de un siglo.

Hoy sabemos que los cromosomas están presentes como entidades estructurales y funcionales, tanto en la célula en reposo como en la célula en división. Nason concluye que: "Los cromosomas son las bases físicas de la herencia."

En 1902 Walter Sutton (1877-1916) y Theodor Boveri (1862-1915), 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

EVOLUCION_SEP.indb 87 28/11/12 17:16

conoce como **teoría cromosómica** de Sutton y Boveri. En 1909 el genetista danés Wilhelm Ludwig Johannsen (1857-1927) acuñó el neologismo ***gen*** (del griego "que origina"), como abreviatura de la palabra *pangen* utilizada por Hugo de Vries; también ideó los términos fenotipo y genotipo, aunque no con su significado actual.

En la segunda década del siglo XX el genetista estadounidense T.H. Morgan comprobó la teoría de Sutton y Boveri y le fue posible afirmar que los cromosomas se componen de unidades o genes (sujetos a veces a cambios y mutaciones) que son portadores de la herencia, responsables de los caracteres de cada ser viviente, y que los cromosomas han determinado los cambios en los organismos en el proceso evolutivo. Los hallazgos de Morgan fueron reconocidos y aceptados hasta 1930 después de que otros investigadores comprobaron sus planteamientos. Por eso desde entonces se considera a los genes como entidades físicas hereditarias, las que se expresan a sí mismas controlando o determinando el proceso de desarrollo de la célula y por consiguiente de todo el organismo.

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*** —en latín—) sobre cada cromosoma.

Descubiertos los genes y los resultados de su unión, los cromosomas, los enigmas no se disiparon, al contrario, surgieron más incógnitas a las que no sólo la bioquímica, sino la biología molecular intentan dar respuesta. En 1920 se descubrió que en la célula había unas substancias diferenciadas a las que se les denominó **ADN** y **ARN**; pese a ello, hasta antes de 1940 no se sabía qué parte de los cromosomas era responsable de portar la información genética (pues están compuestos de ADN y de proteínas) y fue gracias al trabajo de varios investigadores que se dedujo que se trataba del ADN.

glosario

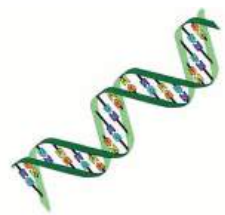
Cristalografía: técnica que utiliza un haz de rayos X que atraviesa un cristal, que al entrar en contacto con el cristal se divide en varias direcciones por la simetría y agrupación de los átomos.

Fotografía de difracción de rayos X: utiliza el principio de la cristalografía para tomar fotografías a través de un cono y la imagen obtenida es por la difracción de los rayos X en la película.

Helicoidal: estructura que tiene forma de hélice.

A partir de entonces las investigaciones para descifrar la estructura del ADN se intensificaron y en 1952 la **cristalógrafa** británica Rosalind Franklin (1920-1958) obtuvo una **fotografía de difracción de rayos X** que reveló, de manera inconfundible, la estructura **helicoidal** de la molécula del ADN. Por último, aunque más que ser el final, abría la puerta para nuevos estudios, en 1956 los investigadores teóricos James Watson y Francis Crick lograron interpretar los resultados de varios investigadores, entre ellos R. Franklin, D. Wilkins y E. Chargaff para proponer un modelo molecular del ADN. Éste resulta ser de una molécula muy larga con forma de doble hélice, lo que dio lugar a muchas explicaciones y el inicio de nuevas investigaciones y tecnologías.

EVOLUCION_SEP.indb 88 28/11/12 17:16

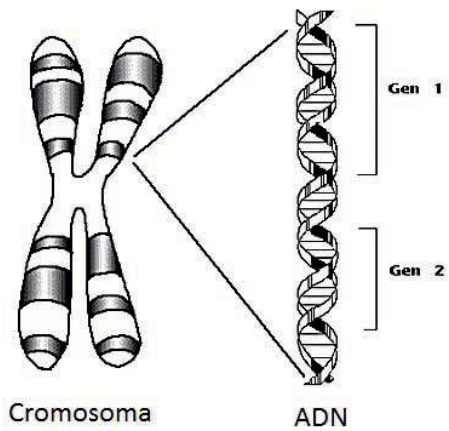


Con el descubrimiento del ADN hoy se puede conocer el origen de la identidad de una persona y de su ascendencia. Uno de tantos ejemplos, aplicado en la medicina forense, es que cuando en un desastre, natural o provocado por el hombre, se encuentran cadáveres sin identificación, las pruebas de ADN ayudan a identificar a esa persona. Cuando alguien busca a un pariente desaparecido en esas circunstancias una prueba de ADN de la persona fallecida comparado con la prueba de la persona viva que se supone familiar puede revelar si es o no quien buscaban.

En la actualidad se sabe que los cromosomas contienen ADN y que es el propio ADN la única 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 es cromosoma sexual (XX en la mujer y XY en el hombre). El sistema de determinación XY se encuentra en el ser humano y en muchos otros animales. Las hembras, siendo XX, darán gametos iguales con cromosoma X, sexo homogamético; los machos, siendo XY, darán dos tipos de gametos, uno con el cromosoma X y otro con el cromosoma Y. La probabilidad de que en la fecundación, al unirse los gametos, resulte una combinación XX (hembra) o XY (macho) es aproximadamente de 50 por ciento.

glosario

Autosoma o cromosoma somático: cualquier cromosoma que no sea sexual. En el humano, los cromosomas del par 1 al 22 son autosomas, y el par 23 corresponde a los cromosomas sexuales X y Y, también llamados heterocromosomas o gonosomas. Los rasgos o caracteres ligados a los autosomas se dice que presentan una herencia autosómica, y los rasgos o caracteres ligados a los cromosomas sexuales o heterocromosomas, como se denominan a veces, son independientes de X o de Y.



Ahora reflexiona sobre la información del apartado anterior. Los sucesos descritos ocurrieron a lo largo de 147 años. Somos afortunados porque nos ha tocado vivir en un tiempo en el que los descubrimientos científicos y el desarrollo tecnológico no sólo se suceden casi a diario, sino que también han posibilitado que un mayor número de personas pueda acceder a una gran variedad de beneficios cotidianos (productos y servicios) que la "carga" científica y tecnológica que contienen pasa desapercibida. Te invitamos a que realices la siguiente actividad:

EVOLUCION_SEP.indb 89 28/11/12 17:16

Lee el siguiente artículo sobre el descubrimiento de un gen que combate el cáncer y la obesidad.

CIENTÍFICOS DEL CENTRO NACIONAL DE INVESTIGACIONES ONCOLÓGICAS

Descubren que un gen anticáncer combate también la obesidad

Este sorprendente hallazgo podría abrir el camino para encontrar nuevas opciones terapéuticas contra el cáncer, pero también contra la obesidad e incluso contra el proceso de envejecimiento

EP - Miércoles, 7 de Marzo de 2012 - Actualizado a las 17:01h

Científicos del Centro Nacional de Investigaciones Oncológicas (CNIO) han descubierto en ratones que un gen anticáncer combate también la obesidad. Este sorprendente hallazgo, publicado en la revista 'Cell Metabolism', podría abrir el camino para encontrar nuevas opciones terapéuticas contra el cáncer, pero también contra la obesidad e incluso contra el proceso de envejecimiento.

MADRID. Este grupo, liderado por el científico del CNIO Manuel Serrano, ha demostrado también que un compuesto sintético, desarrollado dentro del centro, produce los mismos beneficios antiobesidad en animales que el gen estudiado.

Esos avances, logrados tras cinco años de trabajo, añaden peso a una hipótesis que está ganando adeptos entre los investigadores en este campo: que el cáncer y el envejecimiento, y ahora también la obesidad, son todas manifestaciones del mismo proceso global que se desarrolla en el cuerpo a medida que sus tejidos acumulan más daño del que los mecanismos naturales de reparación son capaces de manejar.

Entre estos mecanismos de reparación natural, destaca un pequeño conjunto de genes identificados, en un primer momento, por su efecto protector contra el cáncer. En los últimos años se ha demostrado que algunos de estos genes también promueven la longevidad—un trabajo también del CNIO—y jugar un importante papel en otros problemas de alta incidencia, como la diabetes o la enfermedad cardiovascular.

El equipo de Serrano se propuso averiguar si el gen Pten, uno de los cuatro genes anticáncer más potentes, podría estar vinculado a otro efecto beneficioso, sobre todo a la longevidad. Para ello, crearon **ratones transgénicos** con el doble de los niveles estándar de proteína Pten.

Los animales, como se esperaba, mostraron ser más resistentes al cáncer que sus compañeros no transgénicos. Además, vivieron de media un 12 por ciento más que el resto. Este efecto fue independiente de la resistencia al cáncer.

No es que los ratones murieran de cáncer más tarde, sino que aquellos que nunca desarrollaron cáncer también vivían más y mostraban menos síntomas de envejecimiento. Así, como esperaban, se demostró que "Pten tiene un impacto directo en la duración de la vida".

LA "VERDADERA SORPRESA"

La "verdadera sorpresa", según señalan los autores, fue que los ratones con doble dosis de Pten eran significativamente más delgados—un 28% de media—que el resto, incluso cuando comían más. Eran además más sensibles a la hormona insulina, por lo que presentaban menos riesgo de desarrollar diabetes, y sus hígados resistían mejor que los normales una dieta rica en grasas.

glosario

Ratones transgénicos: ratones modificados genéticamente por medio de técnicas de ADN recombinante

EVOLUCION_SEP.indb 90 28/11/12 17:16

Los autores buscaron la causa en un mayor gasto de energía, probando el metabolismo y el tejido graso de los animales, entre una serie de factores. Descubrieron que la respuesta era la grasa marrón, un tipo de tejido que, paradójicamente, ayuda al cuerpo a quemar la grasa acumulada alrededor del estómago y que cada vez se investiga más en todo el mundo para luchar contra la obesidad.

Precisamente, era la capacidad de Pten para activar la grasa marrón lo que explica la delgadez de los ratones que portaban copias extra de este gen. Los investigadores vieron que se podía lograr ese mismo efecto en células de grasa marrón cultivadas 'in vitro'.

"Lo que hemos visto es que los genes supresores de tumores no sólo protegen contra el cáncer, también contra el daño que acumula el cuerpo con el tiempo", explica Serrano.

La evolución ha equipado al ser humano con mecanismos que les cuidan hasta que sus hijos pueden sobrevivir solos. Sin embargo, después, la evolución pierde interés y rehusa a seleccionar mecanismos de reparación para reducir el daño acumulado con el tiempo. "Este es el motivo por el que, cuando somos jóvenes, estamos protegidos frente al cáncer y las enfermedades del envejecimiento", expone.

El principal modo de acción de Pten es inhibir la actividad de la proteína PI3K, capaz de activar un complejo bioquímico en cascada. Para averiguar si Pten utiliza este mecanismo para actuar sobre la grasa marrón, los investigadores usaron una molécula sintética desarrollada por el CNIO. La molécula del CNIO-PI3Ki inhibe la proteína PI3K del mismo modo que Pten y activa la grasa marrón, han confirmado.

Los investigadores creen que, con esta molécula y sus últimos descubrimientos, tendrían ahora una buena oportunidad para conseguir un fármaco con los mismos efectos que una dosis extra de Pten en ratones transgénicos. Para Serrano, ahora sería posible imaginar "una píldora que active los supresores tumorales o que haga que quememos el exceso de nutrientes".

Tomado de: <http://www.noticiasdenavarra.com/2012/03/07/sociedad/estado/descubren-que-un-gen-anticancer-combate-tambien-la-obesidad>. [Consulta: 08/06/2012]

Reflexiona sobre la importancia de estos descubrimientos de la genética y escribe cuál sería una posible repercusión en tu vida o en la de algún familiar. Considera si los experimentos realizados en laboratorio utilizando animales son transferibles a los seres humanos, o en algunos casos las características de aquellos no son iguales a las nuestras. Además considera los aspectos éticos que se discuten sobre ello.

EVOLUCION_SEP.indb 91 28/11/12 17:16

Variabilidad genética

Estás trabajando para explicar los mecanismos de la herencia a través de la división celular.

Mutación

Nace tortuga de dos cabezas

Fue encontrada por un policía en las riberas del río Almendares, La Habana.

Una minúscula tortuga con dos cabezas apareció en las riberas del río Almendares, en La Habana, y aunque los especialistas creen que vivirá poco tiempo, la curiosa tortuga de agua dulce se muestra muy vivaz y con apetito.

Se calcula que "Tina", como se bautizó a la jicotea, nació hace poco más de una semana y un policía la encontró el sábado entre un montón de hojas secas en la cerca de la unidad a la que pertenece, situada en el Bosque de La Habana, según refirió el diario oficial "Juventud Rebelde".

Las cabezas de "Tina", que pertenece a la especie conocida científicamente como *Trachemys decussata*, la única de agua dulce que vive en Cuba, surgen cada cual de un cuello y para alimentarse come de manera independiente por cada una de ellas trocitos de carne y verdura.

Los biólogos del Acuario Nacional Danilo Cruz, Alexis Fernández y Liena Sánchez dijeron tras examinarla que el ejemplar tiene muy pocas posibilidades de sobrevivir, debido a la malformación congénita que padece, aunque hasta ahora goza de buena salud.

Consideraron que no pueden precisar aún las causas de la mutación genética que provocó el nacimiento de la jicotea bicéfala, aunque no descartan que pudieran haber influido en ello las aguas contaminadas del río Almendares.

Pero, según la bióloga Consuelo Nazábal, necesitarían realizar un estudio completo de las especies que habitan el lugar en busca de mutaciones en otros ejemplares para entonces dictaminar si la contaminación es la verdadera causante de tales fenómenos.

De momento, según opinó la veterinaria Celia Guevara, habrá que esperar a que la pequeña tortuga esté un poco más fuerte para hacerle una radiografía y de esa manera determinar si además de sus dos cabezas y respectivos cuellos, tiene también duplicados otros de sus órganos vitales.

No obstante, recomendaron a su descubridor, Alexander Nápoles, que adicionalmente a la comida tradicional, le suministre pequeñas dosis de vitaminas, y la mantenga en un recipiente con algunas piedras y en un sitio en el que pueda recibir el sol.

Nápoles, recordó que en el mismo lugar donde apareció "Tina" había encontrado anteriormente otras jicoteas, porque al parecer, acostumbran a anidar allí, sobre todo cuando crece el río, como ocurrió la semana pasada por las lluvias del huracán "Rita".

Fuente: EFE <http://www.mascotas.com/secciones/exoticos-noticias.asp?contenido=48396>. [Consulta: 08/06/2012].

Seguramente has escuchado o visto noticias semejantes al tema de la tortuga de dos cabezas, que ahora podrás explicar si se trata de brujería o tiene alguna razón científica. A partir de lo que has estudiado de Genética explica brevemente a qué se pudo haber debido la presencia de dos cabezas en la tortuga de la lectura anterior.

EVOLUCION_SEP.indb 92 28/11/12 17:16

Coteja tu respuesta con la que se propone en el Apéndice 1.

El texto anterior muestra cómo los organismos pueden sufrir mutaciones que tienen efectos observables en la forma de su cuerpo. En el contexto de la teoría de la evolución la mutación ha tenido una especial relevancia, porque las enfermedades o trastornos genéticos (hereditarios o no) se pueden originar por mutaciones en los genes de los organismos. Éstas pueden ocurrir por la exposición a factores físicos o químicos o "errores" durante los procesos de la 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***. Si una mutación incrementa las posibilidades de sobrevivir, de reproducirse, o ambas, de los individuos que la tienen por la acción de la selección natural ésta podría estar representada en un mayor número de individuos en las siguientes generaciones. Por otro lado, si no hubiera mutaciones la selección natural dejaría de ocurrir porque esta fuerza evolutiva ya no actuaría en las poblaciones al agotar la variación genética.

glosario

Nocivo(a): dañino, perjudicial.

La mutación genera cambios en la composición genética de una población, por lo que, igual que la selección natural, es una fuerza evolutiva. Aunque a la selección natural se le puede atribuir gran parte del cambio morfológico y la diversificación biológica, éstas no son las únicas fuerzas evolutivas. La **migración**, la **deriva génica** y la **endogamia** también son consideradas fuerzas evolutivas porque cambian las frecuencias de los genes de una población, así lo exponen Francisco J. Ayala y John Kiger Jr. en su obra *Genética moderna*.

glosario

Migración: desplazamiento de individuos de una población. Si llegan se habla de inmigración, si se van de emigración.

Deriva génica: cambio, debido al azar, en la proporción de alelos en una población.

Endogamia: cruzamiento reiterado entre individuos de una raza, comunidad o población aislada genéticamente.

EVOLUCION_SEP.indb 93 28/11/12 17:16

glosario

Deleción: es una anomalía estructural cromosómica que consiste en la pérdida de un fragmento de ADN de un cromosoma.

Inversión: es la translocación de un fragmento de ADN que se inserta en posición invertida.

Translocación: es el intercambio entre cromosomas en el que se transfieren algunas de sus partes. Puede ser la causa de algunas enfermedades genéticas cuando el resultado es un cromosoma defectuoso.

En este contexto, los estudiosos del tema consideran que hay tres tipos de mutaciones:

1. *Cariotípica* o *genómica*. Involucra la pérdida o incremento del número de cromosomas dando lugar a lo que se conoce como *aneuploidía* y *poliploidía* respectivamente, debido a errores en la mitosis o en la meiosis. El Síndrome de Down es causado por un cromosoma extra en el par número 21. Las características que se presentan son: cabeza deformada, disminución de la fuerza muscular, exceso de piel en la nuca, entre otras.
2. *Cromosómica* o *aberración cromosómica.* Involucra la **deleción**, la duplicación, la **inversión** y la **translocación**. En la leucemia, o cáncer de la sangre, los glóbulos blancos no llegan a diferenciarse y hay deficiencia en el resto de las células sanguíneas, particularmente las plaquetas. Algunos tipos de leucemia son causados por una traslocación.
3. *Puntual, génica* o *molecular*. Ocurre cuando hay una deleción, inserción o sustitución de una base nucleótida por otra. Muchas enfermedades congénitas son causadas por mutaciones de este tipo, como la anemia falciforme o la fibrosis quística.

Localiza en algún libro de genética o en Internet, en la página MedlinePlus, http://www.nlm.nih.gov/medlineplus/spanish/ency/article/001289.htm dos enfermedades genéticas, investiga acerca de cada una de ellas y de acuerdo a sus características clasifícalas en los tipos de mutación anotados arriba, explicando el por qué lo consideras así. Completa el cuadro siguiente para que tengas un mejor control de la información.

Enfermedad	Características genéticas	Tipo de mutación		
		Cariotípica o genómica	Cromosómica	Puntual, génica o molecular

EVOLUCION_SEP.indb 94 28/11/12 17:16

Una vez que tengas la información necesaria para completar el cuadro comenta si desde tu perspectiva será posible pronosticar la aparición de nuevas mutaciones y si sería posible evitarlas con algún tipo de tratamiento médico.

Al terminar tu actividad compara tus respuestas con las que se sugieren en el Apéndice 1.

Recombinación

Estás trabajando para explicar los mecanismos de la herencia a través de la división celular.

Ahora que conoces más acerca de la teoría cromosómica ya estás familiarizado con varios conceptos, además de comprender que los genes de cada individuo tienen su historia particular, y la de uno es totalmente distinta a la de otro… y otro… y..., también sabes, después de que has leído y aplicado lo aprendido en el apartado anterior —*Mutación*—, que los genes no están "quietos" ni son pasivos, sino que en cualquier momento puede ocurrir una "alteración". Los genes pueden presentar otra faceta de la dinámica genética: la **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 importante precisar que la recombinación es un proceso natural que genera diversidad genética. Por ejemplo, la recombinación del ADN entre **cromátidas** del mismo cromosoma en lugar de cromosomas homólogos (como ocurre en el proceso denominado ***crossing-over***), se le llama recombinación intracromosómica. Además, la recombinación que no tiene consecuencias genéticas es la que ocurre entre cromátidas hermanas.

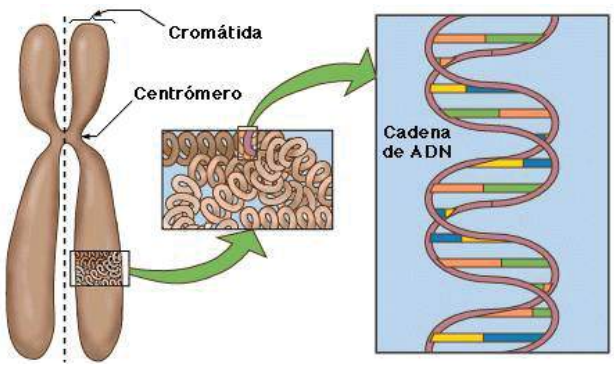
glosario

Cromátida: se conoce así a cada una de las dos subunidades longitudinales que se hacen visibles durante la mitosis o la meiosis en todos los cromosomas duplicados.

Crossing-over: se conoce así al intercambio de segmentos entre cromátidas de dos cromosomas homólogos.

En los hongos se produce la recombinación genética cuando durante la meiosis se mezclan los genes, y dan como resultado un nuevo genotipo por la combinación de los cromosomas parentales o el entrecruzamiento de cromosomas homólogos, este resultado puede ser hongos más grandes, con un color ligeramente más claro u oscuro, etcétera.

No podemos dejar de enfatizar que la recombinación es un proceso normal y forma parte de la reproducción sexual, pues cuando se forman los gametos (gametogénesis) en una de las fases de la meiosis ocurre el intercambio de fragmentos entre cromosomas (es decir, hay recombinación). Todo organismo que se reproduce sexualmente pasa por recombinación. También en organismos que no tienen reproducción sexual (como las bacterias) ocurre la recombinación entre moléculas de ADN, pero sólo bajo condiciones especiales que no tienen que ver con el estudio que estás realizando.



EVOLUCION_SEP.indb 95 28/11/12 17:16

glosario

Genoma: se conoce así al conjunto de los genes (información genética) de un individuo o una especie contenida en un juego haploide de cromosomas.

En la recombinación genética una hebra de material genético (usualmente ADN, pero también puede ser ARN) es rota y luego unida a una molécula de material genético diferente. Desde la óptica de la biología evolutiva esta mezcla de genes tiene varias ventajas, incluyendo la que les permite a los organismos reproducirse sexualmente y evitar el **Trinquete de Muller**, que es el proceso por el que los **genomas** de una población asexual acumulan mutaciones perjudiciales de forma irreversible, se da cuando los genomas se heredan en bloques indivisibles en este tipo de reproducción.

Además de la biología evolutiva, otra visión es la de la biología molecular, que aplica la capacidad de los ácidos nucleicos para obtener moléculas de ADN con información genética nueva combinando de forma deliberada piezas de ADN distintas, a menudo de diferentes organismos, creando lo que se llama ADN recombinante. Hay diversos tipos de recombinación, por lo que se presentan diversas definiciones, y a partir de cualquiera de ellas se crea el llamado "ADN recombinante".

A continuación describimos los tipos de recombinación genética que ocurren en las células eucariotas.

1. La *recombinación homóloga*, también llamada recombinación general, sucede durante la meiosis y tiene lugar entre las largas regiones de ADN cuyas secuencias son homólogas, es decir, muy similares pero no idénticas. De este tipo de recombinación se desprenden tres subtipos.
   a) *Entrecruzamiento cromosómico*. Sucede entre los cromosomas apareados, heredados de uno de los padres, por lo general ocurre durante la meiosis. Las bacterias sufren este tipos de recombinación, que puede hacer más difícil el tratamiento de una enfermedad.
   b) *En células B.* Estas células del sistema inmunolólgico realizan una recombinación genética llamada *cambio de clase de inmunoglobulinas*, mecanismo biológico que cambia un anticuerpo de una clase a otra. Cuando se altera el mecanismo biológico de las inmunoglobulinas pueden desarrollarse enfermedades como hepatitis o alteraciones en la médula ósea.
   c) *Conversión génica*. Aquí una sección de material genético es copiada de un cromosoma a otro, pero deja al cromosoma donante sin cambios. La *Escherichia coli* es una bacteria que habita en el aparato digestivo y ayuda a la producción de las vitaminas *B* y *K* y al proceso correcto de la digestión siempre y cuando no herede factores que sean dañinos, si es así, produce diarrea en el humano.
2. *Recombinación específica de sitio*. Ocurre por la rotura y posterior unión de regiones de homología corta y específica de dos ADN diferentes o dentro de la misma molécula. Ocurre en los virus que van mutando de un individuo a otro cuando lo infecta, así sucedió con el virus de influenza AH1N1.
3. *Recombinación no homóloga*. Puede ocurrir entre secuencias de ADN que no sean homólogas, como en las levaduras.

EVOLUCION_SEP.indb 96 28/11/12 17:16

La recombinación se utiliza en la fabricación de vacunas a través de la ingeniería genética, como se puede ver en el siguiente texto.

Vacunas Recombinantes

Domingo, 31 de Octubre de 2010 21:00 - Actualizado Viernes, 20 de Mayo de 2011 01:10

Llamadas también de Ingeniería Genética: la tecnología del ADN recombinante ha permitido una nueva generación de vacunas. Éstas comenzaron a desarrollarse a partir de la ingeniería genética y su primer exponente fue la vacuna antihepatitis B. Más tarde, el permanente descubrimiento y decodificación de los genomas (mapa genético) de bacterias y virus, ha abierto un horizonte de esperanza para numerosas enfermedades.

Así se podrán eliminar los genes virulentos de un agente infeccioso, manteniendo la capacidad de estimular una respuesta inmune. En este caso, el organismo modificado genéticamente, puede usarse como una vacuna viva. También, para aquellos agentes infecciosos que no se puedan cultivar, se pueden aislar, clonar y expresar sus genes en un huésped alternativo (*Escherichia coli, Saccharomyces cerevisiae* u otras células): así se conforman las vacunas de subunidades (utilizan solamente fragmentos antigénicos adecuados para estimular una respuesta inmunitaria potente).

De esta manera, los genes de estas subunidades pueden ser ingresados en el genoma de una bacteria o levadura mediante técnicas de ingeniería genética; luego la bacteria o levadura produce estas subunidades en cantidad y se purifican para utilizarlas como vacunas.

Tomado de: <http://www.vacunacion.com.ar/conociendo-mas-/generalidades/28-vacunas-reconvinantes.html>. [Consulta: 08/06/2012].

Como se puede apreciar gracias a la biología molecular se han podido desarrollar terapias médicas para evitar cierto tipo de enfermedades.

Con lo estudiado hasta ahora debes poder responder las siguientes preguntas:

1. ¿Cuál tipo de división celular favorece la evolución?

2. ¿Qué mecanismo favorece más a la evolución de las especies: las mutaciones o la recombinación? ¿La favorecen por igual? ¿Habrá otro mecanismo que favorezca más la evolución?

Coteja tus respuestas con las que se presentan en el Apéndice 1.

EVOLUCION_SEP.indb 97 28/11/12 17:16

Teoría Neodarwinista

Genética de poblaciones y poza genética

Estás trabajando para argumentar tu postura ante la aplicación de políticas gubernamentales sobre la selección artificial del ser humano.

En este apartado se tratará la genética y la colectividad, es decir, qué sucede con las leyes de la herencia cuando los individuos viven en grupo.

Antes de dar respuesta a esta pregunta expliquemos los siguientes datos de interés general. Los fundadores principales de la genética de poblaciones fueron S.G. Wright, J.B.S. Haldane y R.A. Fisher, quienes además sentaron las bases de la genética cuantitativa.

La genética de poblaciones es la rama de la genética que estudia la variación y distribución de la **frecuencia alélica** para explicar los fenómenos evolutivos. Es decir, la constitución genéticas de los individuos que componen una población, por ejemplo, la población de las hormigas, sus características; la trasmisión de los genes de una generación a otra, el gen que determina su color negro, este se trasmite de generación en generación, y cada generación seguirá siendo negra.

En este contexto una población es un grupo de individuos de la misma especie aislado reproductivamente de otros grupos afines; es decir, es un grupo de organismos que comparten el mismo hábitat y se reproducen entre ellos.

Uno de los planteamientos teóricos de la genética de poblaciones establece que ninguna población es estática, sino que tiene **cambios evolutivos** en los que subyacen **cambios genéticos**, mismos que están influidos por factores como la selección natural y la deriva genética, que actúan de forma primordial disminuyendo la variabilidad de las poblaciones estáticas, pero en las población que migran y en la mutación aumenta la variabilidad.

En una población cualquiera la variabilidad genética es deseable, no sólo por el mejoramiento genético o conservación de especies que conlleva, sino porque la interacción de estos factores con las poblaciones en el tiempo posibilita la existencia de gran número de especies con estructuras poblacionales y formas variadas de vida, es decir, la diversidad.

Los genetistas de poblaciones afirman que de perderse esta característica de variabilidad genética se enfrentaría un grave problema: disminuiría la eficacia biológica de las especies ante cambios ambientales.

Investiga las características fenotípicas de los habitantes de tu comunidad consultando el estudio *¿Cuánto mide México?*, de la Cámara Nacional de la Industria del Vestido: <http://www.canaive.org.mx/doctos/rueda_de_prensa_cuanto_mide.pdf> y algunos de los reportes del INEGI. Escríbelo en tu cuaderno de notas. Tu lista de caracteres puede incluir algunos de los que aparecen a continuación, u otros que consideres puedes obtener con facilidad en tu comunidad.

EVOLUCION_SEP.indb 98 28/11/12 17:16

- Estatura promedio varones:
- Estatura promedio mujeres:
- Color y tipo de cabello:
- Color de ojos:
- Color de piel:
- Complexión varones:
- Complexión mujeres:

Hay que recordar que los seres humanos somos organismos diploides, por ello dentro de las combinaciones genéticas es posible encontrar dos variantes alélicas de un mismo gen por cada individuo pero, ¿qué sucede en una población en la cual hay muchos individuos? El número posible de alelos aumenta simplemente porque existe variabilidad de manera natural, misma que puede tener su origen en mutaciones o en flujos migratorios que ocurrieron en el pasado.

Si una población se mantiene estable a lo largo del tiempo solamente por el número de nacimientos y de muertes y no aparecen mutaciones de manera significativa, entonces su estructura genética se mantendrá estable, de acuerdo con los postulados de los investigadores Godfrey Harold Hardy (1877-1947) y Wilhelm Weinberg (1862-1937)

Ley de Hardy-Weinberg

La ley de Hardy-Weinberg considera que la unión de los gametos sólo ocurre por azar y ello puede suceder si en una población hay dos o más alelos de un mismo gen. Además de las dos condicionantes citadas se agregan las siguientes para que la ley se cumpla: ausencia de mutaciones, selección natural, deriva génica o intercambio de genes entre la población estudiada y otras poblaciones (flujo génico nulo). Luego, está claro que de no existir estas fuerzas alteradoras las frecuencias génicas de una población con reproducción abierta no cambian de una generación a otra, es decir, su evolución es nula.

Esta ley se basa en un modelo matemático elaborado independientemente por Hardy y por Weinberg en 1908, que permite estimar la frecuencia de alelos y de genotipos en una población.

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.

EVOLUCION_SEP.indb 99 28/11/12 17:16

- Los apareamientos son aleatorios.
- No existe migración.
- Tiene una tasa de mutación constante.

Fenotipo	Rojo	Blanco
Genotipo	RR, Rr	rr
Individuos	145	15

Modificado de: <ftp://fmvz.uat.edu.mx/Genetica/6%20GENETICA%20CUANTITATIVA/2%20LEY%20DE%20HW.pdf>

	A	a
A	AA	Aa
a	Aa	aa

Si definimos la frecuencia genotípica del alelo A dentro de la población como:

$$\frac{\text{Cantidad de A}}{\text{Número total de alelos A + a}} = \text{p}$$

y la frecuencia genotípica del alelo a como:

$$\frac{\text{Cantidad de a}}{\text{Número total de alelos A + a}} = \text{q},$$

entendiendo que p y q son números fraccionarios y que al sumarlos se obtiene el total de los alelos en la población, es decir, p+q=1.

Las cruzas al interior de la población están representadas por:

$(p + q)\ (p + q) = (p + q)^2$, entonces:

$(p + q)^2 = p^2 + pq + q^2$, el cual es un binomio al cuadrado, donde:

$p^2 = AA = A^2$, es decir, la frecuencia genotípica del homocigoto dominante.

$2pq = 2Aa$, que es la frecuencia genotípica del heterocigoto, que recordarás tiene el mismo fenotipo que el homocigoto dominante:

EVOLUCION_SEP.indb 100 28/11/12 17:16

$q^2 = aa = a^2$, la frecuencia genotípica del homocigoto recesivo, cuyo fenotipo es el recesivo.

Conocer la distribución esperada de los alelos por apareamiento aleatorio es útil porque nos será posible estimar las frecuencias de los alelos recesivos o características en una población aunque desconozcamos su proporción en los organismos heterocigotos (portadores) en los que no se expresa, porque aunque los organismos cambian constantemente por mutación, tienen un acervo genético que se mantiene constante y se hereda de una generación a otra, conservando las características que constituyen a la especie. Este acervo genético estable se conoce como **poza genética**.

Más información en...

Conoce más sobre la Ley de Hardy-Weinberg, busca la biografía de ambos investigadores en diferentes páginas web. Recuerda que siempre es importante contrastar información.

En el siguiente ejemplo se comprenderá de forma práctica la afirmación anterior.

Ejemplo

Tienes una muestra de 300 flores, 225 azules y 75 blancas. El alelo que codifica el color azul es dominante sobre el blanco, por tanto, la información genética del alelo blanco no se expresa en las flores heterocigotas. A ti te interesa conocer cuál es la frecuencia del alelo que determina el color blanco en las flores de esa población.

Las flores blancas son homocigotas para esta característica y las flores azules pueden ser homocigotas o heterocigotas; porque, no olvides que el azul es dominante con relación al blanco.

De acuerdo a la ley de Hardy-Weinberg, si tenemos un gen con dos alelos, entonces ocurriría en la población una distribución del tipo: $(p + q)^2 = p^2 + 2pq + q^2$.

Si sabemos cuántas flores blancas son, solo conocemos q^2; no olvides que el alelo recesivo estará representado por q.

No obstante sabemos que $p + q = 1$ o que $p^2 + 2pq + q^2$ lo que significa que la suma de los alelos p y q o la de sus genotipos es igual a 100% de la población.

Entonces: $1 - q = p$.

Tenemos q^2 (que es la proporción de flores blancas), pero sabemos que podemos obtener q, porque: $\sqrt{q^2} = q$.

Entonces: 75/300 = 0.25, que es la frecuencia de q^2.

Obtenemos la raíz de : $q^2 = \sqrt{0.25}$ ∴ $q = 0.5$, 1 - 0.5 = 0.5, que sería la frecuencia de p.

Sustituyendo: $0.25 + 2\,(0.5 \cdot 0.5) + 0.5^2$.

Por lo tanto: 0.25 + 0.50 + 0.25 = 1.

Concluimos que en este ejemplo 75 de las 225 flores azules son homocigotas para el alelo p (azul) y 150 son heterocigotas ($2pq$).

El ejemplo anterior puede ser importante en cuanto a salud pública porque de manera similar es posible estimar la frecuencia de los alelos que ocasionan algunas enfermedades genéticas.

EVOLUCION_SEP.indb 101 28/11/12 17:16

Consideremos una vez más la enfermedad de Tay Sachs para visualizar el impacto de un gen en las poblaciones humanas. Esta enfermedad es degenerativa del sistema nervioso central. El individuo afectado tiene pérdida gradual de sus capacidades mentales y físicas que resulta en parálisis y ceguera. El causante es un alelo autosómico recesivo. Fernando Novoa S. *et al*. informan que su incidencia en la población de origen judío tiene una frecuencia de 12/100,000 nacimientos, mientras que en la población no judía es de 0.2/100,000 nacimientos. Con base en el procedimiento del ejemplo de las flores:

a. Estima la frecuencia del genotipo con la enfermedad (q^2) en las dos poblaciones (judía y no judía).
b. Estima la frecuencia del alelo q en ambas poblaciones.
c. Estima la frecuencia de p en las dos poblaciones.
d. Estima la frecuencia de heterocigotos $2pq$ (portadores de la enfermedad en las poblaciones judía y no judía).
e. Estima la frecuencia de los individuos portadores del alelo (heterocigotos), tanto para la población judía como para la no judía.
f. Según los resultados del inciso anterior estima la posibilidad de que dos portadores, uno de la población judía y otro de la población no judía, tengan un hijo que desarrolle la enfermedad.

Los genes en las poblaciones y la selección natural

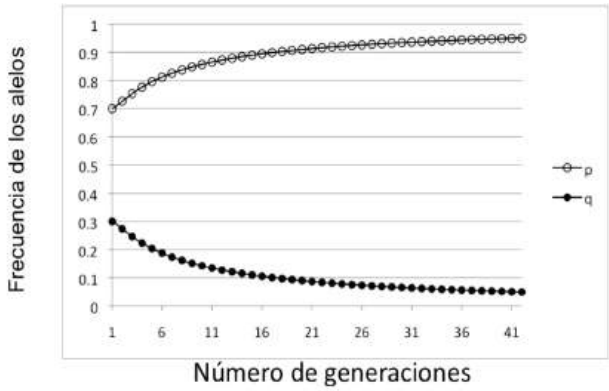
Si algunos de los organismos de la población tienen alelos o combinaciones genotípicas que les permiten vivir más y tener más hijos, esperaríamos que en la siguiente generación esos alelos incrementaran su frecuencia en dicha población, mientras que, como resultado de la selección natural, los alelos que hacen que sus portadores vivan menos o sean menos fecundos, disminuyeran su frecuencia en la población. Sin embargo la influencia de la selección natural en las poblaciones dependerá de la forma en que se expresen fenotípicamente los genotipos.

Tengamos presente que la selección natural actúa sobre los fenotipos; sus consecuencias serán diferentes si hay dominancia o **codominancia** entre los alelos. En este último caso también las consecuencias evolutivas en las poblaciones serán diferentes si el alelo dominante o el recesivo son favorecidos por la selección natural.

EVOLUCION_SEP.indb 102 28/11/12 17:16

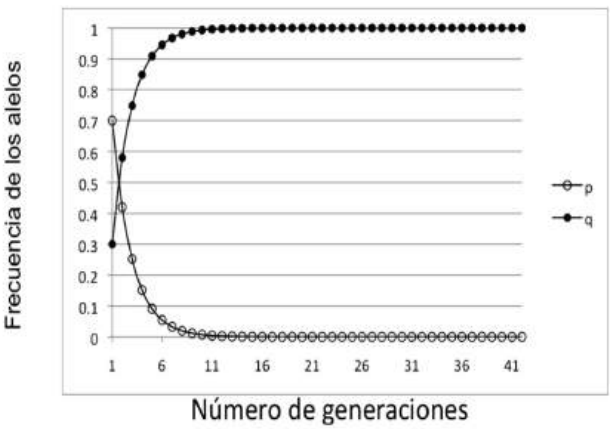
Los ejemplos siguientes nos ayudarán a comprender en su totalidad lo expuesto en los párrafos precedentes.

Si graficamos el cambio en la frecuencia de dos alelos (p y q) de un gen con respecto al tiempo encontraremos diferentes patrones en función del tipo de herencia y modo de selección. En este primer caso supongamos que q es un alelo recesivo; sus portadores en estado homocigoto son menos eficientes para sobrevivir y reproducirse que los otros genotipos de la población (p^2 *y* $2pq$). Como resultado evolutivo de la selección natural esperaríamos que con el paso de las generaciones la frecuencia de q disminuyera en la población. No obstante, como el alelo q es recesivo la selección natural sólo puede actuar sobre él cuando aparece en forma homocigota. En cada generación la selección natural elimina los genotipos homocigotos q^2, pero los portadores heterocigotos ($2pq$) no expresan este alelo. Con el tiempo la frecuencia del alelo q disminuirá, pero no será eliminado de la población debido a que siempre quedará enmascarado en los genotipos heterocigotos que se reproducen en cada generación. Puedes observar que el alelo q decae, pero su frecuencia no llega a 0, por otro lado la frecuencia de p tampoco llega a 1. Es posible que el ejemplo te parezca simple y tal vez irreal, pero aun con su sencillez nos permite comprender situaciones de la vida real.



Quizá te hayas preguntado: ¿cómo es posible que los alelos que generan la fibrosis quística y la enfermedad de Tay Sachs se mantengan en las poblaciones humanas aunque provoquen la muerte de sus portadores?

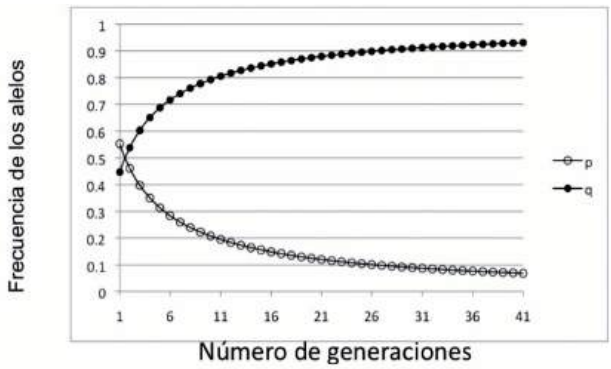
Recuerda que en ambos casos los alelos que causan estas enfermedades son recesivos, por lo que hay una proporción de personas que son sanas, pero llevan el gen de la enfermedad. Cuando dos portadores (heterocigotos) se unen, la posibilidad de tener hijos con esas enfermedades se incrementa. Por último, sus hijos homocigotos con este gen morirán como resultado de la selección natural, pero los hijos sanos tendrán la oportunidad de crecer y tener sus propios hijos, quienes pueden seguir transmitiendo el gen de la enfermedad a las siguientes generaciones.



Ahora comprobemos el caso en el que q es recesivo, pero en el que el genotipo homocigoto es más eficiente; te adelantamos que las consecuencias evolutivas serán muy diferentes. En esta situación, al igual que la anterior, tenemos tres genotipos pero

EVOLUCION_SEP.indb 103 28/11/12 17:16

sólo se expresan dos fenotipos. Uno, el del genotipo recesivo $(q)^2$ es más eficiente que el otro fenotipo ($p^2 + 2pq$). Una fracción del alelo q no pasará a la siguiente generación debido a que morirá o no se reproducirá por encontrarse en la variante heterocigota (portadores $2pq$). A diferencia del caso anterior, en éste esperaríamos que con el paso de las generaciones la frecuencia de q se incrementara en la población. Eventualmente sólo quedaría el alelo q en la población y p desaparecería. Observa que el alelo q alcanza la frecuencia de 1 alrededor de la generación 12, mientras que p es eliminado de la población simultáneamente.



Cuando ambos alelos se comportan de manera codominante, los tres genotipos muestran diferencias fenotípicas entre ellos. Si los genotipos heterocigotos son más eficientes que los genotipos homocigotos es posible que la variación genética se mantenga en la población. Recordemos el resultado de cruzas entre organismos heterocigotos. Como producto del apareamiento entre organismos heterocigotos una fracción de la población es heterocigota y otra es homocigota. Los homocigotos son menos eficientes para sobrevivir y reproducirse, pero se mantienen en la población debido a que cada generación vuelve a producir organismos con estos genotipos. Las frecuencias de los dos alelos cambian, pero ninguno es eliminado de la población.

Como puedes ver, en los casos que hay selección a favor del heterocigoto o en contra del alelo recesivo la selección natural no eliminará los alelos menos eficientes o letales debido a que las cruzas entre heterocigotos o entre heterocigotos con homocigotos producen progenie homocigota ineficiente para sobrevivir y reproducirse, pero también producen progenie heterocigota que seguirá transmitiendo estos alelos a las siguientes generaciones. Este hecho genera lo que se denomina ***poza génica*** o ***lastre génico*** o ***pozo genético*** o ***acervo genético*** o ***patrimonio genético***, porque en las poblaciones permanecerá esta información genética aunque limite la capacidad de sobrevivir y reproducirse a una parte de los individuos de la población.

Esta circunstancia representa un riesgo, sobre todo para poblaciones pequeñas, porque la deriva génica aleatoria, es decir, la pérdida de genes del pozo genético puede ser significativa. En este contexto real la definición de pozo genético adquiere un significado trascendental: *Grupo completo de los alelos únicos presentes en el material genético de la totalidad de los individuos de una población en un tiempo determinado. Suma total de genes de una población.*

Así que, a mayor acervo genético, mayor diversidad genética y por tanto más posibilidades de sobrevivir a los eventos de selección; en cambio un acervo ge-

EVOLUCION_SEP.indb 104 28/11/12 17:16

nético con escasa diversidad implica una especie con dificultades para adaptarse, por lo que corre el riesgo de extinguirse.

Redacta un texto de opinión sobre lo que has aprendido hasta aquí acerca de la selección natural, con una extensión máxima de dos cuartillas. Consulta la Unidad 1 si lo juzgas necesario para elaborar tu escrito. Considera lo siguiente:

1. Los patrones en los que pueden cambiar las frecuencias de los alelos en las poblaciones por selección natural.
2. Cómo pueden estar asociados estos patrones con el mantenimiento de los genes que ocasionan enfermedades como la de Tay Sachs.
3. Plantea cómo se debería abordar el tratamiento de este tipo de enfermedades; considera aspectos éticos y sociales.

Al terminar tu actividad compara tus respuestas con las que se sugieren en el Apéndice 1.

Ya se han visto los casos de selección natural y sus respectivas consecuencias, benéficas o no, ¿pero qué sucede con los casos en los que se pretende procrear a través de métodos artificiales, como la reproducción asistida?

Sabemos que la reproducción asistida debe someterse a ciertos procedimientos de manipulación, y para eso se deben tomar en cuenta no sólo los aspectos médicos, sino también los legales.

Debemos ser claros, la manipulación genética implica técnicas de transformación, mutación o transfección que alteran la secuencia del ADN de manera intencional. Ninguno de los casos mencionados o ilustrados en este texto sobre reproducción asistida tiene que ver con esto.

En el texto siguiente se exponen algunos de los lineamientos que marca la ley al respecto de la inseminación artificial.

EL ACTO JURÍDICO

Para llevar a cabo una inseminación artificial es necesario un acuerdo de voluntades sobre el objeto que se pretende y las consecuencias que producirá. Existe una finalidad mediata y una inmediata, la

(*Continúa...*)

EVOLUCION_SEP.indb 105 28/11/12 17:16

(*Continuación...*)

inmediata es lograr una fertilización, la cual presupone, si no se presenta ninguna situación adversa, la mediata: el nacimiento de un hijo.

La mujer otorga su consentimiento para que se manipule en su organismo, con la introducción de esperma, pero también el consentimiento otorgado implica la aceptación de la maternidad del hijo procreado. El donador del semen acepta que su esperma sea objeto de una inseminación artificial, pero no necesariamente acepta la paternidad del hijo que nazca como consecuencia de las técnicas genéticas, como sería el caso del donador anónimo. El esposo o pareja estable de la mujer que se somete a la inseminación artificial acepta tanto la inseminación como la paternidad del hijo que nazca. Los profesionales que practican la inseminación también son actores que manifiestan su voluntad de llevar a cabo la inseminación y esta manifestación será útil para el caso de delimitar su responsabilidad en el acto.

Otorgado el consentimiento para llevar a cabo la inseminación, éste se convierte en irrevocable. Iniciado el procedimiento la gestación se continúa y ésta no podrá ser suspendida ni por la mujer ni por su marido o pareja y menos por el donador anónimo o por los profesionales que intervinieron en ella, a no ser que surgiera una necesidad médica que la justificara. De la misma manera que ni la mujer ni su marido o pareja estable que haya otorgado su consentimiento pueden rechazar los lazos de filiación con el hijo que nazca.

El objeto de la inseminación artificial es lograr una fertilización y consecuentemente un nacimiento. Este acontecimiento implica el establecimiento de una filiación materna y, en el mejor de los casos, también paterna. Los efectos de hecho implican una modificación en la esfera jurídica de aquellos que intervinieron en la inseminación, por ello podemos afirmar que la inseminación artificial es un acto jurídico que debe estar cuidadosamente reglamentado por el derecho.

Como todo acto jurídico, la inseminación debe cumplir ciertas formalidades. El consentimiento debe otorgarse por escrito y con la expresión de su irrevocabilidad que asegure la no suspensión de la gestación ni el rechazo a la filiación generada. El donador -que deberá ser anónimo- al momento de la donación, indicará que no desea establecer ningún vínculo con el menor que nazca y que no exigirá el reconocimiento de su paternidad.

Tomado de: <http://www.juridicas.unam.mx/publica/rev/boletin/cont/82/art/art2.htm>. [Consulta: 08/06/2012].

Con la lectura de estos lineamientos y con los conocimientos adquiridos expresa tu opinión sobre los derechos y obligaciones de quienes intervienen en un proceso de inseminación artificial. Luego expresa tu opinión sobre el hecho mismo de la inseminación artificial.

EVOLUCION_SEP.indb 106 28/11/12 17:16

Teoría sintética

Para contextualizar el tema de herencia y eugenesia 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. También considera lo que hemos estudiado en el apartado Neodarwinismo y teoría sintética en la Unidad 1.

La teoría sintética introdujo la conexión entre dos descubrimientos importantes: los genes (la unidad de la evolución) y la selección natural (mecanismo evolutivo), y unificó varias ramas de la biología como la genética, la sistemática y la paleontología, entre otras.

Agreguemos algunas precisiones en cuanto a los planteamientos teóricos de la teoría sintética de la evolución como complemento de lo que anotamos previamente.

- 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, se entiende evolución como un cambio en las frecuencias genotípicas, es decir, que surgen nuevos patrones en la estructura genética de los organismos que pueden adaptarse al medio de maneras diferentes.

Hasta aquí hemos considerado el estudio de las leyes de la herencia, su relación con la evolución por selección natural y con la persistencia de enfermedades genéticas. Con base en ello elabora en tu cuaderno un mapa conceptual en el que integres los siguientes conceptos:

- Herencia
- Mutación
- Enfermedades genéticas
- Genética de poblaciones
- Selección natural

Al terminar tu actividad compara tu respuesta con la que se sugiere en al Apéndice 1.

Estás trabajando para argumentar las diferencias y coincidencias que soportan el punto de vista de la teoría de la evolución a nivel de especie y a nivel de población.

Más información en...

Sobre la Teoría Sintética, complementa la información que creas te hace falta en este tema consultando la página: http://www.slideshare.net/guest2191bb0/el-neodarwinismo-o-teora-sinttica-de-la-evolucin. [Consulta: 05/08/2012]

EVOLUCION_SEP.indb 107 28/11/12 17:16

Galton y la ideología eugenésica

Estás trabajando para explicar las razones que impulsaron una reclasificación desde Aristóteles hasta la genética molecular.

Como recordarás el primer estudioso en hacer una clasificación de los organismos fue Aristóteles, quien los dividió en reino animal con dos categorías, vertebrados e invertebrados, y reino vegetal; después Darwin con la teoría de la evolución y sus seguidores han descubierto elementos importantes en la estructura de los organismos como la célula y sus componentes, el ADN, el ARN, los cromosomas. Descubrimientos que han permitido modificar la genética de los mismos organismos hasta llegar a la llamada genética molecular.

Todos estos descubrimientos han llevado a los científicos a reclasificar los organismos en distintas categorías, y se puede decir que ha surgido una nueva "especie" con los organismos genéticamente modificados.

¿Has observado que comúnmente padres de baja estatura tienen hijos de baja estatura y que los padres de alta estatura tienen hijos altos?

No tenemos que conocer los factores causantes de estas circunstancias, pero por lo general los hijos se parecen a sus padres (nos referimos a ambos progenitores). Este fue el argumento básico que motivó los primeros estudios de la herencia.

Después de la publicación del *Origen de las especies*, Francis Galton, primo de Darwin y seguidor de sus ideas evolucionistas, 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. En su propuesta Galton utilizó con frecuencia el término de selección natural para explicar la diferencia entre las razas y el progreso de las sociedades humanas.

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" (*véase* Gutiérrez y Suárez, 2002).

En el transcurso de la historia humana posterior a Galton, en algunos medios y países los argumentos eugenésicos han adquirido una connotación racista (*véase* Suárez y López Guazo, 2005). No hay duda de que los criterios para definir las características "superiores" de nuestra especie tienen una carga subjetiva que en no pocas ocasiones rebasa la lógica elemental. Así, la relación de las características fenotípicas caucásicas y su "inteligencia" innata se ha llegado a considerar un rasgo superior a los de otros grupos étnicos y esto en muchas ocasiones ha tenido consecuencias políticas y sociales graves y letales en la historia reciente; por ejemplo, las campañas de deportación y esterilización de ciertas minorias realizadas en Estados Unidos o el caso extremo de la persecución y exterminio de minorias llevados a

EVOLUCION_SEP.indb 108 28/11/12 17:16

cabo por la Alemania nazi (Gould, 1984), basadas en una supuesta superioridad de la raza aria.

Algo similar sucedió con el fenómeno del Apartheid, que es el resultado de lo que fue, en el siglo XX un fenómeno de **segregación** racial en **Sudáfrica**. Estuvo en vigor hasta los años noventa, siendo en 1992 la última vez en que sólo votaron los blancos, y fue implantado por colonizadores ingleses y holandeses (boers) como símbolo de una sucesión de discriminación política, económica, social y racial. Fue llamado así porque significa "separación" en **afrikáans**, lengua hablada principalmente en Sudáfrica y Namibia. Este sistema consistía básicamente en la división de los diferentes grupos raciales para promover el "desarrollo". Todo este movimiento estaba dirigido por la **raza** blanca, que instauró todo tipo de leyes que cubrían en general aspectos sociales. Se hacía una clasificación racial de acuerdo a la apariencia, a la aceptación social o a la ascendencia. Este nuevo sistema produjo revoluciones y resistencias por parte de los ciudadanos negros del país. (Tomado de http://es.wikipedia.org/wiki/Apartheid [Consulta 12/08/2012]. Sin embargo, en el contexto de la teoría evolutiva Galton y sus colaboradores generaron elementos para explicar la descendencia con modificaciones (evolución) planteada por Darwin.

Consulta en Internet más sobre la Raza Aria y el Apartheid; han sido dos de los fenómenos sociales más dramáticos del siglo XX, habiendo causado, bajo visiones de supremacía racial, grandes daños a la humanidad, miles de muertes y un trato injusto y disctiminatorio a los "diferentes", que se consideró falsamente, que debían ser dominados, limitados y, si fuese posible, desaparecidos.

F. Galton junto con K. Pearson, W.F.R. Weldon y Ch.B. Davenport son conocidos como el grupo de los biometristas, científicos que estudiaba las diferencias graduales de la herencia entre individuos y que se dedicaba al desarrollo de técnicas estadísticas para comparar entre generaciones la distribución de atributos morfológicos. La biometría derivó en la actual ***genética cuantitativa***.

Los biometristas concebían la evolución como el resultado de la acumulación de variaciones graduales y continuas (denominadas métricas o cuantitativas), favorecidas por la selección natural. La escuela biometrista se confrontó a finales del siglo XIX con la de los primeros genetistas mendelianos.

No tenemos motivo para dudar que cuando Galton expresaba:

> "Me propongo mostrar [...] que las habilidades naturales del hombre se derivan de la herencia, bajo exactamente las mismas limitaciones en que lo son las características físicas de todo el mundo orgánico. Consecuentemente, como es fácil a pesar de estas limitaciones, lograr mediante la cuidadosa selección una raza permanente de perros o caballos dotada de especiales facultades para correr o hacer cualquier otra cosa, de la misma forma sería bastante factible producir una raza de hombres altamente dotada mediante matrimonios sensatos durante varias generaciones consecutivas.",

EVOLUCION_SEP.indb 109 28/11/12 17:16

estaba convencido de que su actividad científica debía redituar beneficios a la humanidad. En otro escrito afirma:

> "Esto es, con cuestiones relacionadas con lo que se denomina en griego *eugenia*, a saber, de buen linaje, dotado hereditariamente de cualidades nobles. Esta y las palabras relacionadas (*eugénico*, etc.) son igualmente aplicables a hombres, bestias y plantas. Deseamos enormemente una palabra breve para aludir a la ciencia de la mejora del linaje, que en modo alguno se limita a las cuestiones de emparejamientos sensatos, sino que, especialmente en el caso del hombre, toma conciencia de todas las influencias que tienden a dar aunque sea en remoto grado a las razas o variedades más aptas una mejor oportunidad de prevalecer más rápidamente sobre los menos aptos de lo que de otra forma habría hecho. La palabra eugenesia expresaría suficientemente esta idea."

Observemos que en los dos fragmentos anteriores Galton se muestra como lo que es: un científico y un aristócrata "producto de su tiempo". Vistas desde la actualidad ciertas palabras lo evidencian (pero no hay rastro de que sea malintencionado) entre ellas: *selección*, *raza*, *matrimonios sensatos*, *buen linaje*, *cualidades nobles*, *más aptos*, *menos aptos*. Es decir, Galton muestra su práctica de la selección artificial derivada de la selección natural (herencia). Sería injusto que desde "nuestro hoy" se acusara a los eugenistas de haber creado una ciencia que en el futuro (nuestra actualidad) sería utilizada por ciertos individuos para sojuzgar a otros sólo por considerarlos inferiores de acuerdo a su fenotipo, el cual es determinado por la herencia.

Esta forma de expresar la evolución y la selección, natural, primero, y artificial, después, en tiempos de Galton, no tenían por qué despertar sospecha alguna al contrario, eran formas de pensar culturalmente aceptadas. Sin embargo (y de esto ninguna culpa tiene Galton) lo más trágico de la historia de la eugenesia es que ni siquiera los contemporáneos de Galton llevaron la eugenesia al extremo que lo hicieron y lo siguen haciendo hoy supuestos benefactores del devenir de la especie humana.

Vistos desde la perspectiva histórica, los planteamientos de los fundadores de la eugenesia no dañan a nadie y sí contribuyen en gran medida al conocimiento de los mecanismos de la herencia, quizá el verdadero y grave problema radique en las interpretaciones y prácticas de una eugenesia mal comprendida o malintencionada que perviven en la actualidad.

Más información en...

La UNESCO ha dado a conocer algunas normas sobre la Eugenesia, entérate de cuál es su postura, en <http://www.scielo.cl/scielo.php?script=sci_arttext&pid=S0034-98872000000600016>

EVOLUCION_SEP.indb 110 28/11/12 17:16

La ciencia mal usada

La ciencia, como toda herramienta, puede usarse para causar daño. A veces el daño es voluntario. El diseño de armas —de pólvora, nucleares, químicas, biológicas…— es un caso evidente. Los científicos e ingenieros que las diseñan saben que causarán muertes. En algunas ocasiones su trabajo se justifica; por ejemplo, si hay una guerra. La bomba atómica, con sus terribles consecuencias, fue vista por sus creadores como una forma de detener el avance del nazi-fascismo.

Pero la ética también evoluciona: después de un tiempo quedó claro que el uso de armas atómicas es siempre inaceptable.

En otros casos, el daño producido (directa o indirectamente) por la ciencia se da en forma involuntaria, quizá con las mejores intenciones, o como simple consecuencia de llevar el razonamiento científico hasta sus últimos límites.

La teoría darwiniana de la evolución, por ejemplo, nos dice que la selección natural —la supervivencia preferente de los individuos mejor adaptados en una población, y la disminución de los menos aptos— puede cambiar la composición de dicha población, que así evoluciona y se adapta cada vez mejor a su medio.

Pero el mismo mecanismo puede aplicarse de forma consciente: es la llamada selección artificial, que ha servido para producir razas mejoradas de animales domésticos y plantas de uso agrícola. Con la misma lógica, si evitamos que las personas portadoras de enfermedades genéticas se reproduzcan, éstas podrían desaparecer de la población en unas cuantas generaciones.

Esa fue la idea central de la ciencia del mejoramiento racial llamada eugenesia, creada por Francis Galton (primo de Darwin) en 1869. La eugenesia se popularizó en todo el mundo a principios del siglo XX: en los Estados Unidos se aplicó para discriminar a migrantes provenientes de países considerados "inferiores" como Italia o Grecia, y para esterilizar a epilépticos y enfermos mentales. En México llegó a existir una Sociedad Mexicana de Eugenesia para el Mejoramiento de la Raza.

Cuando las ideas eugenésicas fueron llevadas al extremo por los nazis para justificar la matanza de judíos, homosexuales, negros y otros grupos "racialmente inferiores", se hizo evidente que lo que al principio parecía una buena idea con sustento biológico había degenerado en una seudociencia dañina.

Hoy, aunque se siga combatiendo a las enfermedades hereditarias, conceptos como "raza" y "mejoramiento" son socialmente inaceptables. No porque sean estrictamente "falsos", sino porque dan pie a situaciones que rechazamos, por buenas razones.

Las herramientas poderosas deben usarse con prudencia y sabiduría. El que la ciencia diga que algo es posible no quiere decir que, como sociedad, queramos llevarlo a la práctica.

comentarios: mbonfil@servidor.unam.mx

Tomado de <http://www.comoves.unam.mx/archivo/ojomosca/ojomosca_114.html>. [Consulta: 08/06/2012].

El siguiente cuadro contiene algunas prácticas eugenésicas que se realizan en la actualidad, en casi todos los países, con mayor o menor intensidad o frecuencia.

EVOLUCION_SEP.indb 111 28/11/12 17:16

Práctica	Caraterística
Racismo	Ideología que defiende la superioridad de una raza frente a las demás y la necesidad de mantenerla aislada o separada del resto dentro de una comunidad o un país. http://www.ucm.es/info/eurotheo/diccionario/R/racismo.htm http://www.jornada.unam.mx/2009/09/23/opinion/022a2pol
Discriminación racial	En el sentido de rechazo, segregación o persecución. http://www.slideshare.net/Piorio/la-discriminacin-racial-3176158 http://www.jornada.unam.mx/2011/12/30/sociedad/033n1soc
Genocidio	Aniquilación o exterminio sistemático y deliberado de un grupo social por motivos raciales, políticos o religiosos. http://deconceptos.com/ciencias-sociales/genocidio http://www.revistafuturos.info/futuros16/genocidio.htm
Xenofobia	Miedo, hostilidad, rechazo u odio al extranjero, con manifestaciones que van desde el rechazo más o menos expreso, el desprecio y las amenazas, hasta las agresiones y asesinatos. http://www.abcpedia.com/xenofobia/xenofobia.htm http://news.bbc.co.uk/hi/spanish/specials/newsid_1514000/1514961.stm
Esterilización forzosa	Políticas gubernamentales que intentan forzar a las personas a someterse a esterilizaciones quirúrgicas para limitar el crecimiento de grupos o etnias, ya sea por razones sociales o políticas. http://19neocolonialismo.blogspot.mx/2009/12/4-la-esterilizacion-forzada.html
Homofobia	Aversión obsesiva contra hombres o mujeres homosexuales, aunque también se incluye a las demás personas que integran la diversidad sexual, como es el caso de las personas bisexuales o transexuales, y las que mantienen actitudes o hábitos comúnmente asociados al otro sexo, como los metrosexuales y los hombres con ademanes tenidos por femeninos o las mujeres con ademanes tenidos por varoniles. http://definicion.de/homofobia/ http://www.conapred.org.mx/inde.php?contenido=listado_documentos&clas=3%20&id_opcion=106&op=106
Misoginia	Aversión u odio a las mujeres, o la tendencia ideológica o psicológica que consiste en despreciar a la mujer como sexo y con ello todo lo considerado como femenino. http://www.definicionabc.com/social/misoginia.php http://www.letraslibres.com/revista/convivio/desigualdad-de-genero-la-misoginia-como-problema-de-salud-publica

Recuerda que la eugenesia es una ideología y por tanto un proceso social, y en este sentido hemos de seguir la precisión de Göran Therborn: "Las ideologías no sólo someten a la gente a un orden dado. También la capacitan para una acción social consciente, incluso para las acciones orientadas a un cambio gradual o revolucio-

EVOLUCION_SEP.indb 112 28/11/12 17:16

nario." Además considera que hoy existen experiencias de que las prácticas eugenésicas han atentado contra los derechos humanos, por eso es importante que recuerdes la *Declaración de los Derechos del Hombre y del Ciudadano* que leíste en el tema *Positivismo y Materialismo* de la unidad 1 y que han tomado como base múltiples constituciones y, por supuesto, la Organización de las Naciones Unidas en la *Declaración Universal de los Derechos Humanos*, misma que puedes encontrar en la dirección electrónica <http://www.un.org/es/documents/udhr/>.

Elabora en tu cuaderno de notas un cuadro similar al anterior, en el cual puedes agregar algún testimonio relacionado como ejemplo en cada práctica. Nosotros hemos anotado en racismo y en discriminación racial dos enlaces, el primero corresponde a la definición del concepto y el segundo al ejemplo. Investiga otras posibles manifestaciones eugenésicas, quizá te sorprenda la cantidad y diversidad de testimonios.

En cada caso que consideres es conveniente que te preguntes: ¿Las prácticas expuestas en el cuadro y las que investigué son eugenésicas?, ¿se practican ahora?, ¿con frecuencia?

Se te recomienda que leas los capítulos I y II de *Eugenesia y racismo en México* de Laura Suárez, ya que te posibilitarán ampliar tus criterios de selección y evaluación de las prácticas eugenésicas. Está disponible en: <http://www.posgrado.unam.mx/publicaciones/ant_colposg/29.pdf> [Consulta: 11/07/2012].

Conforme a lo expuesto podrías preguntarte: ¿Son prácticas eugenésicas los criterios para seleccionar a las y los modelos de ropa o a las participantes en concursos de "belleza" o la transformación del cuerpo humano con prótesis para "mejorar su estética" o el Proyecto Genoma o la "elección" en un banco de semen del hijo fenotípicamente "ideal"? ¿O lo son la ayuda médica a una pareja humana para procrear o la inseminación asistida o las cirugías que permiten implantes para recuperar una facultad perdida o las investigaciones biomédicas o biotecnológicas en la búsqueda de fármacos más efectivos y menos dañinos? Quizá el fondo del problema se encuentre no tanto en el método, sino en la finalidad de la práctica.

EVOLUCION_SEP.indb 113 28/11/12 17:17

Lee el siguiente texto y reflexiona.

La referencia a los efectos de las prácticas eugenésicas incluye los efectos biológicos y los sociales. La eugenesia aplicada a caracteres poligénicos podría ser poco eficaz. Incluso en algunos casos se puede decir que sus efectos son irrelevantes desde el punto de vista biológico, siempre y cuando no se produzcan consecuencias negativas no deseadas. Pero que una práctica no tenga consecuencias biológicas no significa que sea que resulte inocua desde el punto de vista social, ya que sus repercusiones sociales negativas o discriminatorias para terceras personas pueden ser importantes. Los procedimientos eugenésicos aplicados a caracteres no patológicos tendrán alguna clase de repercusiones. Por ejemplo, cuando se realizaron esterilizaciones a personas consideradas débiles mentales, no hubo mejoría en lo más mínimo la inteligencia media ni en la calidad genética de la población norteamericana. Sin embargo, sus repercusiones sociales fueron trágicas en términos de violaciones de los derechos humanos y de discriminaciones de personas y de colectivos enteros que fueron considerados poco útiles socialmente, ya que se pensaba que eran inferiores desde el punto de vista genético.

Sin embargo, las practicas eugenésicas, o de modificación genética, ahora pueden ayudar a corregir ciertos errores en los genes, lo que permitirá un avance en la evolución y su clasificación.

Tomado de: <http://www.ugr.es/~eianez/Biotecnologia/eugenesia.htm>. [Consulta: 08/06/2012].

Retoma tus respuestas de la actividad 13 y contrástalas con la información del texto que acabas de leer.

Una vez que has contrastado la información escribe tu opinión sobre la eugenesia y sus repercusiones. No olvides que la evolución abarca todas las circunstancias que rodean a los organismos.

Finalmente escribe cuál es tu perspectiva sobre la evolución.

Al terminar tu actividad compara tus respuestas con las que se sugieren en el Apéndice 1.

Genética molecular

Estás trabajando para explicar las leyes de la herencia y cómo llega la genética molecular a servir para corregir errores de clasificación en los organismos.

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. En la actualidad esta ciencia ha tenido avances sorprendentes, por ejemplo la integración del mapa del genoma humano que desarrolla el Proyecto Genoma.

La reseña histórica en el apartado de la teoría cromosómica sobre el avance científico de la bioquímica, primero, y de la biología molecular, después, hasta derivar en este complejo mundo de las moléculas a la luz de la genética, nos muestra

EVOLUCION_SEP.indb 114 28/11/12 17:17

que ha sido una carrera vertiginosa y llena de sorprendentes descubrimientos. La complejidad radica en las implicaciones sociopolíticas, culturales, económicas y científicas en que se mueve la genética molecular, porque manipular u obtener información de las características genéticas de cada ser humano conlleva riesgos que no han de tomarse a la ligera, sino al contrario deben analizarse desde varios ángulos, así lo precisa Laura Luz Suárez en el libro que te recomendamos antes, al referirse al Proyecto Genoma, pero sus observaciones bien pueden relacionarse con la investigación de la genética molecular:

> Los aspectos relacionados con las implicaciones sociales de estas investigaciones se sitúan fuera de la esfera del conocimiento biológico, para ubicarse en el terreno de la ética, la sociología y la política, por lo que requiere un profundo análisis multidisciplinario que permita la formulación de las repercusiones psicológicas, sociológicas, jurídicas y éticas. 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. (p. 78).

En la unidad 3 abordaremos otros aspectos de la genética molecular y sus implicaciones sociales, por el momento, dejemos hasta aquí su relación con la eugenesia.

Aristóteles solamente consideraba tres reinos en la naturaleza: el animal, el vegetal y el mineral. Excluyendo a las rocas y minerales, los seres vivos fueron considerados durante mucho tiempo o plantas o animales, pero el estudio minucioso de su comportamiento, anatomía y fisiología obligó a hacer cambios en este sistema de clasificación. Por ejemplo lo que ahora reconocemos como hongos, durante mucho tiempo fueron incluidos en el grupo de las plantas, pero debido a sus diferencias en estructura, composición celular e incapacidad para alimentarse por fotosíntesis, los sitúan actualmente como un grupo separado de plantas y animales.

Un avance tecnológico que amplió nuestra visión de la naturaleza fue el invento del microscopio y el descubrimiento de miles de millones de organismos minúsculos, además de poder plantear que todos los seres vivos estamos formados del mismo tipo de unidades: las células.

Sin embargo los descubrimientos más sorprendentes tuvieron que esperar un nuevo marco teórico: la teoría de la evolución. Con ella surge la idea que las especies actuales son el producto de un proceso histórico de transformaciones desde organismos ancestrales que se fueron diversificando. Esta teoría por lo tanto implica que existen especies "hermanas" que descienden de otras especies ancestrales. Las similitudes en la estructura genética de las especies dan información adicional sobre las relaciones evolutivas entre los organismos.

EVOLUCION_SEP.indb 115 28/11/12 17:17

En el presente la genética molecular sirve a muchas áreas, entre ellas la medicina y la investigación en biología celular, pero también permite comparar los genes y los genotipos de organismos, lo cual aporta nuevas evidencias a la forma en que ha ocurrido y ocurre la evolución.

Busca información sobre la clasificación de los Cinco Reinos (de Whittaker) y compárala con la de los Tres Dominios (de Woese) para darte una idea sobre cómo ha cambiado nuestra perspectiva respecto a la diversidad biológica

Luego de tener la información traza una línea del tiempo desde la época de Aristóteles hasta finales del siglo xx señalando el nivel de conocimiento sobre la biodiversidad que se tuvo en cada época. Procura ser objetivo en tus juicios y sitúalos en su contexto histórico y social.

CIERRE

Estos criterios pueden ser objetados como consecuencialistas. Sin embargo, conviene tener presente lo siguiente:

- En el análisis de cualquier problema bioético una evaluación de las consecuencias resulta ineludible. En este sentido los criterios consecuencialistas son necesarios aunque puede ser que no sean suficientes.
- Los criterios anteriores, además de permitir la realización de valoraciones concretas, pueden englobar consideraciones sociales que vayan más allá de un simple cálculo material de costes y beneficios individuales. Puede y debe existir una perspectiva social de fondo que considere el contexto ideológico, social y político en el que tienen lugar las prácticas que se pretende enjuiciar.

Autoevaluación de la Unidad 2

Es momento de hacer una breve reflexión sobre tu aprendizaje por lo que te proponemos que lo evalúes, para esto te presentamos la siguiente rúbrica. Marca en la casilla que mejor describa los saberes y habilidades que has desarrollado en la que: 3 significa que has comprendido y realizado lo que se indica *Muy bien*, 2 *Suficiente, 1 No suficiente*. La columna *Debo hacer...* te ayudará a reflexionar en los aspectos que debes reforzar para lograr las metas propuestas al inicio del Módulo, ahí anotarás las estrategias que utilizarás para mejorar las áreas en las que aun no estás listo.

EVOLUCION_SEP.indb 116 28/11/12 17:17

Marca con una ✓ el nivel que consideres has alcanzado en tu preparación.

	3	2	1	Debo hacer para mejorar mi desempeño
Relaciono el origen de corrientes ideológicas como la eugenesia (Raza Aria y Apartheid) con los conceptos de la herencia en políticas gubernamentales actuales.				
Explico los diferentes tipos de mutaciones en las especies.				
Explico situaciones de la vida mediante la aplicación de las leyes de la herencia.				
Explico los mecanismo de la herencia a través de la división celular.				
Argumento mi postura ante la aplicación de políticas gubernamentales sobre la selección artificial en el ser humano.				
Argumento las diferencias y coincidencias que soportan el punto de vista de la teoría de la evolución a nivel de especie y a nivel de población.				
Explico las razones que impulsaron una reclasificación de los organismos desde Aristóteles hasta la genética molecular.				
Explico la manera en que el mundo vivo ha llegado a la diversidad actual, usando los mecanismos de la herencia y la evolución.				
Puntuación				

Si tu puntuación fue entre 20 y 24 puntos está muy bien, si tuviste entre 19 y 16 puntos es suficiente, aunque tal vez debas repasar algunos temas, dependiendo de las respuestas donde tuviste 1 o 2 puntos; si obtuviste menos de 16 puntos es necesario que vuelvas a estudiar toda la Unidad.

EVOLUCION_SEP.indb 117 28/11/12 17:17

EVOLUCION_SEP.indb 118 28/11/12 17:17

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, argumentando 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.

¿Qué saberes trabajaré?

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

Cómo organizaré mi estudio?

Mi plan de trabajo

Unidad 3	Semana 1	Semana 2	Semana 3	Semana 4
Repercusiones de la genética	Mejoramiento de plantas y animales transgénicos Áreas de aplicación	Bioética Alteración del proceso de evolución Reproducción asistida Efectos en equilibrio de la biofera Legislación en ciencia y tecnología	Equidad social Concepto de enfermedades Clases sociales y derecho a la salud Diagnóstico prenatal	Equidad social Instituciones de salud e investigación científica Vacunas Distribución equitativa de los beneficios biotecnológicos
Total: 19 horas	4 horas	5 horas	5 horas	5 horas

Para organizar tu trabajo considera que:

- Requieres un estimado de 19 horas para esta unidad.
- Es recomendable que estudies en sesiones de 1 hora como mínimo para que puedas completar procesos y actividades.
- Para el estudio de la unidad necesitarás un cuaderno u hojas blancas y un folder para guardar tus trabajos, ya que deberás revisar las respuestas a las actividades propuestas para concluir la unidad.
- Necesitarás consultar información en Internet, ya sea en tu casa, con un amigo o en un café Internet, también puedes acudir a los módulos instalados en las estaciones del transporte colectivo de tu comunidad.

¿Cuáles serán los resultados de mi trabajo?

Al finalizar el estudio de esta unidad podrás:

- Relacionar los avances científicos en materia de herencia con el desarrollo de la biotecnología.
- Argumentar a favor y en contra de la intervención humana en los procesos naturales.
- Problematiza las ventajas y desventajas de la manipulación genética en materia de salud.
- Comparar los objetivos y las fuentes de financiamiento de las instituciones nacionales e internacionales que realizan investigación biotecnológica.
- Fundamentar tu opinión respecto de la legislación en materia de la biotecnología en situaciones que impliquen una valoración ética.
- Explicar los obstáculos que presenta el desarrollo de la biotecnología en México.
- Explicar de qué manera ciertos avances tecnológicos como el desarrollo de insecticidas, antivirales y antibióticos han acelerado o retrasado la tasa evolutiva de ciertas especies.

EVOLUCION_SEP.indb 120 28/11/12 17:17

INICIO

Biotecnología y salud

En las unidades anteriores has estudiado las implicaciones de la genética en la salud y la sociedad, la importancia de la variación genética para la evolución por selección natural y las consecuencias evolutivas de ésta sobre las expresiones fenotípicas de los genes.

En esta unidad estudiaremos la biotecnología: analizaremos su relación con la evolución, conoceremos las instituciones que realizan investigación en ésta área, revisaremos la legislación que la regula y evaluaremos sus implicaciones éticas y sociales.

Realiza con detenimiento la siguiente lectura, que te servirá para iniciar con los saberes de la unidad 3.

Ingeniería genética

En la ingeniería genética se utiliza tecnología para modificar el ADN de los organismos de diferentes especies. Es decir se toman genes de una célula de una especie, por ejemplo de las petunias y se inserta en un gen del jitomate para hacerlo resistente a una cierta enfermedad. Estas técnicas se utilizan en muchos campos de la ciencia, en la agricultura, la ganadería, la medicina, entre otros.

Desde tiempo atrás los conocimientos sobre genética se han utilizado para obtener variedades más útiles, mejores en cuanto sus componentes, o para lograr nuevas plantas o animales. Los métodos utilizados son injertos o cruzas de animales o plantas y los resultados se veían a largo plazo, pero solo se hacía en las mismas especies.

La ingeniería genética ha permitido hacer estas modificaciones entre organismos de distintas especies con mayor rapidez ya que se toma el gen de un organismo y se introduce en el que se quiere o necesita modificar.

Esta técnica prepara plantas para que produzcan alimentos más nutritivos con todos los aminoácidos necesarios; desarrolla cultivos resistentes a insectos o enfermedades, o con mejor tolerancia a la sequía, el calor, el frío, la salinidad del suelo o la acción de herbicidas.

En este aspecto la ingeniería genética ha desarrollado una *protección contra los insectos* y es el caso de la bacteria del suelo conocida como *Bacillus thuringiensis*, que produce una proteína que mata a los insectos y no daña otros organismos, por lo que se emplea como insecticida desde principios de siglo. Esta proteína se sintetiza del gen y se introduce en diferentes plantas, como la papa, el algodón, el maíz para protegerlos contra diversos insectos. El mismo procedimiento se ha utilizado para *protección contra hongos y virus*, que producen enfermedades en las plantas; se Introducen pequeños fragmentos de ADN del virus que invade el camote y la planta desarrolla defensas contra la enfermedad. También se ha logrado *controlar la mala hierba* que crece en los campos de cultivo y daña las cosechas.

Las plantas manipuladas por ingeniería genética hasta la actualidad son: la soja, el maíz, el algodón. La compañía Monsanto ha introducido un gen que las hace resistentes a un herbicida que fabrica

(*Continúa...*)

EVOLUCION_SEP.indb 121 28/11/12 17:17

(*Continuación...*)

la misma compañía, y el agricultor que planta las semillas manipuladas de estas plantas puede utilizar el herbicida en ese cultivo y mata la mala hierba.

En el campo de la ganadería las técnicas empleadas son las mismas, y se pretende mejorar las razas animales para consumo o para reproducción. Por ejemplo, en China han modificado el ADN de algunas vacas para que la leche que produzcan sea parecida a la humana y dé protección a los recién nacidos mejorando el sistema inmunológico.

Aunque esta tecnología tiene muchas ventajas, no todos ven en la ingeniería genética la solución a los problemas de alimentación en el mundo, pues hay quienes opinan que estas técnicas son peligrosas porque alteran los organismos, sin que se conozcan las consecuencias y sus resultados en los beneficios o problemas se verán hasta que se haya generalizado su distribución.

La medicina no está exenta de esta tecnología, pues las investigaciones han llevado al descubrimiento del genoma, y se utiliza para modificar los genes que provocan enfermedades hereditarias, o la conservación del cordón umbilical con la célula madre, que puede utilizarse si se llega a presentar alguna enfermedad que pueda ser curada con estas células madre.

La farmacología también ha experimentado para fabricar mejores medicamentos, más eficaces y sin que sus efectos secundarios sean un problema más en la salud del humano.

Adaptado de Echarry, Luis. *Ciencias de la Tierra y medio ambiente,* Unidad 6, en: <http://www.tecnun.es/asignaturas/Ecologia/Hipertexto/06Recursos/123AlimTransgen.htm>. [Consulta: 18/07/2012]

Mejoramiento de plantas y animales

Estás trabajando para relacionar los avances científicos en materia de herencia con el desarrollo de la biotecnología.

En la lectura anterior se hace mención a que la ingeniería genética puede manipular e introducir células de un organismo a otro sin importar la especie a la cual pertenecen. Esto puede generar una variación tal de las especies que se podría llegar a crear especies nuevas y tal vez hasta dañinas para el medio ambiente. ¿Tú qué crees que pueda suceder? ¿Se alterará de tal forma la información cromosómica que lleguemos a comer frutas con sabor a flores?

Veremos en esta unidad los avances que ha tenido la ingeniería genética y las precauciones que toman quienes manipulan organismos.

No cabe duda que somos afortunados al vivir en un tiempo en que las innovaciones científicas se suceden a diario; pero más aún que no pocos de esos descubrimientos pueden ser aplicados en el entorno social casi de inmediato. Si antes los descubrimientos tenían que esperar un buen tiempo en el archivo para que la tecnología los pusiera al alcance del consumidor, hoy la investigación científica y la tecnológica van de la mano. Muestra de esto lo acabas de leer al inicio de la unidad. Muchas son las formas por las que se puede explicar e interpretar la manipulación

EVOLUCION_SEP.indb 122 28/11/12 17:17

genética, la biotecnología ha permeado la vida cotidiana y ha rebasado el ámbito de su propio terreno científico, por eso en su análisis están implicadas otras ciencias o áreas del conocimiento humano como el derecho, la ética, la antropología, la sociología, la economía, entre otras muchas, como lo has podido estudiar en los módulos *Universo natural*, *Variación en procesos sociales* y *Hacia un desarrollo sustentable*, por mencionar algunos. Quizá una pregunta obligada es: ¿rebasará la tecnología nuestra capacidad de análisis y, lo que sería peor, nuestra velocidad de reacción para regularla?, ¿o reinarán la anarquía y los intereses contrarios al bienestar social?

En los últimos años se ha hablado tanto de la manipulación de los genes que la información que nos llega puede crear confusión.

También han proliferado empresas que están experimentando con los genes de especies vegetales y animales con miras a mejorar los valores nutricionales, el volumen de producción y la resistencia a enfermedades producidas por insectos, virus o bacterias.

La producción de semillas de vegetales modificadas genéticamente es cada vez mayor y la distribución comienza a llegar a los comercios, donde se expenden y los consumidores no se enteran del origen de esos productos.

También es cierto que entre el público consumidor existe una especie de paranoia con respecto a si los productos que consume son "naturales" o si contienen aditivos o cualquier otro tipo de manipulación. Tomemos por ejemplo la industria avícola en México. En nuestro país las aves de corral pueden ser alimentadas con productos que incluyen hormonas que estimulan el crecimiento rápido del animal. Con respecto al ganado vacuno sucede algo similar, ya que se ha sabido de casos en los que se inyecta a las reses con clembuterol. En ambos ejemplos los costos de producción de carne se abaratan pero la calidad de la misma es menor. Cabe mencionar que ni las reses ni los pollos de estos ejemplos han sido afectados en su constitución genética.

Curiosamente la manipulación que ha provocado mayor rechazo es la genética, sobre la que nos ocuparemos a lo largo de esta unidad. Para tener un panorama más amplio te recomendamos consultar el libro de Víctor Villalobos "Los transgénicos. Oportunidades y Amenazas".

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

La ética se refiere al estudio de la moral y de la acción humana. El concepto tiene un origen griego *ethikos*, que significa "carácter". Esta disciplina filosófica elabora afirmaciones y define lo que es bueno, malo, obligatorio, permitido, etcétera, en lo referente a una acción o a una decisión, a partir de criterios normativos.

Sobre el tema de transgénicos y OGM, el libro del Doctor Víctor Villalobos, director del Instituto Interamericano de Ciencias Agrícolas (IIICA), experto en el tema, es muy claro y directo. *Los transgénicos. Oportunidades y Amenazas*, Editado por Editorial Mundi Prensa en el año 2007.

EVOLUCION_SEP.indb 123 28/11/12 17:17

A partir de lo que has aprendido sobre las repercusiones de la ingeniería genética y la biotecnología, y considerando también un punto de vista ético, contesta las siguientes preguntas:

1. ¿Crees que la ingeniería genética empleada en la agricultura y la ganadería tendrá más beneficios que repercusiones negativas en la salud de los consumidores y en el incremento de la producción, con la consiguiente disponibilidad de alimentos para la sociedad?

2. ¿Consideras que habrá repercusiones en el equilibrio de los ecosistemas?

3. ¿Piensas que se alterará la morfología del ganado de tal forma que cambie su apariencia?

4. ¿Te parece que realmente los alimentos genéticamente modificados constituyen una solución económica y social para paliar la escasez de alimentos?

5. ¿Opinas que los consumidores tienen derecho a conocer cuándo están consumiendo un alimento genéticamente modificado, sus beneficios y sus posibles consecuencias?

Recuerda comparar tus respuestas con las que se siguieren en el Apéndice 1.

EVOLUCION_SEP.indb 124 28/11/12 17:17

Transgénicos

En la actualidad a pocas personas sorprende escuchar en la televisión, la radio, Internet o leer en revistas y diarios información diversa acerca de los organismos genéticamente modificados (**OGM**) desarrollados por la biotecnología con la finalidad de mejorar la calidad de vida de las personas. Estos OGM que se obtienen por tecnología del ADN recombinante son los organismos transgénicos.

Hay dos conceptos diferentes que debemos saber distinguir para evitar confusiones y malos entendidos, los organismos genéticamente modificados y 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 biología molecular para cambiar la información genética de un organismo animal o vegetal. En este sentido un organismo transgénico es un OGM, pero lo contrario no siempre es cierto. La mayoría de los cultivos tradicionales y los animales domésticos son producto de cruzas selectivas, en las cuales se han buscado aquellos individuos con las características más adecuadas para distintos fines. La estructura genética de una población domesticada, ya sea de plantas de agave o de palomas mensajeras, es diferente a la de poblaciones silvestres, lo cual significa que se trata de organismos genéticamente modificados. También en la naturaleza existen muchos ejemplos de microorganismos que intercambian libremente moléculas de ADN sin la intervención del ser humano. Estos microorganismos también son OGM sin ser transgénicos. A lo largo de esta unidad se hablará de OGM refiriéndonos casi siempre a transgénicos y haciendo la aclaración pertinente cuando no sea así.

En el libro que te recomendamos con anterioridad, *Los transgénicos. Oportunidades y Amenazas*, se destaca que los OGM son usados en la agricultura, medicina o industria para conferirles habilidades novedosas que no hubiesen podido adquirir en condiciones naturales y han sido resultado de la investigación científica, principalmente en la ingeniería genética, la biología molecular y la agronomía.

El autor añade que una de las aplicaciones más avanzadas sobre este tema en la agricultura son los cultivos transgénicos, que han trascendido el ámbito del laboratorio científico y del campo experimental para cultivarse comercialmente desde 1996 en campos agrícolas del mundo.

Agrega que la tecnología de los transgénicos es una forma novedosa de producción de granos y oleaginosas; lo hace más eficiente, con menor impacto negativo al ambiente y con ahorros económicos directos para más de diez millones de agricultores que los cultivan en 22 países.

El libro de Villalobos desarrolla los fundamentos, términos y conceptos de los cultivos transgénicos, habla de la producción agrícola y la seguridad alimentaria, el consumo de los alimentos transgénicos. También explica cómo se realizan los análisis y manejo de riesgos.

Otra fuente segura de información sobre los transgénicos es la Organización Mundial de la Salud, que ha preparado un documento disponible en internet en: <http://www.who.int/foodsafety/publications/biotech/en/20questions_es.pdf>. La OMS indica que los alimentos OGM actualmente disponibles en el mercado internacional han pasado las evaluaciones de riesgo y no es probable que presenten riesgos para la salud humana. Otro documento interesante al respecto es: <http://www.abc.com.py/edicion-impresa/economia/iica-nutre-al-mag-con-datos-cientificos-sobre-transgenicos-113648.html>.

EVOLUCION_SEP.indb 125 28/11/12 17:17

Otro tema desarrollado por Villalobos es la bioseguridad y la percepción pública sobre el tema y también detalla los beneficios económicos de las variedades transgénicas. Y finalmente refiere el importante aspecto de quiénes ganan y quiénes pierden con la revolución biotecnológica en la cual estamos inmersos.

Pero, ¿sabes qué es la biotecnología?

Como postula el *Convenio sobre Diversidad Biológica de 1992*, la biotecnología es definida como toda aplicación tecnológica que utilice sistemas biológicos y organismos vivos o sus derivados para crear o modificar productos o procesos para usos específicos.

Como resultado de la investigación en esta área se plantea el desarrollo de tecnología que posibilite utilizar de manera **sostenible** la biodiversidad. La investigación biotecnológica contribuye a la solución de problemas en los ámbitos de la salud, el agropecuario, el industrial y el ambiental. El nivel de desarrollo de la biotecnología en México obliga a importarla, aunque no de forma total. Esto se debe a que en el país hay varios organismos públicos en los que se realiza investigación biotecnológica; entre otros se encuentra la Universidad Nacional Autónoma de México que investiga sobre las bases moleculares y celulares de la respuesta al déficit hídrico en plantas superiores, o los mecanismos que modulan la aclimatación al calor en las plantas y las levaduras durante su crecimiento y desarrollo; entre las investigaciones que han hecho en el Instituto Politécnico Nacional se encuentra la Composición para la oxidación del índigo en telas y efluentes y procedimiento de su uso. el Instituto Nacional de Medicina Genómica (INMEGEN) investiga básicamente sobre las enfermedades y las sustancias que forman el cuerpo humano, como por ejemplo: Estructura de las proteínas, genómica en enfermedades cardiovasculares, genómica de las enfermedades autoinmunes. El Instituto Nacional de Perinatología se centra en la investigación de los problemas de salud reproductiva, como la infertilidad, embarazos de alto riesgo, enfermedades hereditarias y los resultados los publica en la *Revista de Perinatología y reproducción humana* y el Consejo Nacional de Ciencia y Tecnología (Conacyt) a través de sus centros de investigación trabaja en distintas áreas, como desarrollo tecnológico e innovación, desarrollo científico y desarrollo regional, y cada institución se centra en su área de especialización.

Como toda tecnología, el uso de la biotecnología representa beneficios pero también implica costos y riesgos. Para comprender las consecuencias de la bio-

glosario

Sostenible: proceso que puede mantenerse por sí mismo, en este caso se busca que la biodiversidad pueda seguir su curso de manera natural, aun con los avances tecnológicos que la modifican.

Más información en...

Al hablar de transgénicos la confrontación de información es muy importante para formarnos un criterio, ya que este tema reviste un interés especial pues dentro de algunos años estaremos recibiendo tratamientos médicos con algunos de estos descubrimientos. Recuerda que debes buscar información en Internet escribiendo las palabras claves: ingeniería genética, alimentos transgénicos, bioética. Esta información te servirá para que te formes un criterio comparando lo que se dice de los transgénicos. Recuerda siempre validar la información y conocer diversos puntos de vista y opiniones sólidas sobre cada uno de los temas que investigues. Te reiteramos que no todo OGM es transgénico.

EVOLUCION_SEP.indb 126 28/11/12 17:17

tecnología, tanto en el área científica como la social, analizaremos y evaluaremos como ejemplo los posibles beneficios y perjuicios del uso del maíz **transgénico** en nuestro país.

Como ya mencionamos la biotecnología es una ciencia que utiliza organismos vivos para mejorar la calidad de vida de los seres humanos. En los inicios de lo que podríamos considerar las primeras aplicaciones de la biotecnología, los panaderos egipcios, que desconocieron que fueron los primeros investigadores biotecnólogos, desarrollaron técnicas en las que utilizaban organismos no modificados como las células de levaduras para que el pan se esponjara, o los griegos quienes las utilizaban para fermentar bebidas alcohólicas. Actualmente las investigaciones arrojan descubrimientos que han impulsado las innovaciones técnicas en el área de la biología molecular. Ahora es posible combinar las características genéticas de dos o más células, es decir, se puede tomar ADN de un organismo e introducirlo en las células de otro.

En México, el Conacyt impulsa el desarrollo de la biotecnología al formar recursos humanos, así como con la promoción y sostenimiento de proyectos de investigación. Según la información aportada por Luis Campillo *et al*. (2005), en el país existen alrededor de 900 investigadores en el área de la biotecnología y sus trabajos se centran en la solución de problemáticas económicas, sociales y ambientales.

Un grupo promovido por el Conacyt es BioRed y está constituido por personas que trabajan en la investigación científica y tecnológica en diversas instituciones de educación superior, industrias, centros de investigación en todo el país, con el objetivo de alcanzar soluciones viables y bien estructuradas que contribuyan al desarrollo nacional y al bienestar de la población. Entre los proyectos de investigación que promueven están: plagas y enfermedades, biotecnología pecuaria, mejoramiento de la productividad (diferentes áreas), biotecnología alimentaria, biotecnología acuícola.

Este grupo busca mejorar la calidad en todas las áreas productivas del país donde aplican los métodos más adecuados para lograr los objetivos que se han propuesto los distintos grupos de trabajo.

Hagamos un breve recorrido por la historia de la humanidad y su relación con el medio en el que habitaba, ya que es bien sabido que en la naturaleza podemos encontrar una cantidad enorme de especies con adaptaciones peculiares; por ejemplo, hay bacterias que pueden vivir en medios donde la temperatura es muy elevada, mientras que otras toleran temperaturas cercanas al punto de congelación. También existen plantas que de manera natural pro-

glosario

Transgénico: organismo modificado mediante ingeniería genética de ADN con otros organismos en sus genes, es decir se ha alterado su información genética.

El llamado ADN recombinante es una molécula de ADN artificial formada por la unión de secuencias de ADN provenientes de dos organismos de especies distintas, al introducirse esa molécula de ADN se genera una modificación genética que provoca un cambio en los rasgos existentes, o bien una expresión de nuevos rasgos. El ADN recombinante es el resultado de la aplicación de diversas técnicas que los biólogos moleculares utilizan para manipular moléculas de ADN.

EVOLUCION_SEP.indb 127 28/11/12 17:17

Más información en...

Si quieres saber más sobre el *Hombre de los hielos*, puedes hacerlo en Internet, escribiendo en el buscador apartados referentes a los utensilios e indumentaria de Ötzi. Para información más detallada consulta *El hombre de los hielos*, en especial los capítulos II "Los pertrechos del hombre de los hielos", III "La indumentaria" y IV "La momia" (*véase* bibliografía).

ducen compuestos extremadamente tóxicos, lo que les permite vivir sin ser atacadas por insectos herbívoros u hongos, mientras que otras especies de animales se han adaptado para digerir compuestos que son tóxicos y hasta mortales para organismos de otras especies. La capacidad de adaptación de los organismos para vivir en medios tan diversos se encuentra en los genes y, en gran medida es el resultado evolutivo de la selección natural.

Sin embargo, en el transcurso de su historia el ser humano ha aprendido a seleccionar, de acuerdo a sus características, aquellas plantas y animales que le aporten **mayor rendimiento**, **calidad nutritiva** o **facilidad de cultivo**. Suponemos que en un principio la selección se realizó de forma inconsciente y posteriormente la práctica le produjo al hombre un aprendizaje que con el paso del tiempo se convirtió en conocimiento, entendido éste como la conciencia de aplicar un "método", por medio de una técnica para alcanzar un objetivo; asimismo, aprendió a desechar aquellas plantas y animales que le perjudicaban.

Imaginemos a nuestros ancestros prehistóricos recolectando semillas, plantas u otro tipo de organismos (por ejemplo, insectos), eligiendo entre lo "benéfico" y lo "dañino". No deja de ser interesante cuando pensamos en la manera en que el ser humano fue aprendiendo a conocer su entorno y lo que le era agradable y saludable, experimentándolo en su propia persona. Un caso relativamente reciente que nos ilustra acerca de ese conocimiento (o conocimientos) del hombre prehistórico es el del llamado "Hombre de los hielos" u "Hombre de Hauslabjoch" o bien solo Ötzi, una momia descubierta en 1991 en los Alpes de Ötztal (Austria) y cuya edad se calcula superior a los 5 mil años.

Y ya cuando practicaba la agricultura seleccionar aquellas especies que tuviesen las características de su interés para cultivarlas y se reprodujeran, heredando a sus descendientes sus propiedades. A partir de los trabajos de Mendel, que estudiaste en la Unidad 2, se descubrió que los organismos tienen factores o caracteres heredables: los genes. Desde entonces se formalizaron y sistematizaron los programas para mejorar las características de las especies útiles.

En los últimos años, por el desarrollo de la biotecnología en el área de ingeniería genética, se han desarrollado organismos transgénicos han tenido un avance inusitado en este tiempo. En este sentido, la Universidad Nacional Autónoma de México, en el Instituto de Biotecnología se centra en la investigación para generar conocimientos en las áreas de biología molecular, ingeniería bioquímica, **inmunología**, biología del desarrollo, ecología **microbiana**, para desarrollar biotecnología competitiva en las áreas de salud, agropecuaria, industrial, energética y ambiental. Entre algunas de las investigaciones que realizan están las siguientes: Biología molecular y genómica funcional de interacción virus-célula huésped, que puede apoyar en el tratamiento del virus de influenza y evitar

EVOLUCION_SEP.indb 128 28/11/12 17:17

que se presente una urgencia sanitaria como pasó entre los meses de marzo y abril del 2009 en México. Con la fabricación de vacunas para evitar los contagios y disminuir la diseminación de esta enfermedad, utilizando organismos genéticamente modificados.

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

Estás trabajando para relacionar los avances científicos en materia de herencia con el desarrollo de la biotecnología.

Como se ha mencionado, 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 humanos. Los organismos transgénicos han influido en áreas diversas, como la medicina, la agricultura y la industria química, entre otras. Así, hay bacterias que producen la insulina que se le administra a los diabéticos. El gen que la produce es de origen animal; después de ser aislado se inserta en una bacteria que lo ***sintetiza***. Antes de estos avances en biotecnología, la insulina se obtenía sacrificando una elevada cantidad de animales, por lo cual su producción era limitada y costosa.

glosario

Transferencia genética. La transferencia de material genético puede comprender desde un pequeño segmento de ADN hasta un genoma entero, de una célula de una variedad o especie a otro tipo de célula en cultivo

En plantas de interés comercial se pueden incorporar nuevos genes con el fin de mejorar los cultivos. Como resultado de la domesticación muchas plantas de las que nos alimentamos han perdido sus mecanismos de defensa contra los insectos y hongos; eso las hace más vulnerables a los organismos patógenos y a los consumidores herbívoros que las variedades silvestres. Nuestra respuesta, en particular en el último siglo, ha sido rociarlas con grandes cantidades de insecticidas durante su desarrollo. Esas sustancias químicas aniquilan a los insectos dañinos pero también a los que pueden ser útiles, como por ejemplo las abejas que polinizan las plantas, u otros insectos que se alimentan de ellas. Varias investigaciones en el sector agrícola han comprobado que los insecticidas se acumulan y contaminan la tierra y el agua, de ahí pasan a los cultivos y posteriormente al organismo de los consumidores, lo que puede resultar en enfermedades tan graves como cáncer y malformaciones genéticas. Una posible solución a esos problemas ha sido *insertar* genes de resistencia en las plantas que consumen tanto los humanos como los animales, eso reduce el empleo de insecticidas, incrementa la producción de alimentos y disminuye los costos de producción al no tener que invertir en sustancias químicas (insecticidas y pesticidas); asimismo el costo de los alimentos baja.

EVOLUCION_SEP.indb 129 28/11/12 17:17

Más información en...

Busca en Internet *Mansa*, una ternera transgénica única en el mundo.

Sobre la insulina humana. La recombinación de genes humanos en el ADN de bacterias es una de las posibilidades que ofrece la biotecnología y que permite obtener proteínas humanas con fines terapéuticos. Por ejemplo la insulina humana obtenida a partir de la bacteria Escherichia coli. Esta técnica es de gran valor porque las bacterias se reproducen rápidamente y pueden duplicar su número cada 20 minutos. De esta forma se pueden obtener en poco tiempo muchas copias del gen humano inserto en el ADN bacteriano y producir grandes cantidades de proteínas recombinantes. [http://www.porquebiotecnologia.com.ar/educacion/cuaderno/ec_49.asp]

La industria farmacológica ha impulsado investigaciones que han redituado en la creación de animales transgénicos, como vacas o cabras, en cuya leche se incuban medicamentos para el tratamiento de enfermedades como, por ejemplo fibrosis quística, enanismo o deficiencia de hierro. Al respecto, en Argentina en el año 2002 se creó una vaca, llamada *Mansa*, que producía leche con somatotropina (hormona humana de crecimiento).

Uno de los cultivos más utilizados para crear transgénicos con fines **biofarmacéuticos** es el maíz, aunque existen otras plantas modificadas para fines terapéuticos, con las que se producen proteínas virales para vacunas, anticuerpos y hormonas. Con el maíz se fabrican diversos compuestos medicinales porque en sus granos se puede acumular la substancia de interés farmacéutica y producirla con las mismas técnicas de cultivo, cosecha y almacenaje que el maíz común.

El siguiente artículo (Gálvez, A y R.L. González, 2010. Cultivos biofarmacéuticos y su posible riesgo. CONABIO. Biodiversitas, 90:6-9) expone cómo se utiliza la biotecnología para fabricar biofármacos y los posibles riesgos que pueden tener este tipo de productos.

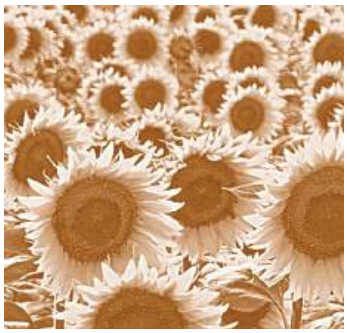
Lee el texto y anota o subraya las ideas que te parezcan más interesantes sobre el tema del maíz genéticamente modificado con fines terapéuticos.

EVOLUCION_SEP.indb 130 28/11/12 17:17

CONABIO
GOBIERNO FEDERAL

BioDIVERSITAS

CULTIVOS BIOFARMACÉUTICOS Y SU POSIBLE RIESGO



AMANDA GÁLVEZ* Y ROSA LUZ GONZÁLEZ**

Se conocen como cultivos biofarmacéuticos aquéllos de plantas que han sido modificadas genéticamente para expresar –es decir, para producir en sus tejidos o en sus órganos– sustancias con propiedades terapéuticas. La razón para usar las plantas como "biorreactores" es por la posibilidad de generar de manera ilimitada cantidades importantes de estas proteínas, que son llamadas "recombinantes".[1] El nombre proviene de la operación que sufren en el núcleo de sus células las plantas así modificadas, pues se tiene que "recombinar" su material nuclear con trocitos de material nucleico con genes externos a su organismo. (También se les llama "genéticamente modificadas", o simplemente GM, por sus siglas.) De esta forma se obtienen "organismos genéticamente modificados" (OGM) en los que se aprovecha su nueva capacidad para producir proteínas de origen humano –como hormonas o anticuerpos– o sustancias que normalmente produciría un animal, como la hormona de crecimiento bovina. De esta forma se evita extraerlas de los tejidos animales o humanos, ya que podrían portar patógenos que contaminaran el producto final. Su producción en una planta GM resulta "más limpia". Entre los primeros biofármacos obtenidos en plantas está la hormona humana de crecimiento, expresada en las plantas de tabaco y de girasol;[2] esta tecnología, iniciada a mediados de los años ochenta, apenas ha alcanzado el nivel comercial. Así, se han creado experimentalmente muchas proteínas terapéuticas, entre ellas: anticuerpos, derivados de sangre, citoquinas, factores de crecimiento, hormonas, enzimas recombinantes, proteínas virales o antígenos con el propósito de elaborar vacunas humanas y veterinarias.[3] Aunque algunos desarrollos biotecnológicos emplean cultivos celulares, de plantas, insectos, animales o microorganismos para expresar estas moléculas, otros utilizan plantas completas de alfalfa, lechuga, espinaca, tabaco y maíz en cultivos confinados o bien a campo abierto, siendo este último el que promete menores costos.

Con el tiempo, la tecnología ha aumentado la expresión y el rendimiento con varias estrategias como: usar nuevos promotores, estabilizar la proteína en los diferentes compartimientos celulares y optimizar el procedimiento de purificación de la sustancia de interés, lo que ha contribuido a mejorar la factibilidad económica de esta aplicación.[1] Entre todos estos sistemas, la expresión en semillas ha resultado de gran utilidad para acumular proteínas que, aunque se produzcan en un volumen relativamente pequeño, no se degradan porque el endospermo almidonoso las conserva sin necesidad de refrigeración, lo que ofrece una gran ventaja para la producción, por ejemplo, de vacunas orales.[1] Entre los cereales, el maíz junto con el arroz y la cebada resultaron ser interesantes alternativas; entre ellos, el maíz tiene el mayor rendimiento anual, un contenido proteínico moderadamente alto en la semilla y un ciclo de cultivo más corto, lo que en conjunto le da la mayor productividad potencial de proteína por hectárea. Sin embargo, deben ejercerse ciertos cuidados cuando se trata de una planta como el maíz ya que, por su naturaleza y la forma en que fue domesticada, requiere polinización cruzada; es decir, que el polen de una planta no la autopoliniza, sino que necesita que el viento o los insectos polinizadores acarreen el polen hasta otra planta para fertilizar el conjunto de flores que darán posteriormente origen a una mazorca. Cuando se trata de una planta de maíz GM, ésta contiene en su polen los "transgenes", que son los genes modificados que le dan características novedosas. Esto conlleva la desventaja de no poder controlar fácilmente "flujo de genes" o "flujo génico" entre las plantas GM y las plantas criollas o nativas que no están modificadas. Aunque los desarrolladores reconocen que el maíz tiene la desventaja de ser una planta de polinización cruzada y que fácilmente podrían escaparse los transgenes, ningún otro cereal logra alcanzar su rendimiento, por lo que es un sistema de expresión muy utilizado,[4] y ocupa una importante proporción de los permisos concedidos por el Animal and Plant Health Inspection Service (APHIS), en Estados Unidos, para cultivos a cielo abierto.[5, 6] En Cana-

dá estos cultivos se manejan únicamente en invernaderos y se han otorgado sólo unos cuantos permisos para pruebas de campo. La producción de compuestos farmacéuticos que afectan a la salud humana podría ser preocupante si no se atienden cuidadosamente las reglas de bioseguridad y si se producen en plantas de polinización abierta o polinización cruzada, tal y como se reproduce y comporta el maíz en la naturaleza. Los posibles efectos a la salud por la ingestión de estas "plantas-biorreactores", o por contacto con los trabajadores o quienes se encuentren a su alrededor son aún desconocidos. Las pruebas de campo en Canadá se han hecho en confinamiento para asegurar que el material vegetal no entre en la cadena de producción de alimentos para el ser humano o los animales. Además, se ha considerado en los permisos la posible exposición de los trabajadores y la gente que transita por esos lugares.[7] En Estados Unidos, sin embargo, las licencias se han otorgado de una forma más relajada. De especial interés son dos casos graves de escapes y mal manejo de esos campos.[8] Ya ha ocurrido con el maíz en el caso Prodigene, en el que se halló rastrojo de maíz que expresaba una vacuna porcina mezclado con granos de soya, o como en el caso StarLink en 2000, y con el arroz en 2006.[9] Aunque estos dos últimos no expresan biofarmacéuticos, son un claro ejemplo de la posibilidad de que las reglamentaciones no se cumplan y que en los experimentos a cielo abierto éstas no necesariamente se acaten. Las pruebas en campo en ese país no han seguido las reglas de manera apropiada. Los criterios económicos y los de factibilidad técnica, aunados a la percepción del maíz como una materia prima industrial, han permitido que ese cultivo sea el más utilizado y resulte ventajoso para unos cuantos agricultores, que pueden obtener ganancias mayúsculas, pero no se han considerado las desventajas y peligros potenciales que podrían provocarse en los millones de personas que basan su alimentación en el maíz.

¿Cuáles serían esos riesgos? El primero radica en que los granos resultantes que contienen el fármaco pasen a la cadena de producción de alimentos en operaciones industriales, porque a simple vista son imposibles de diferenciar y podrían mezclarse inadvertidamente. El segundo riesgo es el flujo génico, que en el caso del maíz para un país como México es inquietante porque un escape de transgenes para la expresión de sustancias que no son comestibles es mucho muy probable, dado que es el cultivo más utilizado para biofarmacéuticos y porque es una variedad de polinización cruzada. El impacto potencial para las poblaciones que lo consumen sería de graves dimensiones: en México el consumo *per capita* varía entre 285 y 480 g diarios[10] y llega a constituir la fuente de 40% de las proteínas por su bajo costo y frecuentemente sólo se hierve. La probabilidad de que las personas sean expuestas a estas proteínas transgénicas sería muy alta. Su elección como biorreactor para la producción de sustancias no comestibles es desafortunada, sobre todo si se aúna un riesgo más, que no se considera importante en Estados Unidos: la existencia de flujo génico en las variedades nativas (conocidas como criollas). Esto no se refiere a una mezcla física de granos, sino al hecho de que se libere un transgén para la expresión de un farmacéutico, que se polinice con él a plantas nativas y que se herede temporada tras temporada, donde puede perdurar varias generaciones en un sistema abierto de intercambio de semilla, como sucede en México.[11]

Se sabe que en la frontera México-Estados Unidos se transfieren ilegalmente semillas GM; además se ha identificado que los migrantes traen a territorio mexicano semillas estadounidenses. Sabiendo que en el país del norte los campos a cielo abierto de maíz biofarmacéutico no

7

EVOLUCION_SEP.indb 132 28/11/12 17:17

son controlados de forma estricta, sería posible el flujo génico allí mismo y habría una cierta posibilidad de que esos migrantes tuvieran en sus manos inadvertidamente semillas "biofarmacéuticas". Si se siembran estas semillas en el territorio mexicano pondrían a disposición de las variedades nativas los transgenes biofarmacéuticos, en caso de que polinicen a las plantas nativas de las milpas. De esta forma, los peligros latentes de exposición a fármacos recombinantes por esta vía podrían alcanzar a una parte importante de la población mexicana, en particular en el segmento que produce el maíz de subsistencia y semicomercial, que no compra semilla, sino que la guarda de una temporada para otra, como lo marca la tradición, hecho que ha permitido a través de muchos siglos la diversificación y evolución de la gran variedad de maíces en México. Así se pondría en riesgo al maíz cultivado en territorio mexicano porque convertiría a las variedades nativas en algo que causara efectos a la salud humana, al producir ellas mismas un fármaco no deseado. Esto constituiría un grave daño a su biodiversidad. Lo anterior no necesariamente sucedería en un país en el que se compra semilla cada año, como Estados Unidos.[12] En esa nación los agricultores generalmente no guardan semillas, sino que compran de las semilleras las variedades mejoradas para cada temporada. Por esto su biodiversidad de maíces es mucho más pobre, a pesar de ser el país que más produce. Por ese tipo de sistema cerrado de semillas podría evitarse, hasta cierto punto, que llegara a la población un maíz contaminado con transgenes biofarmacéuticos. Además en Estados Unidos se han desarrollado maíces GM para producir aceites lubricantes o plásticos, y tintas que no son para consumo humano o animal. Usar el maíz para la producción de farmacéuticos y sustancias industriales no comestibles que presentan peligros a la salud responde a una serie de decisiones en las que no estamos participando los mexicanos, pero que nos afectan: son resoluciones que han tomado empresas, ciudadanos y formuladores de política de países con una tecnología más avanzada, donde el cabildeo se ha inclinado a prohibir, por ejemplo, estos desarrollos biotecnológicos en animales porque la opinión pública –que en esos países es a menudo un impulsor de cambios regulatorios– los considera más parecidos a los seres humanos, a pesar de que hayan sido usados durante mucho tiempo para la producción de vacunas, sueros y anticuerpos, y su contención sea más fácil. Esto ha privilegiado la producción de sustancias no comestibles en cultivos que sí lo son, únicamente porque resulta más barata.

Si bien se reconoce que todas las tecnologías acarrean riesgos, los cultivos no son meros objetos, son construcciones sociales en las que el saber experto, los valores y los símbolos culturales desempeñan un papel clave.[13] En el caso del maíz biofarmacéutico es evidente que la participación pública y de los grupos de interés de países con menor desarrollo, como México, es ajena a este proceso de toma de decisiones en el ámbito tecnológico mundial.[14] Los consorcios desarrolladores de "plantas-biorreactores" y sus expertos argumentan que no hay riesgos apreciables o comprobables en esos cultivos. Sin embargo, el hecho de que las compañías aseguradoras no participen en el negocio de la biotecnología da lugar a la suspicacia de que saldrían perdiendo porque existen riesgos y no podrían afianzar esos cultivos con pólizas baratas.[13] Si se contamina la cadena alimenticia con granos de maíz farmacéutico se dañaría la alimentación de más de 100 millones de mexicanos. Si el maíz en México se contamina con "biofármacos" por flujo génico no sería fácil eliminarlo y afectaría a 60% de las unidades productivas no comerciales y semicomerciales del país, es decir, la producción de autoconsumo en México que utiliza 33% del área sembrada de maíz y produce 37% de la producción nacional de grano.[15] Esto perjudicaría directamente la inocuidad de la base alimentaria de millones de mexicanos, sin mencionar la afectación de la megadiversidad en un centro de origen, ya que en México se domesticó el maíz y se han ido seleccionando las semillas más apreciadas durante milenios hasta lograr la diversidad actual, en características culinarias, valor nutricional y adaptación a los diversos microclimas del país.

Aunque existen métodos de contención biológica de los transgenes –como la transformación de cloroplastos, que se hereda por vía materna,[16] la inducción de la expresión con sustancias que deben adicionarse al cultivo y los sistemas de contención genética–,[17] la solución de raíz para esta controversia es que no se utilicen cultivos alimenticios para la fabricación de fármacos y sustancias no comestibles en el mundo.[18] ¿Cuál sería la opinión pública en Japón o en Estados Unidos si en lugar del maíz se usara arroz o trigo, tomando en cuenta que el pan o el arroz cocinado en sus diferentes formas son productos altamente apreciados por los consumidores de esos países?[19] Los volúmenes de maíz que moviliza la industria alimentaria tanto en

EVOLUCION_SEP.indb 133 28/11/12 17:17

México como en Estados Unidos y el valor agregado de sus productos industrializados son mucho mayores que el mercado de los farmacéuticos, por lo que los riesgos de un escape sobrepasan por mucho a los posibles beneficios que podría proporcionar esta tecnología. Además sería mayor la población afectada en el caso de un escape de transgenes farmacéuticos vía la cadena de producción de alimentos, que la beneficiada por un fármaco de bajo precio producido en maíz: es bien sabido que una fracción del precio de los medicamentos se destina más que nada a los gastos corporativos, a la recuperación del gasto en investigación y desarrollo, a la publicidad, y patentar implica un derecho de uso exclusivo que permite establecer precios que tienen un amplio margen respecto del costo de producción.

Los cultivos farmacéuticos no están claramente tipificados en la legislación mexicana, y hoy por hoy no se ha generado una técnica jurídica más dinámica que prevea las implicaciones de los desarrollos biotecnológicos y logre emparejarse a la velocidad con que se generan nuevas biotecnologías. Redireccionar un campo tecnológico como los cultivos biofarmacéuticos hacia objetivos de mayor beneficio social constituye una tarea urgente que requiere una solidaridad global y una oportuna política enmarcada en derechos humanos, pues la población mexicana es la que consume más maíz a nivel mundial.

Bibliografía

[1] Sharma, Arun K. *et al.* 2009. "Plants as Bioreactors: Recent Developments and Emerging Opportunities", en *Biotechnology Advances* 27: 811-832.

[2] Barta, A., K. Sommergruber, D. Thompson, K. Hartmuth, M.A. Matzke *et al.* 1986. "The Expression of a Nopalinesynthase-human Growth Hormone Chimeric Gene in Transformed Tobacco and Sunflower Callus Tissue", en *Plant Molecular Biology* 6:347-357.

[3] Twyman, R.M., S. Schillberg y R. Fischer. 2005. "Transgenic Plants in the Biopharmaceutical Market", en *Expert Opinnion in Emergent Drugs* 10:185-218.

[4] Ramessar, Koreen et al. 2008. "Maize Plants: An Ideal Production Platform for Effective and Safe Molecular Pharming", en *Plant Science* 174:409-419.

[5] Elbeheri, A. 2005. "Biopharming and the Food System: Examining the Potencial Benefits and Risks", en *AgBioforum* 8:18-25.

[6] Release Permits for Pharmaceuticals, Industrials, Value Added Proteins for Human Consumption, or for Phytoremediation. Granted or Pending by APHIS as of March 9, 2010. Consultado en http://www.aphis.usda.gov/brs/ph_permits.html

[7] Canadian Food Inspection Agency, consultado en http://www.inspection.gc.ca/english/plaveg/bio/mf/mf_faqe.shtml

[8] US Department of Agriculture. Office of Inspector General. Southwest Region. Audit 50601-8-Te December 2005.

[9] USDA. 2006. *Statement by Agriculture Secretary Mike Johanns Regarding Genetically Engineered Rice*. United States Department of Agriculture.

[10] Bourges, H. 2002. "Alimentos obsequio de México al mundo", en D. Alarcon-Segovia y H. Bourges (eds.), *La alimentación de los mexicanos*. El Colegio Nacional, México, pp. 97-134.

[11] Cleveland, D.A. y D. Soleri. 2005. "Rethinking the Risk Management Process for Genetically Engineered Crop Varieties in Small-scale, Traditionally Based Agriculture", en *Ecology and Society* 10:9.

[12] Chauvet, M. y A. Gálvez. 2005. "Learning about Biosafety in Mexico: Between Competitiveness and Conservation", en *International Journal of Biotechnology* 7:62-71.

[13] Beck, U. 2004. *Poder y contrapoder en la era global: la nueva economía política mundial*. Paidós, Barcelona.

[14] McMeekin, A., M. Harvey, S. Glynn, I. Miles y P. Vergrat. 2004. *Prospecting Bioscience for the Future of Non-food Uses of Crops, Institute of Innovation Research*. The University of Manchester, Manchester.

[15] Brush, S. y M. Chauvet. *Evaluación de los efectos sociales y culturales asociados con la producción de maíz transgénico. Capítulo 6 de los documentos de discusión del informe Maíz y biodiversidad: Los efectos del maíz transgénico en México*. Consultado el 10 de marzo de 2010 en http://www.revistafuturos.info/download/down8/maiz_y_bio.pdf

[16] Daniell, H., S. Kumar y N. Dufourmontel. 2005. "Breakthrough in Chloroplast Genetic Engineering of Agronomically Important Crops", en *Trends in Biotechnology* 23:238-245.

[17] Mascia, P.N. y R.B. Flavell. 2004. "Safe and Acceptable Strategies for Producing Foreign Molecules in Plants", en *Current Opinion in Plant Biology* 7:189-195.

[18] Nature Biotechnology. 2004. "Drugs in Crops-the Unpalatable Truth", en *Nature Biotechnology* 22:133-134.

[19] Kleinman, D.L., A.J. Kinchy y J. Handselman (eds.). 2005. *Controversies in Science and Technology: From Maize to Menopause*. The University of Wisconsin Press, Madison.

* Profesora-investigadora. Facultad de Química, UNAM. galvez@unam.mx

** Profesora-investigadora. Departamento de Sociología, Universidad Autónoma Metropolitana-Azcapotzalco. rosaluz@correo.azc.uam.mx

Reflexiona en la lectura hecha y elabora un resumen del artículo en tu cuaderno. Ten en cuenta que las autoras consideran OGM y transgénico como sinónimos, dejando entendido que se refieren a los organismos transgénicos.

Responde las preguntas:

1. ¿Cuáles son los riesgos de los cultivos biofarmacéuticos?

2. ¿Cuál es el inconveniente de utilizar maíz como un productor de fármacos?

3. ¿Cuáles son las ventajas del uso de los cultivos biofarmacéuticos?

4. ¿Crees que con la manipulación genética de los organismos surgirán nuevas especies con características combinadas, por ejemplo: tomates con sabor a petunia? Explica tu respuesta fundamentándola con lo que has leído.

Al terminar tu actividad no olvides verificar las respuestas en el Apéndice 1.

Ya se han mencionado las áreas de aplicación de la biotecnología de manera general, se ha visto cómo los organismos genéticamente modificados sufren alteraciones intencionadas en el ADN al insertar genes específicos para lograr un resultado determinado, recuerda el ejemplo mencionado del virus del camote y cómo se ha modificado el gen para hacerlo más resistente a enfermedades. Recuerda que un OGM puede ser producto solamente de la crianza selectiva.

Ahora veremos un poco más sobre las áreas en que la biotecnología interviene.

EVOLUCION_SEP.indb 135 28/11/12 17:17

Estás trabajando para relacionar los avances científicos en materia de herencia con el desarrollo de la biotecnología.

Agricultura (alimentaria)

Las principales áreas de investigación con relación a plantas genéticamente modificadas consideran la mejora de sus características agronómicas y nutricionales. Se han modificado diversos tipos de plantas alimenticias, como el tomate, la soya, la papa, el tabaco, el maíz; algunas otras ornamentales, como el crisantemo, para que resistan algunos herbicidas, plagas, virus, hongos y toleren condiciones ambientales extremas.

En la actualidad son pocos los OGM de cultivos que pueden utilizarse como alimento humano o para animales y que sean comercializados a nivel internacional. Los OGM a los que nos referimos son el de maíz (Bt [*Bacillus thuringiensis*], resistente a herbicidas e insectos); el de soya (resistente a herbicidas); el de semillas de canola y algodón (resistentes a insectos y herbicidas). También han sido aprobadas para consumo y liberación en el ambiente algunas variedades de papaya, papa, arroz, calabaza y tomate.

En cuanto a las plantas comestibles se busca agregar o mejorar la asimilación de compuestos útiles para el desarrollo humano. Aun cuando ya existe arroz o maíz enriquecidos con vitamina A, la meta es lograr que esta vitamina sea absorbida de forma eficaz por el ser humano; además se espera que con sólo 300 g de arroz transgénico se cubra la demanda de consumo humano.

Más información en...

Sobre el Maíz Bt ingresa a la página de CONABIO www.conabio.gob.mx/, o escribe maíz transgénico en el buscador de Internet.

Arroz con vitamina A

En una investigación reciente, el arroz se sometió a un proceso de ingeniería genética mediante la inserción de tres genes (claveles y bacterias) productores de las enzimas que hacen que los granos de arroz produzcan betacaroteno, capaz de convertirse en vitamina A en el organismo. Este arroz transgénico produce granos de color dorado que contienen betacaroteno suficiente para satisfacer las necesidades de vitamina A de una persona. La posibilidad de crear arroz con mayor contenido de micronutrientes se ha esgrimido para ilustrar los modos en que la ingeniería genética podrá contribuir a reducir la malnutrición. La carencia de vitamina A, que está muy extendida en el mundo en desarrollo, puede ser causa de morbilidad y ceguera, y contribuir a la mortalidad infantil. El problema de la carencia de vitamina A puede abordarse de varios modos: mediante el aumento en el consumo de alimentos naturalmente ricos en vitamina A, la alimentación suplementaria y el enriquecimiento de los alimentos. Estas tecnologías ya se están utilizando aunque los expertos debaten acerca de las ventajas de cada una de ellas, se considera que son eficaces para tratar la enfermedad relacionada con la carencia de vitamina A. Es necesario determinar el valor del arroz dorado modificado genéticamente en relación con las otras opciones planteadas.

También debe considerarse que el consumo de vitaminas en exceso produce otro tipo de enfermedades, y en el mejor de los casos, se desechan cuando el organismo no las necesita. Habrá que considerarse esta circunstancia desde el punto de vista médico, ya que si se pretende solucionar la carencia de la vitamina A en ciertos sectores de la población, también puede provocar otro problema de salud, su consumo en grandes cantidades.

Será conveniente que se establezcan ciertos mecanismos médicos para vigilar las probables repercusiones en la salud, por el consumo de este arroz dorado.

EVOLUCION_SEP.indb 136 28/11/12 17:17

Tal vez valdría la pena preguntarse, si la zanahoria es una fuente muy rica de vitamina A, ¿por qué se propone la modificación del arroz dorado como fuente de la vitamina A? ¿Será por tener mayor producción de arroz en el mundo?, ¿porque se consume mucho más arroz que zanahoria?, ¿porque el grano de arroz tiene una mayor capacidad de almacenamiento que la zanahoria en forma tradicional ambos? En fin, tu respóndete.

También se considera producir alimentos más sanos, por ejemplo, aumentar el contenido del almidón de la papa con el objetivo de que absorban menos grasa al freírse o bien la generación de aceites con bajo nivel de grasa saturada a través de la modificación de la composición de los ácidos grasos de la canola y la soya.

En cuanto a las características agronómicas de los OGM se busca mejorar la resistencia a plagas y enfermedades. Los cultivos que en la actualidad se comercializan se concentran en la resistencia a herbicidas e insectos, así como a virus, lo cual no sólo sería importante sino rentable al aumentar la productividad agrícola, y benéfico para alimentar a una cada vez mayor población mundial, al contar con mayores rendimientos por hectárea, resistentes a plagas y enfermedades, con menores requerimientos de agua y con posibilidades de integrar elementos nutricionales adicionales.

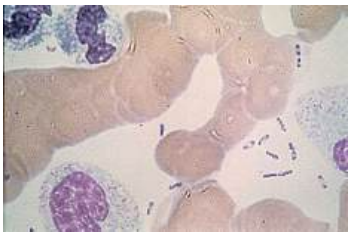
Como sabes el maíz es un elemento fundamental en la alimentación de la población mexicana. Para que puedas tener una mejor comprensión sobre el maíz transgénico te invitamos a que hagas un pequeño experimento. Cuando compres o consumas tortillas, observa su color, textura, grosor, resistencia y sabor. Éstas presentan una ligera diferencia con las que se consumían hace algunos años. Si te es posible, consigue una tortilla que esté elaborada en alguna comunidad rural y has el mismo experimento. ¿Saben y tienen las mismas características que las industrializadas? Tu respuesta tal vez será no. Puede ser la semilla, o la forma de prepararlas, o incluso que algunas tortillerías reciban masa preparada con algunos granos de OGM, los cuales no necesariamente son transgénicos, sino producto de cruza selectiva.

Para saber más

Si te interesa saber más sobre estos temas, entra a la siguiente dirección electrónica: http://tecnocienciaysalud.com/ogm-saludables. [Consulta 06/08/2012]

Ganadería

En el rubro de la biotecnología aplicada a los animales ésta se divide en: producción animal y nutrición humana. Al igual que con las plantas, también se han intentado mejoras en cuanto a la resistencia a enfermedades, introduciéndoles lisozima, enzima que existe en las lágrimas, el moco y la saliva, y que tiene propiedades antimicrobianas, es decir antibióticas naturales contra patógenos como la ***Yersinia enterocolítica***, bacteria que produce gastroenteritis y otras enfermedades del aparato digestivo.



Estás trabajando trabajando para relacionar los avances científicos en materia de herencia con el desarrollo de la biotecnología.

Más información en...

Consulta *Yersinia enterocolítica* en Internet para que conozcas más sobre el tema.

EVOLUCION_SEP.indb 137 28/11/12 17:17

En el caso de los peces la demanda creciente que han tenido ha originado la necesidad de reducir el tiempo de producción y abastecer un mercado más grande en menos tiempo, por lo que en ocasiones al alimentarlos se introducen hormonas de crecimiento que provienen de los mismos peces, ejemplo de ellos son el salmón Chinook, la trucha arcoíris y la carpa herbívora, entre otros; en la mayor parte de estos peces se injertan genes de otras especies para que produzcan altos niveles de hormona del crecimiento.

A la cría de vacas, toros y terneros o becerros se le conoce como ganadería bovina y esta actividad se ha generalizado en el mundo, pues de ella se obtiene carne, leche cuero.

Con respecto a los productos desarrollados en el sector pecuario, la situación es muy parecida puesto que la demanda exige que la producción se acelere, lo que resulta en forzar el crecimiento de las reses con la administración de hormona del crecimiento y otros tipos de modificación.

Como ya vimos con anterioridad, esos casos de adición de hormonas en la dieta animal no son de manipulación genética, no es un tema de transgénicos, sino de alimentos con aditivos. No se inducen mutaciones en el animal con esta práctica.

Como observamos en todos estos ejemplos, la ingeniería genética tiene muchas preguntas que responder todavía. La ciencia avanza a pasos agigantados pero los resultados de las investigaciones aún no presentan los beneficios o las dificultades reales con respecto a la reacción que puedan tener los organismos genéticamente modificados en las futuras generaciones.

Estás trabajando para relacionar los avances científicos en materia de herencia con el desarrollo de la biotecnología.

Industrial

Como has notado en los temas anteriores, las áreas de aplicación de los transgénicos no pueden separarse unas de otras. Necesariamente la producción de alimentos se tiene que apoyar en los procesos industriales para su distribución e incluso para la investigación de los métodos para mejorar los cultivos. De igual forma la ganadería se ha aliado a los procesos industriales para la distribución de la carne; en la actualidad se busca la forma de mejorar las especies para que la producción cubra las demandas de alimentación.

La industria invierte miles de 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: se ha logrado que los cerdos sean más ricos en ácidos grasos omega 3, que es un excelente antioxidante que ayuda al buen funcionamiento cerebral. La producción de leche semejante a la humana, con los anticuerpos necesarios para proteger a los niños lactantes. Los peces son de mayor tamaño.
- El procesamiento y la conservación de los alimentos: los alimentos fermentados como los derivados de la leche (yogur, jocoque), el pan y derivados de los

EVOLUCION_SEP.indb 138 28/11/12 17:17

cereales, que se obtienen por las levaduras, bacterias lácticas y mohos, también se utilizan en los cultivos **probióticos** que ayudan a restaurar la flora intestinal como los lactobacilos, productos de gran demanda por los consumidores. Se fabrican enzimas que ayudan a producir **microorganismos** difíciles de cultivar y optimizan la producción y reducen costos, como en los quesos, el vino y la cerveza, que aunque no son OGM, si se puede encontrar en su composición aditivos o enzimas producidas con ingeniería genética.

- Bioconservadores: ayudan a que los alimentos no se descompongan rápidamente. Es decir un queso que antes se descomponía en un lapso de cuatro a cinco días hoy puede durar intacto más de 15 días, sin riesgo a la salud.

Medicina y farmacología

Estás trabajando para relacionar los avances científicos en materia de herencia con el desarrollo de la biotecnología.

Con respecto al rubro de medicina y farmacología, no es desconocido por nadie que esta industria es la que más investigación realiza, siempre buscando mejorar los tratamientos para la cura de las diversas enfermedades existentes y las que han surgido en los últimos años, derivadas de los cambios de patrones de vida, ahora más sedentaria en general, y con mayor esperanza de vida, entre otros cambios. Su objetivo es evitar enfermedades genéticas, entre varios más, como ya se ha visto en la unidad anterior, pero los resultados se verán hasta dentro de algún tiempo en ciertas áreas.

El origen de los medicamentos data de la época prehistórica, cuando los seres humanos fueron descubriendo las propiedades de las plantas para aliviar ciertos padecimientos. Después los investigadores lograron determinar los compuestos que tienen éstas para curar dolor, vómito o cualquier otro malestar. Más tarde se logró sintetizar esos compuesto y elaborar químicos que los contienen para una distribución masiva.

Como leíste en el artículo "Cultivos biofarmacéuticos y sus posibles riesgos" la industria está retomando a la naturaleza para proveer las sustancias para aliviar las enfermedades, pero a diferencia del pasado, está modificando los genes de las plantas con el afán de incrementar los beneficios de los compuestos que producen la cura.

Reflexiona, ¿estás modificaciones traerán consecuencias adversas o mayores beneficios?

1. Realiza en tu cuaderno un cuadro sinóptico sobre las áreas de aplicación de la biotecnología.
2. Elabora un tríptico con la información que resumiste y repártelo entre tus conocidos para que conozcan más sobre los organismos genéticamente modificados. Así contribuirás

EVOLUCION_SEP.indb 139 28/11/12 17:17

difundiendo esta información tan importante en la época actual. Si tienes acceso a una computadora hazlo ahí, como lo estudiaste en el módulo *Tecnología de información y comunicación*.

Al terminar tu actividad no te olvides de verificar las respuestas en el Apéndice 1.

Estás trabajando para argumentar a favor o en contra de la intervención humana en los procesos naturales.

Bioética

La medicina es una de las áreas en la que los avances científicos y tecnológicos se ven casi a diario. Ya se realizan injertos de piel, trasplantes de órganos, se colocan prótesis, e incluso se practican operaciones a los fetos dentro del vientre materno. Pero, ¿hasta dónde estos y otros procedimientos son realizados con el debido respeto a la vida?

Vamos a abordar un aspecto fundamental del actuar, tanto de quienes producen esta nueva tecnología como de quienes reciben sus "beneficios" o sus "daños", según se incline por unos u otros argumentos.

Ahora trataremos sobre la relación existente entre biotecnología y **bioética**.

Lee el siguiente texto:

Oaxaca, Oax. El Comité Hospitalario de Bioética fue convocado a sesionar para analizar el caso del niño (n), quien desde el 4 de diciembre de 2011, permanece en coma, luego de ser víctima de maltrato infantil en su hogar.

El cuerpo de médicos especialistas, psicólogos, abogados y enfermeras hará un análisis del caso para emitir una recomendación sobre el destino del menor, quien tiene un diagnóstico desfavorable por posible muerte cerebral.

Desde su constitución hace dos años, cinco son los casos deliberados por el Comité Hospitalario de Bioética. Esta sería la primera ocasión en que debata en un tema de posible muerte cerebral.

Patricia Fenton Navarro, presidenta del comité indicó que la resolución estará basada en las respuestas a las interrogantes: ¿Cuál es el futuro del niño? ¿Realmente tiene un pronóstico funcional algún día en su vida? ¿El hospital tiene la capacidad económica de mantener con vida al niño con todos los instrumentos? ¿Hay algún lado a dónde pueda ir y recibir los cuidados que tiene en el hospital?

Fenton Navarro indicó que debido a que la madre de (n), continúa detenida, el DIF podría fungir como tutor, sin embargo habrá que revisarse la situación legal.

Debido a que en México la desconexión de los pacientes está penalizada, Fenton Navarro precisó que el hospital no está en condición de intervenir en una muerte asistida.

Lo que podría debatirse es el "encarnizamiento terapéutico" en donde al paciente, a pesar de un pésimo pronóstico de vida, se le aplican todos los medios posibles para impedir que fallezca.

Fenton Navarro explicó que la conformación del Comité Hospitalario de Bioética tiene que ver con la relación médico paciente, las demandas legales y las decisiones al final de la vida.

El Comité de Bioética no tiene fines punitivos derivados de una mala *praxis*, simplemente el tomar una decisión colegiada en casos difíciles en la salud de los pacientes.

EVOLUCION_SEP.indb 140 28/11/12 17:17

La Bioética, se rige por cuatro principios: no maleficencia, justicia, autonomía y beneficencia, para darle al paciente o a sus familiares la capacidad de decidir con base en una información bien fundamentada y especializada.

(Adaptado de: http://consultajuridica.blogspot.mx/2012/02/bioetica-mexico-un-caso-impactante.html)

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.

En su sentido más amplio la bioética no se limita al ámbito médico, sino que incluye los problemas éticos que tienen que ver con la vida en general, extendiendo de esta manera su campo a cuestiones relacionadas con el medio ambiente y al trato a los animales y el respeto a las costumbres de las sociedades diversas.

La bioética no se ha considerado como una disciplina que haya acompañado a la actividad científica desde que la humanidad la practica pero sí ha sido una actitud. Así por ejemplo Hipócrates (médico griego 460-377 a.C.), el padre de la medicina, ya practicaba la bioética porque asumía una actitud de respeto, solidaria, comprensiva, cuya intención era encontrar la cura para el padecimiento del enfermo respetando a éste como ser humano.

Entonces la bioética en tanto su concepto como disciplina derivada de la filosofía es relativamente reciente de acuerdo a la historia humana. Hay quienes atribuyen el origen del término bioética al pastor protestante, teólogo, filósofo y educador alemán Fritz Jahr, que en 1927 usó el término *Bio-Ethik* en un artículo sobre la relación ética del ser humano con las plantas y los animales. Más adelante, en 1970, el oncólogo estadounidense Van Rensselaer Potter empleó el término *bioethics* en su artículo sobre 'La ciencia de la supervivencia'.

Lo importante aquí es observar que desde que se instauró el término bioética no sólo ha profundizado y establecido de forma sólida su **cuerpo teórico**, sino que ha ampliado su campo de influencia a áreas aparentemente alejadas como el derecho, la antropología, la sociología, la psicología, la ecología, la agronomía, la veterinaria, la química, entre otras.

Cuatro son los principios que rigen a la bioética, creados en 1979 por los bioeticistas T.L. Beauchamp y J.F. Childress, quienes en un primer momento advirtieron que estos principios son *prima facie*, es decir que vinculan siempre que no colisionen entre ellos, en cuyo caso habrá que dar prioridad a uno u otro dependiendo del caso en cuestión. Sin embargo Beauchamp precisa que los principios deben especificarse para aplicarlos a los análisis de los casos concretos, o sea se deben discutir y determinar por el caso concreto a nivel **casuístico**.

glosario

Cuerpo teórico: El cuerpo teórico de una investigación debe llevarse a cabo haciedo explícito lo que se quiere conocer. Se debe distinguir entre lo que se sabe y lo que no se sabe con respecto a un tema para definir el problema a investigar. El correcto planteamiento de un problema de investigación permite definir los objetivos generales y específicos, la delimitación del objeto de estudio.

Casuístico: relativo a la consideración de diversos casos que se pueden preever en determinda materia.

EVOLUCION_SEP.indb 141 28/11/12 17:17

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

Principio	Definición
Autonomía	Expresa la capacidad para establecerse normas o reglas a uno mismo sin presiones externas o internas. Tiene un carácter imperativo y debe respetarse como norma, excepto en circunstancias en que las personas puedan no ser autónomas o su autonomía esté disminuida (estado vegetativo o daño cerebral, etcétera), en cuyo caso será necesario justificar la situación particular. En el ámbito médico, el *consentimiento informado* es la máxima expresión del principio de autonomía, lo cual es un *derecho* del paciente y un *deber* del médico, pues, desde el punto de vista ético, las preferencias y los valores del enfermo son primordiales y suponen que el objetivo del médico es respetar la autonomía del paciente, porque se trata de la salud de éste
Beneficencia	Obligación de actuar en beneficio de otros, promoviendo sus legítimos intereses y suprimiendo prejuicios. En medicina, promueve el mejor interés del paciente sin tener en cuenta la opinión de éste. Supone que el médico posee una formación y conocimientos de los que el paciente carece, por lo que aquél sabe (y, por tanto, decide) lo más conveniente para éste. Es decir "todo para el paciente pero sin contar con él". Un primer obstáculo al analizar este principio es que desestima la opinión del paciente, primer involucrado y afectado por la situación, prescindiendo de su opinión debido a su falta de conocimientos médicos. Sin embargo, las preferencias individuales de médicos y de pacientes pueden discrepar respecto a qué es perjuicio y qué es beneficio. Por ello, es difícil defender la primacía de este principio, pues si se toman decisiones médicas desde éste, se dejan de lado otros principios válidos como la *autonomía* o la *justicia*.
No maleficencia	Abstenerse, intencionalmente, de realizar acciones que puedan causar daño o perjudicar a otros. Es un imperativo ético válido para todos, no sólo en el ámbito biomédico, sino en todos los ámbitos de la vida humana. En medicina, sin embargo, este principio debe encontrar una interpretación adecuada, pues, a veces, la actividad médica daña para obtener un bien. Entonces, de lo que se trata es de no perjudicar innecesariamente a otros. Este principio debe analizarse a la par con el de *beneficencia* para que prevalezca el beneficio sobre el perjuicio.
Justicia	Tratar a cada uno como corresponda, con la finalidad de disminuir las situaciones de desigualdad (ideológica, social, cultural, económica, etcétera). En nuestra sociedad, aunque en el ámbito sanitario la igualdad entre todos seres humanos es sólo una aspiración; y en un esfuerzo social lo que se pretende es que todos sean menos desiguales, por lo que se impone la obligación de tratar igual a los iguales y desigual a los desiguales para disminuir las situaciones de desigualdad. El principio de justicia se divide en: *formal* (tratar igual a los iguales y desigual a los desiguales) y *material* (determinar las características relevantes para la distribución de los recursos sanitarios (necesidades personales, mérito, capacidad económica, esfuerzo personal, etcétera). Las políticas públicas se diseñan de acuerdo a ciertos principios materiales de justicia. Para excluir cualquier tipo de arbitrariedad, es necesario determinar qué igualdades o desigualdades se considerarán para determinar la terapéutica para cada enfermo. La relación médico-paciente se basa en esencia en los principios de *beneficenc*ia y autonomía, pero cuando entran en conflicto, a menudo por la escasez de recursos, es el principio de *justicia* el que media entre aquéllos. La política sanitaria se basa en el principio de justicia, y será tanto más justa en cuanto que consiga una mayor igualdad de oportunidades para compensar las desigualdades.

EVOLUCION_SEP.indb 142 28/11/12 17:17

Lee el siguiente texto y contesta las preguntas.

El 23 de febrero, un equipo científico de Escocia presentó a la primera oveja creada por la técnica de clonación a partir de una sola célula de la madre.

Un año antes, el mismo equipo, dirigido por Ian Wilmut, había conseguido cinco ovejas por clonación de un único embrión.

La diferencia en el caso de Dolly es que ahora no fue necesaria la fertilización con un espermatozoide.

Dolly fue creada con una célula de la ubre de la oveja y un óvulo que permitió leer la información genética que trae el núcleo de la célula.

Aunque hubo otros experimentos similares (la primera vaca por clonación fue creada en 1986, se realizaron experimentos similares con ranas y la técnica es de 1967), la aparición de Dolly provocó un amplio debate sobre los alcances de la clonación.

Esta técnica fue calificada de «profanación genética» por la Iglesia Católica y muchos gobiernos la criticaron. Ante la atemorizante perspectiva de contar con «dobles» de personas, Wilmut aseguró que la clonación era imposible en humanos.

Pero la genética y la biotecnología podrían constituir la base para formidables negocios en las áreas del agro, la ganadería y la industria farmacéutica, entre otras.

Meses después del nacimiento de Dolly, apareció la primera oveja transgénica (que posee un gen humano): Polly. Un año después de este experimento, Dolly tuvo cría. Se trata de Bonnie, de 2,7 kilos, que nació el 13 de abril de 1998 (Dolly había sido apareada naturalmente con un carnero a fines de 1997).

En 1998 hubo más casos de clonación. Entre ellos, el de la ternerita Marguerite, que nació el 20 de febrero de ese año. Fue clonada por un grupo de científicos franceses a partir de la célula de un feto de 60 días. También nacieron terneros donados en Estados Unidos y hubo experimentos similares con monos y ratones.

Para esa misma época, los responsables de la creación de Dolly, miembros del Instituto Roslin de Escocia, que habían recibido varias críticas de sus colegas, admitían la posibilidad de que se trate de un clon obtenido con una célula de un feto y no de un animal adulto.

Tomado de: <http://www.portalplanetasedna.com.ar/dolly.htm> [Consulta16/07/2012].

1. Analiza el caso de "Dolly" con base en los principios de bioética que acabas de leer.
2. Escribe tus conclusiones. Te puedes guiar con las siguientes preguntas.
   a. ¿Se respetó el principio de Autonomía? ¿Por qué?

EVOLUCION_SEP.indb 143 28/11/12 17:17

b. ¿Cómo se benefició a las ovejas (madre e hija) con el procedimiento?

c. ¿Es posible aplicar estos principios en todos los casos de manipulación genética? ¿Por qué lo piensas así?

Al terminar la actividad verifica tus respuestas en el Apéndice 1

Más información en...

Consulta en Internet temas sobre bioética, desarrollo de la bioética en México, sus implicaciones científicas, legales, institucionales, medicina genómica.

Estás trabajando para problematizar las ventajas y desventajas de la manipulación genética en materia de salud.

glosario

Homóloga(o): relación de correspondencia que ofrecen entre sí partes que en diversos organismos tienen el mismo origen aunque su función pueda ser diferente.

Heteróloga(o): de suyo diferente, distinto de otra cosa.

Reproducción asistida

En México existe un gran número de casos de parejas infértiles o estériles que quieren tener hijos. La gran mayoría recibe algún tratamiento para fertilidad pero no todos concluyen en la concepción. Es entonces cuando las parejas pueden ser orientadas por los médicos para someterse a otros tratamientos para lograr la procreación, utilizando la reproducción asistida: Dicha metodología puede ser **homóloga**, cuando semen y óvulo son de la pareja en tratamiento, o **heteróloga** cuando el semen u óvulo se obtiene de un donador, con alguno de los siguientes métodos: inseminación artificial, microinyección de espermatozoides o clonación.

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. Hoy en día los casos de infertilidad van en aumento, por lo que existe una inquietud en muchos miembros de la población en general. De acuerdo con datos del INEGI la infertilidad es un problema de salud que afecta a cerca de 1.5 millones de parejas en México.

Se calcula que en la actualidad 1 de cada 6 parejas padecen problemas de concepción y muy pocas saben que existen posibilidades reales para lograr la fecundación.

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

EVOLUCION_SEP.indb 144 28/11/12 17:17

Inseminación artificial (IA)	Transferencia intratubárica de gametos	Fecundación *in vitro*	Microinyección de espermatozoides	Clonación
Se introduce en forma artificial semen humano en el organismo de la mujer. Puede ser **intravaginal**, **intracervical** o **intraperitoneal**. La inseminación se hace un poco antes de la ovulación, ya que la progesterona provoca que el moco cervical sea denso e impide la penetración espermática al óvulo.	Consiste en obtener espermatozoides y **ovocitos**, que se depositan cada uno por separado, es decir, no son fecundados en las trompas de Falopio con un catéter. Esta técnica se utiliza en la **subinfertilidad**, **endometriosis**, **anovulación**, entre otros trastornos.	Se obtienen primero oovocitos y espermatozoides. Los primeros por laparoscopia o vía **transvaginal**, con la previa estimulación hormonal. Si se utiliza aspiración los oovocitos se dañan y se altera su capacidad de fertilización o de división. Los espermatozoides suelen obtenerse por masturbación. Se fertilizan fuera del cuerpo de la mujer y después se implanta en el útero.	Los espermatozoides o sus núcleos se introducen en el oovocito por una microinyección con ayuda de un microscopio y si hay fecundación, se transfiere al útero. Esta técnica se aplica en casos de **esterilidad** masculina grave, y se consiguen fertilizaciones de oovocitos con muy pocos espermatozoides, dando como resultado una tasa mayor de embarazos ya que superan las barreras físicas y químicas que pueden impedir la fecundación normal de óvulo ***in vitro***.	La clonación es una alternativa en la procreación artificial. Tanto las técnicas de reproducción asistida como la clonación se emplean con fines eugenésicos, de selección de sexo o para combatir la esterilidad del varón o de la mujer. Una de sus ventajas es que al emplear esta técnica, en casos de **infertilidad** del varón o de la mujer, no se necesita donante, ya que se obtiene un embrión con los genes del padre o de la madre.

glosario

Intravaginal o transvaginal: procedimiento médico que se realiza a través de la vagina.

Intracervical o endocervical: procedimiento que se realiza en el interior del cuello del útero y del mismo útero.

Intraperitoneal: procedimiento médico que se hace dentro de la zona peritoneal.

Ovocito: célula femenia que origina el óvulo maduro. El proceso de formación se llama ovocitogénesis. Los ovocitos son ricos en citoplasma con gránulos de yema para nutrir la células al inicio de su desarrollo.

Subinfertilidad. Alteraciones que limitan la capacidad de concebir.

Endometriosis: padecimiento que consiste en que las células del revestimiento del útero crecen en otras áreas del cuerpo. Provocan dolor, sangrado irregular y problemas para lograr el embarazo.

Anovulación: falta de ovulación, es decir cuando los óvulos no pueden lanzar el ovocito. Es causa de infertilidad.

Esterilidad: incapacidad física o genética para procrear, de manera irreversible.

In vitro: vocablo latino que significa "dentro del vidrio". Técnica que permite realizar experimentos en un tubo de ensayo, en un ambiente controlado, fuera de un organismo vivo. La fecundación in vitro es ejemplo claro de esta técnica.

Infertilidad: incapacidad para procrear luego de que una pareja no logra el nacimiento de un hijo con capacidad de vivir.

EVOLUCION_SEP.indb 145 28/11/12 17:17

Lee el siguiente texto y responde las preguntas que se plantean después de la lectura.

Arbitraria y discriminatoria la reproducción asistida en México

Urgen juristas analizar el tema para atender todas las variables

Por Gladis Torres Ruiz México, DF 6 oct. 10 (CIMAC).

La reproducción asistida en México es arbitraria y discriminatoria. Las mujeres solteras y pobres, con problemas de infertilidad que deciden ser madres, no tienen acceso a ella, y difícilmente lo tendrán, afirmaron especialistas en la Universidad Nacional Autónoma de México (UNAM). En México es urgente legislar en la materia, sin embargo antes es necesario debatir sobre el tema para garantizar el respeto a los derechos de todas las personas involucradas, coincidieron las y los ponentes del "Seminario sobre Reproducción Asistida", realizado hoy en el Instituto de Investigaciones Jurídicas de la máxima casa de estudios. Luego de que ayer el Senado de la República, aplazó para dentro de dos semanas, la discusión del dictamen de la Ley General de Reproducción Humana Asistida, llamaron a las y los integrantes de la Cámara Alta y Baja, para que antes de legislar y crear un nuevo derecho, el tema sea analizado y debatido de manera amplia ya que éste es un problema complejo y existe una gran variable de casos, no sólo uno. Mariana Winocurt, coordinadora de Comunicación Social del Grupo de Información en Reproducción Elegida (GIRE), señaló a Cimacnoticias, que fue buena medida que ayer se frenara dicho dictamen. Argumentó que, como se encuentra actualmente, esa iniciativa viola los derechos reproductivos de las mujeres, porque entre otras cosas, requería el matrimonio civil o el concubinato, para acceder a este tipo de reproducción, y dejaba fuera a las mujeres solteras. "Hasta el momento las leyes, los proyectos de ley, o iniciativas que regulan la maternidad subrogada, o la reproducción asistida, son totalmente limitantes de la posibilidad de la maternidad individual". Explicó que lo más grave en la materia es la injusticia social, respecto a las mujeres que pueden acceder a un tratamiento de fertilización y las que no. "Un tratamiento de este tipo por lo menos cuesta 10 mil dólares y yo pregunto, ¿cuántas mujeres o parejas tienen esta cantidad? Winocurt, refirió que si bien existen hospitales públicos como el Instituto de Seguridad y Servicios Sociales de los Trabajadores del Estado (ISSSTE), que realizan estos procedimientos, lo hace con varias limitantes, como tener menos de 35 años, ser casada y ser heterosexual. "Si tienes muchos deseos de ser mamá, y no puedes quedar embarazada por métodos naturales, tienes todo el derecho de conseguirlo por otra vía, pero si no tienes 10 mil dólares, ya te fregaste". La coordinadora de GIRE, precisó estamos hablando del derecho a decidir si quieres ejercer tu maternidad o no; "si una mujer decide que quiere tener hijos hay que darle todo, y si no quiere, no hay que obligarla". En Latinoamérica, existe un mandato cultural sobre la maternidad muy grande y una sociedad católica fuerte que "para la mujer que no puede, o no quiere ser madre, significa una carga muy pesada". PROPUESTAS DISCRIMINATORIAS En nuestro país, los proyectos e iniciativas de ley que hay hasta el momento sobre reproducción asistida y maternidad subrogada, son totalmente discriminatorias, tal es el caso del dictamen aprobado en el DF, sobre maternidad subrogada. En él se discrimina a las mujeres, ya que afirma que el proceso es "sólo para mujeres casadas, heterosexuales y en pareja", es decir nunca habla de una mujer sola, ni una mujer lesbiana o de una pareja homosexual, enfatizó Mariana Winocurt. "En el país, las mujeres solteras y sin dinero, que desean ser madres biológicas a través de un útero subrogado, o reproducción asistida difícilmente lo lograrán", enfatizó. A su vez, el especialista Gerardo Barbosa, agregó que al costo de 10 mil dólares de la técnica,

EVOLUCION_SEP.indb 146 28/11/12 17:17

habría que agregar el gasto en medicamentos que va de 35 a 40 mil pesos. Precisó que si bien la infertilidad no estaba registrada como una enfermedad, en abril de este año, la Organización Mundial de la Salud, la define como enfermedad y problema de salud mundial, por lo que los estados están obligados a atender la problemática. Informó que en la República Mexicana existen 46 centros de reproducción asistida, en el Distrito Federal hay 10 y del sector público, el procedimiento únicamente se realiza en el hospital 20 de noviembre del ISSSTE; el hospital de la mujer de la Secretaría de la Defensa Nacional, y el del Instituto Nacional de Perinatología. A su vez, el maestro en derecho Alfonso Ochoa Hofmann; afirmó que los elementos claves para ver si se puede legislar en la materia son seis: *Primero:* quién debe de regular el servicio de tratamientos de fertilidad; *Segundo:* para quién deben de estar dirigidos los tratamientos; *Tercero* quién debe de pagar por dichos servicios. *Cuarto* quién puede donar gametos o el material genético para poder hacer uso del procedimiento de fertilidad asistida, *Quinto:* cuántos tratamientos puede alguna persona realizar si el primero falló y finalmente, *Sexto:* cómo deben de operar los derechos del menor con relación al resultado de la reproducción asistida; fenómenos que deben de partir de las indagaciones que se puedan hacer en la medicina, enfatizó. Ochoa Hofmann, afirmó que la reproducción asistida en México, es arbitraria y discriminatoria; ya que "sólo atiende a quienes tienen dinero, y quienes cuentan con un servicio de salud y los acepta".

Recuperado de: http://mujeresporlademocracia.blogspot.mx/2010/10/arbitraria-y-discriminatoria-la.html

1. Reflexiona y responde las siguientes preguntas. Si lo necesitas para responder, regresa a la lectura.

   a. ¿Por qué algunos especialistas afirman que la reproducción asistida es discriminatoria y arbitraria?

   b. ¿Cuáles son los elementos clave que se deben tomar en cuenta para legislar sobre la reproducción asistida?

   c. ¿Cuál es tu opinión al respecto de la reproducción asistida? Fundamenta tu respuesta.

Al terminar tu actividad no te olvides de verificar tus respuestas en el Apéndice 1

EVOLUCION_SEP.indb 147 28/11/12 17:17

Estás trabajando para problematizar las ventajas y desventajas de la manipulación genética en materia de salud.

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; es el lugar donde desarrollan su ciclo vital: aire, agua y tierra donde desde los organismos microscópicos hasta las más grandes especies de plantas y animales han encontrado el sustento para sobrevivir.

En la biosfera todos los seres vivos de la tierra se relacionan unos con otros y se agrupan en distintos niveles de organización; el nivel máximo, que comprende el conjunto de todos los organismos vivos y los ambientes en que habitan, se conoce como biosfera.

El término biosfera incluye a todos los organismos que habitan en la **hidrosfera**, **atmosfera** y **geosfera**.

En lo que va de la unidad has revisado las modificaciones que la biotecnología puede realizar en los organismos con la finalidad de mejorar la calidad de vida de los seres humanos. En el caso de los transgénicos, la inocuidad de los alimentos y el medio ambiente están vinculados entre sí. ¿Te has preguntado cuáles son las consecuencias potenciales de los transgénicos en la diversidad biológica, es decir en la gran variedad de organismos que habitan la tierra?

glosario

Hidrosfera: Es la porción de agua que cubre la tierra en cualquiera de sus tres estados: sólido, líquido o gaseoso. Cubre las tres cuartas partes de la superficie terrestre (71% aproximadamente)

Atmosfera (atmósfera): Corresponde a la capa de gases que envuelve a la tierra. El aire es impalpable y transparente.

Geosfera: Estructura de la tierra que se caracteriza por tener las temperaturas, la presión, la densidad, el volumen y el espesor más altos. Abarca desde la superficie hasta el centro del planeta (6 470 km aproximadamente).

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. A diferencia de otras mutaciones, en ellos el cambio ha sido dirigido e intencional. 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*** en ambientes donde antes no se encontraban. Esta circunstancia ocasiona la disminución o eliminación de la variación genética que ha sido seleccionada a partir de la interacción con enemigos naturales por miles o millones de años. Además hay que recordar que la vida evoluciona. Se ha mostrado que los cultivos transgénicos pueden "contaminar" a aquellos que no lo son, esto se debe al posible flujo génico que podría causar

EVOLUCION_SEP.indb 148 28/11/12 17:17

daños ecológicos. 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, como los siguientes:

- Efectos imprevistos en la dinámica de las poblaciones. Se refiere a las alteraciones ecológicas en las poblaciones en cuanto a tamaño, dimensiones físicas de sus miembros, edad, sexo y otros parámetros que las definen.
- Efectos imprevistos en la dinámica de las comunidades. Es decir, todo aquello que modifica los elementos comunes que comparten los individuos que viven en un área geográfica específica, trastornando su identidad común.
- Efectos biogeoquímicos causados por las repercusiones que sufren las poblaciones microbianas del suelo que regulan la fijación del nitrógeno, fósforo y otros elementos esenciales.
- La transferencia del material genético (flujo génico) mediante polinización, cruzamiento mixto o transferencia microbiana. El flujo genético, como recordarás de tu estudio de la unidad 1, es la transmisión de genes de un organismo a otro por medios naturales, como puede ser al ingerir las partículas de las que se alimentan los insectos, o trasmitidos por el aire.

En los ejemplos siguientes se observa que la dinámica de las poblaciones, la dinámica de las comunidades, los efectos bioquímicos en el suelo y la transferencia del material genético (flujo genético) son inseparables unos de otros, ya que como se aclaró al habitar todos en la biosfera su relación es integral.

Un caso relevante que ejemplifica los efectos ambientales es el de la mariposa monarca, que se alimenta del polen de flores de cultivos de maíz Bt (transgénico) y cuyo número de muertes ha ido en aumento. Esto se demostró en larvas de mariposa monarca criadas en laboratorio. En estudios posteriores se colectaron mariposas que estaban cubiertas de polen y que se desarrollaban cerca de los campos de maíz con *Bt*; se comprobó que morían más larvas que se alimentaban con esas plantas que las que lo hacían con plantas no manipuladas genéticamente.

Tengamos presente que las especies con las que interactúan los OGM también evolucionan. Las poblaciones de insectos expuestas a plantas transgénicas quizás en un principio no podrán alimentarse de ellas, pero en pocas generaciones evolucionarán al grado de desarrollar la capacidad para digerir los compuestos producidos por el transgénico y atacarlo al igual que lo hacen con las variedades de plantas no modificadas.

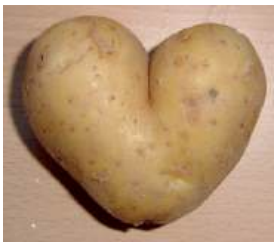
En el año 2009, en India, al supervisar los campos de algodón *Bollagard* (primera generación de algodón genéticamente modificado que expresa sólo una proteína tóxica Cry1Ac de *Bacillus thuringiensis*) la empresa productora descubrió que el gusano rosado se había vuelto inmune a los transgénicos. El protocolo

El gusano rosado ataca botones, flores y bellotas en los campos de algodón. Es en el órgano floral en donde se instala, provocando manchas en la fibra que se produce y destruyendo la semilla.

EVOLUCION_SEP.indb 149 28/11/12 17:17

Más información en...

Para que conozcas más sobre la opinión de la compañía productora del algodón Bollgard, Monsanto, busca en Internet la página web de esta empresa.



consistió en recolectar una gran cantidad de aquellos gusanos, se llevaron al laboratorio donde se alimentaron con dosis letales de toxinas Bt, y sorprendentemente, los gusanos de la muestra sobrevivieron. La solución que Monsanto ofreció a sus consumidores fue que cambiaran sus cultivos por algodón *Bollgard II*, que es de segunda generación genéticamente modificada que expresa dos proteínas Bt.

En cuanto a la relación con la salud humana y el consumo de alimentos genéticamente modificados, las investigaciones no arrojan datos contundentes y, por ello aún existe incertidumbre de posibles consecuencias dañinas o benéficas hacia el organismo humano. Sin embargo se han documentado algunos casos clínicos comprobados; por ejemplo, en 1998 Árpád Janos Pusztai (1930), científico húngaro, utilizando un promotor viral, gen que sirve para evitar que los cultivos se dañen, en papas genéticamente modificadas, descubrió una toxina que daña el sistema inmunológico de los mamíferos, en este caso produjo efectos negativos en el estómago de ratas de laboratorio; a partir de ello afirmó que la manipulación genética de las papas aumentaba los niveles naturales de las toxinas en los estómagos de las ratas, enfermándolas.

Otro caso es el de la ingestión de carne o leche proveniente de animales alimentados con semillas transgénicas u hormonas. Un ejemplo emblemático fue cuando se utilizó de forma intensiva la hormona somatotropina bovina recombinante para estimular la producción de leche, se comprobó que en mujeres que consumieron el producto aumentó la incidencia de cáncer mamario.

Para saber más

La somatotropina bovina recombinante es una hormona proteínica producida en la glándula pituitaria del ganado. Su abreviatura es BST y se conoce también como hormona del crecimiento bovina o rBGH. La BST se produce sintéticamente con la tecnología de ADN recombinado, y el producto que resulta es somatotropina bovina recombinante (rBST), hormona de crecimiento bovino recombinada (rBGH), o la hormona de crecimiento artificial. Se inyecta a la vaca con la finalidad de aumentar la producción de leche.

Aun se desconocen los riesgos de forzar el crecimiento de los bovinos y sus repercusiones en la salud de los humanos y, como todo OGM, habrá que esperar para conocerlo.

En los ámbitos social y económico la repercusión de los transgénicos es compleja. En países en desarrollo esa biotecnología puede afectar de forma negativa a los productores ganaderos o agrícolas de bajos recursos, porque podría ocurrir que su existencia como productores llegue a depender de la compra de materiales genéticos importados. La posibilidad no es remota porque los transgénicos, a diferencia de otras especies comerciales, están sujetos a patentes internacionales cuya

EVOLUCION_SEP.indb 150 28/11/12 17:17

propiedad la tienen las grandes compañías del ramo de la biotecnología, lo que hace que no siempre estén disponibles en el mercado, ni en condiciones de precio razonables.

Relacionado con el aspecto anterior se encuentra el que se refiere al carácter ético de la producción, uso y comercialización de los OGM, y en especial cuando esas prácticas afectan el derecho de todo ser humano a la alimentación apropiada, el cual plantea que los alimentos deben estar disponibles en cantidad y calidad suficientes para satisfacer las necesidades alimentarias de los individuos, sin sustancias nocivas y aceptables para una cultura determinada. La disponibilidad de esos alimentos debe ser sostenibles sin que dificulten disfrutar de otros derechos humanos.

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. Una opción es que esa información (que debe ser verídica) pueda colocarse en las etiquetas o los empaques de los alimentos derivados de OGM. Será entonces que a partir de esa información el consumidor decidirá de forma fundamentada los productos que le sean convenientes consumir. Sin embargo no todos los consumidores tienen la posibilidad de entender la información necesaria para tomar decisiones acerca de consumir o no productos derivados de OGM, en especial quienes viven en países en desarrollo y cuyo ingreso es apenas el suficiente para satisfacer lo más indispensable, pero ese es un problema de otra índole, que no tiene que ver con la genética sino con la educación.

Sobre el etiquetado de productos alimenticios modificados genéticamente existen dos criterios de reglamentación. Las diferencias entre los puntos de vista de Estados Unidos y de la Unión Europea con respecto al etiquetado de productos derivados de OGM son ilustrativas de algunas de las cuestiones debatidas.

En Estados Unidos la ley exige que la información sobre los productos alimenticios sea clara e inequívoca. Las etiquetas deben proporcionar información útil, advertir a los consumidores y darles instrucciones sobre el uso del producto. Se estima que toda información engañosa o innecesaria está en contradicción con el derecho de los consumidores a poder realizar una elección sensata, además reduce la eficacia de la información esencial de la etiqueta. Si los OGM no difieren de sus homólogos tradicionales en lo que respecta a la nutrición, la composición o la inocuidad, se considera que el etiquetado es innecesario.

En la Unión Europea el etiquetado se considera un medio para garantizar el derecho de los consumidores a conocer cualquier aspecto que estimen importante; es la manera de dar la posibilidad de elegir e informar sobre los OGM. El criterio de la Unión Europea con respecto al etiquetado trata de llegar a una fórmula de transacción entre los sectores industrial, científico y público. La cuestión no es si han de etiquetarse los productos obtenidos por métodos biotecnológicos, sino cómo

EVOLUCION_SEP.indb 151 28/11/12 17:17

etiquetarlos. Los consumidores tienen derecho a conocer los ingredientes y origen de los productos que compran. Sin embargo en varios países europeos se debate sobre si el etiquetado de los alimentos genéticamente modificados es o no el medio más apropiado y viable para que los consumidores puedan tomar decisiones documentadas sobre esos productos. Esta cuestión se está debatiendo también en la Comisión del *Codex Alimentarius*. Varios gobiernos han adoptado políticas y procedimientos de etiquetado para los OGM que varían en forma considerable. Los protocolos de etiquetado, desde la explotación agrícola hasta el consumidor, pueden representar obstáculos para los países de capacidad limitada que desean obtener ingresos en los mercados internacionales derivados de sus cultivos.

Como se ha mencionado en este tema, las repercusiones en la salud por ingerir alimentos manipulados genéticamente no se han comprobado salvo de manera parcial y limitada.

1. Elabora en tu cuaderno un mapa conceptual en el que el tema central sea *La bioética y el equilibrio de la biosfera*.
2. Escribe aquí un texto breve con tus conclusiones sobre la relación entre la bioética y el equilibrio de la biosfera.

Estás trabajando para comparar los objetivos y las fuentes de financiamiento de las instituciones nacionales e internacionales que realizan investigación biotecnológica.

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. En ella se establecen las obligaciones del Estado para fomentar y apoyar la investigación científica y tecnológica en el país.

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.

Aunque esta Ley se elaboró en 2002, se reformó el 28 de enero de 2011. Siendo publicadas las reformas en el Diario Oficial de la Federación en ese mismo año, en

EVOLUCION_SEP.indb 152 28/11/12 17:17

México se habían liberado en el ambiente organismos transgénicos desde 1991, año en el que se comenzó a emplear el jitomate (*Lycopersicon esculentum*) resistente a insectos. Los transgénicos se han empleado de manera limitada; sin embargo inicialmente su uso se realizó sin una evaluación de su impacto en el ambiente.

En 1999 se conformó la Comisión Intersecretarial de Bioseguridad de Organismos Genéticamente Modificados (Cibiogem), encargada de establecer las políticas relativas a la seguridad de la biotecnología para el uso de organismos genéticamente modificados. Sus objetivos consideran la generación de políticas y la coordinación de acciones para el manejo de los transgénicos por parte de las dependencias del gobierno federal. La Comisión está integrada por los titulares de las secretarias de Agricultura, Ganadería, Desarrollo Rural, Pesca y Alimentación; Medio Ambiente y Recursos Naturales; Salud; Educación Pública; Hacienda y Crédito Público; y Economía, así como por el director general del Consejo Nacional de Ciencia y Tecnología. A raíz de los trabajos de la Cibiogem en el año 2005 se aprueba el uso de los ogm que regula la Ley de Bioseguridad de Organismos Genéticamente Modificados, aprobada por las Cámaras el 18 de marzo dicho año.

Ambas leyes sustentan la necesidad de México de fortalecer la investigación en estas dos áreas, para lo que es necesario que la Federación destine una partida presupuestal para este rubro, mismo que en 2012 debe estar previsto en el Proyecto de Egresos de la Federación.

La Secretaría de Hacienda y Crédito público manifiesta que el Programa Especial de Ciencia y Tecnología (PECiTI) merece un trato especial en la asignación de recursos, por ser un rubro transversal en el que intervienen diversos sectores y distintas Secretarías de Estado. Además hay otros proyectos que se trabajan en conjunto con la industria privada, que hace aportaciones. Hay que mencionar que también las universidades como la UNAM, el IPN, y algunas privadas colaboran con investigación.

Las instituciones mexicanas dedicadas a la investigación han hecho convenios con las diferentes industrias privadas nacionales y extranjeras para financiar los proyectos.

La siguiente información amplía el tema:

FONCICyT (2008)

Fondo de Cooperación Internacional en Ciencia y Tecnología para el fomento de la investigación científica y tecnológica entre México y la UE.

Objetivo: Fomento de la cooperación científica y tecnológica entre México y los Estados Miembros de la Unión Europea, creando las condiciones para mejorar la participación de México en los

(*Continúa...*)

EVOLUCION_SEP.indb 153 28/11/12 17:17

(*Continuación...*)

programas de investigación, desarrollo tecnológico e innovación de la UE, especialmente del Séptimo Programa Marco de Investigación y Desarrollo Tecnológico:

- Proyectos de investigación conjunta.
- Creación y fortalecimiento de redes de investigación.
- Expresión de interés: 900 / 300 elegibles
- Propuestas: 218 / 195 elegibles
- Selección: 10 Redes, 24 proyectos (17 %)

Tomada de: <http://www.coord-um.unam.mx/fp7/Arch_pdf/Ponencia_Dr._Renaud_Fichez.pdf>

Como vemos, México, a pesar de ser considerado un país en desarrollo, tiene un gran camino andado en la investigación científica y tecnológica que está dejando frutos importantes.

Estás trabajando para fundamentar tu opinión respecto de la legislación en materia de biotecnología en situaciones que impliquen una valoración ética.

Legislación de la investigación biotecnológica

Una de las actividades principales de la investigación en biotecnología es la creación de transgénicos con la finalidad de solucionar problemas específicos como por ejemplo incrementar la producción de alimentos o desarrollar medicamentos para el tratamiento de enfermedades diversas y en no pocas ocasiones graves. No obstante, como ya lo hemos comentado a lo largo de la unidad, la actividad biotecnológica y sus resultados también han sido cuestionados porque sus implicaciones no sólo se restringen al ámbito científico, sino que han compartido y afectado otras áreas del conocimiento y la actividad humana, como la biológica, la ética, la política, la cultural y la del derecho, entre otras.

Cuando se desarrollan nuevos alimentos o productos mediante técnicas tradicionales generalmente no se someten a evaluaciones de riesgo como ocurre con los OGM. El descubrimiento de la técnica de ADN recombinante suscitó preocupaciones en la comunidad científica por la posibilidad de que se creara un virus recombinante que pusiera en riesgo la salud humana. Ante esa posibilidad se redactaron los primeros lineamientos para la contención física y biológica de los experimentos biotecnológicos riesgosos.

Uno de los primeros países que establecieron regulaciones jurídicas en el área de la biotecnología fue Estados Unidos. Por su parte también la Unión Europea estableció regulaciones destinadas a prevenir la liberación accidental de microorganismos al ambiente; de aquí surgió una reglamentación para el uso controlado y liberación deliberada de organismos transgénicos. Desde entonces muchos países han establecido un marco jurídico específico previo a la comercialización. La normatividad en Estados Unidos obliga a la evaluación rigurosa de riesgo e inocuidad

EVOLUCION_SEP.indb 154 28/11/12 17:17

antes de que los transgénicos sean empleados como suministro de alimentos o liberados al ambiente.

La evaluación de los riesgos de los OGM sigue un procedimiento integrado por las siguientes etapas:

I. 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.

Las etapas II y III consisten en desarrollar las medidas de prevención y control necesarias tomando en cuenta la etapa I y otros factores relacionados con la protección de la salud de los consumidores.

En el año 2003 fueron aprobados y entraron en vigor los reglamentos internacionales sobre inocuidad de los alimentos genéticamente modificados establecidos por la Comisión del *Codex Alimentarius* (Código Alimentario Internacional). El *Codex* es un organismo conjunto de la Organización para la Alimentación y la Agricultura (FAO) y la Organización Mundial de la Salud (OMS) que ha establecido el análisis de riesgos para la salud humana de los alimentos genéticamente modificados. La evaluación de los riesgos se basa en evidencias científicas, por lo que se estudian los peligros y la posibilidad de que ocurran y a partir de esto se generan modelos en los que se predicen las consecuencias potenciales. Los componentes del riesgo tienen cierto grado de incertidumbre, es decir existen dudas acerca de que las metodologías utilizadas tengan un valor predictivo suficiente para los OGM. Es más difícil evaluar el peligro que representan los OGM para el ambiente que para salud.

Otros reglamentos son el *Código de Conducta sobre Biotecnología* que intenta regular la conservación y utilización de los recursos genéticos para la alimentación y la agricultura.

En la declaración de Río sobre el Medio Ambiente y el Desarrollo aprobada en 1992, y en la que participó México, en el principio 15 se establece que:

> "Con el fin de proteger el medio ambiente, los estados deberán aplicar ampliamente el criterio de precaución conforme a sus capacidades. Cuando haya peligro de daño grave o irreversible, la falta de certeza científica absoluta no deberá utilizarse como razón para postergar la adopción de medidas eficaces en función de los costos para impedir la degradación del medio ambiente."

EVOLUCION_SEP.indb 155 28/11/12 17:17

En cuanto a 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. Pero México ya no se encuentra en "pañales" en esa área sino que tiene bases normativas y científicas sólidas desde las cuales es posible seguir avanzando en biotecnología. Por el momento la dependencia del exterior es considerable; sin embargo las investigaciones domésticas ya han contribuido con aportes relevantes.

México tiene una legislación respecto al tema de los alimentos transgénicos como opción alimentaria.

1. Lee el siguiente texto.

"Las redes de supremacía de la nueva agrobioindustria se han formado por la tendencia de fusiones entre empresas agro–biotecnológicas y semilleras. La razón atiende al hecho de que las **patentes**, si bien protegen a los inversionistas de posibles copias de sus **innovaciones**, no son suficientes para asegurarles el mercado, cuando mucho establecen barreras a la entrada de otros inversionistas, pero los canales de distribución con los productores han pertenecido desde hace décadas a las empresas semilleras. La semilla es estratégicamente importante como recurso genético y económico, pues en ella está concentrada la tecnología.

La acción extrema en la búsqueda de protección de sus inversiones, así como del control del mercado, al considerar el débil alcance de las patentes, la llevó a cabo un grupo de empresas, entre ellas Monsanto y Delta Pine Land, al desarrollar un "atributo" de esterilidad en las semillas, tecnología denominada *Terminator*. La movilización vía Internet y medios electrónicos contra esta tecnología, aún antes de ser comercializada (no hay ninguna variedad *Terminator* en el mercado actualmente) fue de tal magnitud que Monsanto declaró públicamente en el año 2000 que se abstendría de sacar al mercado esta tecnología (Massieu y Barajas, 2001)".

Tomado de: Massieu Trigo, Yolanda Cristina. *México y su necesaria ley de bioseguiridad: intereses económicos-políticos y movimiento social*, en: http://www.scielo.org.mx/scielo.php?pid=S0188-45572006000100003&script=sci_arttext [Consulta: 08/06/2012].

2. Responde las preguntas con base en la lectura.

¿Qué implicaciones puede tener el uso de patentes de los organismos genéticamente modificados por algunas empresas en la producción de alimentos?

EVOLUCION_SEP.indb 156 28/11/12 17:17

¿Consideras que los productos agrícolas y ganaderos deban patentarse, aun siendo mejorados con el uso de tecnología? ¿Por qué?

Al finalizar tu actividad no olvides comparar tus respuestas con las que se sugieren en el Apéndice 1.

Equidad social

Estás trabajando para fundamentar tu opinión respecto a la legislación en materia de biotecnología en situaciones que impliquen una valoración ética.

El término equidad significa igualdad en todos los ámbitos dentro de una comunidad, también se puede pensar como ser imparcial en la actuación de una persona con respecto a otra. Así pues, cuando hablamos de equidad social nos referimos a la igualdad que debe imperar entre los miembros que integran una sociedad tomando en cuenta los aspectos económicos, educativos, culturales, laborales, de salud, entre otros, que deben ser repartidos de manera equitativa.

En México la equidad social no se ha alcanzado ya que un gran sector de la población carece de distintos beneficios sociales, económicos y labores. A pesar de los programas que han establecido los últimos gobiernos la desigualdad social en el país sigue siendo importante. No se ha podido erradicar la pobreza ni se ha generado el número suficiente de empleos formales, lo que provoca que aunado a la pobreza muchas personas no tengan acceso a los servicios de salud que proporciona el Instituto Mexicano del Seguro Social o el Instituto de Seguridad y Servicios Sociales para los Trabajadores del Estado. aunque como alternativa están los Centros de Salud para aquellas personas no aseguradas y el Seguro Voluntario, éstos son insuficientes para atender a todos los ciudadanos con la calidad y atención que se debiera brindar.

La población más vulnerable en cuestiones de salud es la que tiene menos oportunidades de tener una alimentación balanceada, habita en lugares en donde no existen los servicios públicos como el agua potable y el drenaje, situación que favorece el surgimiento de diversas enfermedades.

Concepto de enfermedad

Un hombre de 80 años de edad ha estado internado en un hospital del Sector Salud durante una semana. Ingresó porque refería dolor en el pecho, palpitaciones, falta de aire, laxitud de los miembros superiores, sudoración fría, palidez, náuseas y mareo. La presión arterial estaba sumamente elevada.

EVOLUCION_SEP.indb 157 28/11/12 17:17

Los médicos practicaron el protocolo de urgencia cardiaca y los resultados arrojaron la siguiente información: electrocardiograma normal, pruebas de sangre sin rastro de trastorno cardiovascular, radiografía de tórax normal; demás pruebas de laboratorio normales, excepto un poco elevados el colesterol y los triglicéridos. El paciente lo están tratando por hipertensión arterial controlada, pero dos días atrás inició con elevación de la presión hasta 180/130.

Luego de una semana de estar internado con modificación de las dosis de medicamento y cambio de algunos fármacos, se ha logrado controlar la presión, y se le dará de alta. El diagnóstico médico es: crisis aguda de ansiedad, sin alteraciones cardiacas. Tratamiento: antiansiolíticos y control de la presión arterial.

Es evidente que esta situación alteró el ritmo de vida de los familiares del paciente. Tuvieron que estar de guardia en el hospital y modificar sus actividades normales, además de las alteraciones emocionales que sufrieron.

¿Crees tú que en realidad el hombre estaba enfermo? ¿Existen sólo enfermedades físicas? ¿Sabes qué es una enfermedad psicosomática?

Para comprender que es una enfermedad veamos cómo define la Organización Mundial de la Salud (OMS) el término salud: "el estado de completo bienestar físico, mental, espiritual, emocional y social". Por lo tanto la enfermedad será el estado contrario.

Hagamos un ejercicio de análisis de los elementos de la definición.

Se entiende por bienestar todo aquello que proporciona comodidad, tranquilidad, satisfacción, que es agradable.

El bienestar físico incorpora todo el funcionamiento del organismo de una persona, que está en óptimas condiciones.

El bienestar mental se refiere a las funciones del pensamiento dentro de los parámetros que los psicólogos llaman saludables. Cuando estas funciones se alteran por distintas causas que pueden ser ambientales, sociales u orgánicas, se presenta una enfermedad.

Bienestar espiritual está referido a las creencias de cada persona y a la satisfacción de esas creencias, cualquiera que éstas sean.

Bienestar emocional que comprende los sentimientos y el buen control de las emociones ante situaciones diversas.

El bienestar social, engloba la posición del individuo dentro de la comunidad en la que se encuentra y la satisfacción de sus necesidades de integración y pertenencia.

Para determinar si el paciente de 80 años carece de salud, debemos situarlo en el contexto de los elementos que competen a la salud, es decir: ver a la persona como unidad compuesta por los elementos físicos, emocionales, sociales, mentales y espirituales, porque todos ellos influyen en el bienestar.

Responde las siguientes preguntas con base en la descripción del caso del paciente de 80 años

EVOLUCION_SEP.indb 158 28/11/12 17:17

1. ¿Cuál fue el motivo por el que la persona permaneció en el hospital durante una semana?

2. ¿Cuáles fueron los síntomas que se mencionaron?

3. ¿Qué hicieron los médicos para determinar el estado del paciente?

4. ¿Qué resultados se obtuvieron en todos los exámenes que le practicaron al paciente?

5. ¿Cuál fue el diagnóstico?

6. De acuerdo al diagnóstico dado por los médicos, ¿qué elemento de la vida del paciente puede pensarse que está enferma?

Al terminar tu actividad no olvides verificar tus respuestas en al Apéndice 1.

En conclusión, el 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.

En el campo de la medicina existen especialidades para tratar los padecimientos físicos, y otras para los trastornos psicológicos, el tratamiento dependerá de los signos y síntomas que presente el enfermo.

EVOLUCION_SEP.indb 159 28/11/12 17:17

Clases sociales y derecho a la salud

Sabemos que en la Constitución Política de los Estados Unidos Mexicanos, en el Título Primero, Capítulo Primero "De los Derechos Humanos y sus Garantías" en el Artículo 4º se estable el derecho a la Salud que a la letra dice:

> "…toda persona tiene derecho a la protección de la salud. La ley definirá las bases y modalidades para el acceso a los servicios de salud y establecerá la concurrencia de la federación y las entidades federativas en materia de salubridad general, conforme a lo que dispone la fracción XVI del artículo 73 de esta Constitución. Adicionado mediante decreto publicado en el Diario Oficial de la Federación el 03 de febrero de 1983)."

y esto implica el servicio médico que deben tener todos los ciudadanos de un país, sin importar su condición social ni económica. Pero la realidad no refleja el cumplimiento de ese derecho.

En México muchos habitantes no cuentan con servicios de salud, por diferentes causas, entre las que se encuentra el desempleo, por lo que no pueden recibir atención en el Instituto Mexicano del Seguro Social (IMSS) o el Instituto de Seguridad y Servicios Sociales de los Trabajadores del Estado (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.

En el año 2000 nace el proyecto del Seguro Popular que sigue vigente hasta la fecha. Su objetivo es que todos aquellos ciudadanos que no disfruten de este servicio se afilien para que reciban la atención médica necesaria, sin cuotas de recuperación. Pero a pesar de los esfuerzos hechos por los gobiernos federales y estatales, no se ha logrado la cobertura total, aunque ya hay más de 50 millones de mexicanos con la cobertura que este seguro implica, y se pretende que a fines del año 2012 la totalidad de la población del país esté cubierta, ya sea por este modelo o por los servicios de salud institucionales.

Este seguro tiene vigencia de un año y se otorga una póliza familiar que incluye a todos los hijos dependientes de la familia, incluyendo a aquellos de 18 a 25 años que comprueben que están estudiando.

Los requisitos y servicios a que se tiene derecho se pueden consultar en la página de la Presidencia de la República y en la de la Secretaría de Salud.

Estás trabajando para fundamentar tu opinión respecto a la legislación en materia de biotecnología en situaciones que impliquen una valoración ética.

Diagnóstico prenatal

La etapa de gestación es una de las más importantes en el ser humano, tanto para el producto como para la madre, ya que en ésta se define la futura salud de ambos.

EVOLUCION_SEP.indb 160 28/11/12 17:17

Sabemos que hay un gran número de posibles complicaciones que son prevenibles a través de cuidados médicos continuos y bien vigilados. Estos cuidados consisten en evaluación prenatal inicial, elaboración del expediente médico, exámenes de laboratorio y de gabinete para detectar posibles problemas genéticos o hereditarios en el feto. Es importante que la madre asista regularmente, se aconseja una vez al mes, para detectar a tiempo algún trastorno en su salud general y evitar padecimientos como preeclampsia o eclampsia, diabetes gestacional, riesgos de aborto, entre otros. Una vez que nace el producto la madre deberá continuar con las consultas ginecológicas, hasta ser dada de alta.

La siguiente información incluye el porcentajes de madres adolescentes y el índice de mortalidad que existe en estos casos, y la proporciona el Instituto Nacional de las Mujeres. Posteriormente hay una lectura de una nota periodística sobre el tema.

Sistema de Indicadores de Género

Madres adolescentes

MADRES ADOLESCENTES

Las mujeres adolescentes, de 15 a 19 años, representan 19.1% de las mujeres en edad reproductiva. Según datos de la Encuesta Nacional sobre la Dinámica Demográfica en México 2009, ENADID 2009, la edad media a la primera relación sexual de las mujeres de 15 a 49 años son los 18 años, lo que las ubica entre las mujeres expuestas al riesgo de concebir un embarazo[1].

La mayoría de las adolescentes (97%) tiene conocimiento sobre métodos anticonceptivos, incluso en el medio rural y entre las adolescentes hablantes de lengua indígena, 91.3% y 77.5% respectivamente. No obstante, menos de la mitad (44.7%) de las mujeres de entre 15 y 19 años que están unidas utiliza métodos anticonceptivos; porcentaje que se reduce a 4.5% entre las adolescentes solteras.

[1]La Encuesta Nacional de Violencia en el Noviazgo 2007 señala como edad media a la primera relación sexual los 17.4 años. La diferencia radica en que el universo de esta encuesta son las jóvenes de entre 15 y 24 años de edad. De las mujeres de este grupo de edad, 15-24, que habían tenido relaciones sexuales, 20.6% las tuvo a los 15 años.

(Continúa...)

EVOLUCION_SEP.indb 161 28/11/12 17:17

(*Continuación...*)

Madres adolescentes

Solamente 38.2% de las adolescentes utilizaron algún método anticonceptivo en su primera relación sexual.

En localidades de menos de 15 mil habitantes, 13.5% de las adolescentes de 15 a 19 años había estado embarazada algunas vez; este porcentaje es de 12.4% en localidades mayores de 15 mil habitantes.

De las adolescentes alguna vez embarazadas, 80.8% lo había estado una vez, 16.8% había tenido dos embarazos y 2.3% había estado embarazada tres veces.

Al menos 12.2% de los embarazos en adolescentes terminaron en aborto

Para el quinquenio 2004-2008, la tasa de fecundidad adolescente fue de 15.5%. Es decir, ese porcentaje había tenido al menos un hijo nacido vivo.

La fecundidad de adolescentes muestra una relación directa con su nivel de escolaridad. En 2009 la tasa de fecundidad de las mujeres de 15 a 19 años de edad que no tenían instrucción escolar fue

2

EVOLUCION_SEP.indb 162 28/11/12 17:17

de 35.7%, mientras que entre las mujeres de la misma edad pero con instrucción media superior y superior, la tasa fue 6 veces menor (5.7nacimientos por cada cien mujeres).

En ese mismo año, la tasa de fecundidad de las adolescentes en las localidades con menos de 15,000 habitantes se estimó en 12.5 nacimientos por cada cien mujeres del grupo de 15 a 19 años y en las localidades con 15,000 y más habitantes la tasa correspondiente fue de 11.1 nacimientos por cada cien mujeres del mismo grupo de edad.

El promedio del número ideal de hijos de las adolescentes es 2.3

El embarazo en mujeres adolescentes es prematuro en función de su desarrollo biológico, fisiológico, psicológico y social. El riesgo de tener algún problema o complicación durante el embarazo, parto o puerperio es mayor para las mujeres adolescentes, sin dejar de lado las condiciones de nutrición y salud previas al embarazo y el tipo de atención prenatal que reciben que son factores de riesgo para todas las mujeres.

De las muertes maternas ocurridas en 2009, 13.8% correspondía a mujeres menores de 19 años.

3

(*Continúa...*)

EVOLUCION_SEP.indb 163 28/11/12 17:17

(*Continuación...*)

Sistema de Indicadores de Género

Madres adolescentes

Según las estadísticas de natalidad que presenta el INEGI, en 2008 se registraron 457,929 partos de madres menores de 20 años, que representaron 17.4% del total de nacimientos registrados ese año.[1]

- en la mayoría de los casos se trataba de su primer hijo (76.6%); en 18.4% de los casos era el nacimiento de su segundo hijo y en sólo 3.5% se trataba de su tercer hijo.[2]

Referencias

INEGI, *Estadísticas de natalidad*, consulta interactiva de datos.
INEGI-CONAPO, Encuesta Nacional sobre la Dinámica Demográfica 2009. Panorama sociodemográfico de México. Principales resultados, México, 2011
INMUJERES, Estimaciones con base en ENADID 2009.México

[2] El 1.5% que falta son no especificados o corresponde a un orden de nacimiento mayor

4

Ahora realiza la lectura de la siguiente nota:

EVOLUCION_SEP.indb 164 28/11/12 17:17

Joven madre muere a causa de la ignorancia y el miedo.

León, Gto. 11 de junio de 2012. Rosa María, adolescente de 16 años murió por eclampsia y dejando huérfana a una pequeña recién nacida. Cuando Rosa María supo de su embarazo decidió ocultarlo a sus padres, por miedo a no saber cómo reaccionarían ante el hecho. Tampoco se lo comunicó a su pareja.

La chica vivió su embarazo oculto como si no existiera, continuó haciendo su vida de manera normal, sin cuidar ni sus hábitos de higiene ni su alimentación. Para ocultar el crecimiento del vientre, comenzó a usar ropa sumamente ajustada, sin embargo el aumento de peso era muy rápido.

Al cumplir los siete meses de gestación, Rosa María sufría de intensos dolores de cabeza y de hinchazón en las manos y las piernas, comenzó con problemas visuales, náusea vómito y agitación. La joven madre, que no había acudido a consulta médica, ignoraba que estaba desarrollando una enfermedad asociada al embarazo. Ella creyó que estos malestares eran "normales". Un día, estando en la escuela, sufrió una crisis convulsiva de la que no se recuperó rápidamente. Las autoridades escolares llamaron a los servicios médicos y la trasladaron al hospital donde diagnosticaron el embarazo, el tiempo de gestación y la eclampsia. La vida de Rosa María estaba en grave riesgo.

El panorama no era alentador, la disyuntiva estaba entre salvar a la joven o al bebé.

Aunque el bebé no había llegado a término, a petición de los padre de Rosa, los médicos intentaron salvar a los dos. Debían hacer una cesárea para salvar al bebé y así nivelar la elevada presión arterial de Rosa, confiando en que los demás síntomas se podrían controlar.

Como la hipertensión de la paciente no permitiría anestesiarla, el procedimiento que utilizarían para operar sería enfriar lo más posible a la madre para que los tejidos perdieran la sensibilidad, poder abrir la cavidad abdominal y uterina, extraer al bebé y luego suturar el vientre. Rosa María fue puesta en una gran tina con enormes cantidades de hielo, y la cesárea fue un éxito.

A la recién nacida la trasladaron a una incubadora en la sala de cuidados intensivos, pues nació con muy bajo peso, problemas respiratorios por inmadurez pulmonar y débil, el pronóstico de que sobreviviera era reservado.

Rosa María después del parto comenzó a empeorar, la presión arterial no cedían e iba en aumento, las piernas y brazos se hinchaban más porque retenía líquidos, tenía crisis convulsivas casi cada tres minutos. Los médicos no pudieron hacer nada para revertir la situación y murió cuatro horas después.

En casos como estos se puede observar que influyen distintos factores, como la ignorancia, el miedo, y tal vez la falta de recursos económicos para recibir la atención adecuada durante el embarazo.

Responde las siguientes preguntas con base en tu reflexión sobre las dos lecturas anteriores:

1. ¿Por qué muchos hombres y mujeres jóvenes que saben sobre los métodos anticonceptivos y tienen acceso a ellos, no los emplean?

Para saber más

La responsabilidad de cuidar el embarazo es de la pareja, no sólo de la madre. Consulta la página http://www.slideshare.net/UABCMEDICINA/control-prenatal, para que conozcas más sobre estas etapas.

EVOLUCION_SEP.indb 165 28/11/12 17:17

2. ¿Por qué crees que los adolescentes que se encuentran en una situación de embarazo no deseado no lo dan a conocer a sus familiares ni, en muchas ocasiones, buscan apoyo médico?

Coteja tus respuestas con las que se proponen en el Apéndice 1.

Estás trabajando para explicar los obstáculos que presenta el desarrollo de la biotecnología en México.

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; para ello ha instituido diferentes hospitales y clínicas que pretenden cubrir este servicio a nivel nacional. Entre las instituciones que atienden los servicios de salud de la población se encuentran el ISSSTE, IMSS y los hospitales de especialidades, como el Instituto Nacional de Ortopedia y Rehabilitación y el Instituto Nacional de Cardiología.

Pero estas instituciones no sólo atienden a los pacientes, sino que también hacen investigación en cada una de sus especialidades para encontrar nuevas alternativas de tratamiento a las enfermedades.

El inicio del trabajo científico en México se registra a partir del movimiento liberal, a mediados del siglo XIX, con la libre expresión de las ideas sobre el conocimientos de la naturaleza y la fundación de las primeras sociedades científicas: La Sociedad Mexicana de Geografía y Estadística, la Sociedad Benjamín Franklin, la Sociedad de Medicina, la Academia de Ciencias y Literatura y la Academia Mexicana de Ingeniería. Aunado a estas instituciones se establece en 1868 la Escuela Nacional Preparatoria, la Escuela de Medicina, la Escuela de Ingeniería y la Escuela de Jurisprudencia, que adoptan las ideas del positivismo traídas a México por Gabino Barreda, sentando las bases del pensamiento científico nacional.

En el siglo XX el trabajo científico nacional se ve alimentado por un gran número de investigadores y pensadores que llegaron en la década de 1930 al país, como refugiados de España.

En las décadas de 1960 y 1970 las universidades comienzan a tener un mayor auge, además de que el país tenía un crecimiento económico que permitió la inversión en investigación, lo que propició que se fundara una institución que apoyara la investigación, así es como nace el Consejo Nacional de Ciencia y Tecnología

EVOLUCION_SEP.indb 166 28/11/12 17:17

Gabino Barreda (1820-1881) fue médico, filósofo y político mexicano, originario del estado de Puebla. En 1843 ingresó en la Escuela de Medicina. Al estallar la guerra contra Estados Unidos se incorporó a las filas combatiendo en las batallas y asistiendo a los heridos. Se trasladó a París, donde fue alumno de Augusto Comte. En 1851 obtuvo por oposición la cátedra de Filosofía Médica en la Escuela de Medicina de México y más tarde la de Historia Natural y la de Patología General, al crearse en la Facultad de Medicina dicha asignatura. Fue miembro durante varias épocas de la Cámara Legislativa y Ministro Plenipotenciario en Alemania. Barreda creía que lo que no está en los límites de la experiencia debe ser considerado como inaccesible. Ejerció una importante influencia social y redactó por encargo del presidente Benito Juárez la Ley de Instrucción Pública de 1867, creó la Escuela Nacional Preparatoria. Escribió varios libros, entre los que destaca *De la educación moral* (1863).

(Conacyt). Aunque el Instituto Politécnico Nacional y la Universidad Nacional Autónoma de México dedican tiempo a la investigación junto con el Conacyt no es suficiente para cubrir las necesidades de avance científico y tecnológico que requiere una nación tan grande como México.

Observando este panorama se concluye que los avances tecnológicos y científicos en México tienen un gran retraso, y la importación de tecnología es muy alta en el país. Sin embargo existen en México un gran número de instituciones que hacen trabajos de investigación con muy buenos resultados con los pocos recursos que se les asignan por parte del Estado.

El Consejo Nacional de Ciencia y Tecnología tiene a su cargo diversos centros de investigación en todo el país que trabajan en Ciencias exactas y naturales, Ciencias sociales y humanidades y Desarrollo tecnológico. Dicha investigación se hace con un enfoque interdisciplinario, es decir, involucran el pensamiento y la salud, la tecnología y la economía. Todos estos centros encaminan sus trabajos al mejoramiento de los habitantes del país.

La Universidad Autónoma de Chapingo desarrolla programas de investigación en el área agrícola, parte muy importante en la producción de alimentos, tecnología agrícola y poscosecha. Además esta institución trabaja con los conocimientos ancestrales de las poblaciones prehispánicas para conservar el acervo cultural en el área de medicina tradicional, dándole un carácter formal.

En cuanto a la investigación en salud los grandes hospitales del sector salud son los que trabajan en rubros como conocer el origen de las enfermedades y los nuevos métodos de tratamientos, transplantes, implantes, injertos, etcétera.

El Instituto Nacional de Nutrición "Salvador Zubirán" es un claro ejemplo del trabajo que realizan los médicos-investigadores en México, pues tiene un gran índice de trasplantes de riñón; el Centro Médico Nacional Siglo xxi es otra institución que trabaja en la investigación.

EVOLUCION_SEP.indb 167 28/11/12 17:17

La falta de presupuesto hace que la investigación en México sea insuficiente para cubrir todas las áreas de interés, lo que provoca que muchos científicos mexicanos emigren a países donde pueden desarrollar su trabajo sin la limitante económica.

Es probable que tengas claramente definido el campo profesional que te gustaría desarrollar en un futuro, pero es importante que conozcas más a fondo las áreas de investigación que en dicho campo se destacan.

Selecciona de las instituciones arriba mencionadas, o la que más te interese a ti, y busca en su página electrónica la información sobre las investigaciones que ahí se llevan a cabo.

Redacta en tu cuaderno de notas un escrito donde plasmes tus observaciones, considerando que no deben faltar los siguientes elementos:

- Nombre de la Institución sobre la que estás trabajando
- Localización de sus instalaciones principales
- Localización específica de la dependencia que te atrae más y sobre la cual trabajas
- Área de investigación que te atrae, señalando el por qué te atrae
- Temáticas más destacadas en la investigación
- Nombre de los investigadores más reconocidos en el área de tu interés

Puedes agregar tanta información como consideres relevante, pero siempre teniendo en cuenta que es un trabajo que estás haciendo para ti.

Estás trabajando para comparar los objetivos y las fuentes de financiamiento nacionales e internacionales que realizan investigación biotecnológica.

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, así como diseñar y operar programas y apoyos que propicien la articulación entre la industria, los centros de investigación y las instituciones de educación superior, nacionales e internacionales, incluyendo lo relativo a unidades de vinculación y demás instrumentos de apoyo a la innovación. El gobierno federal asigna anualmente una partida presupuestal para este rubro.

Para poder aumentar los proyectos de investigación y que se beneficie no sólo el sector federal, sino también la industria privada, el Conacyt celebra convenios con ésta, en sectores como el alimentario y el farmacéutico, en donde la industria aporta una parte del financiamiento.

EVOLUCION_SEP.indb 168 28/11/12 17:17

1. Lee la siguiente nota.

Marco legal en México inhibe desarrollo de la biotecnología

Municipios | Sagarpa | Emilio González | Biotecnología

Siguen experimentos sobre el maíz transgénico

Francisco Mayorga asegura que el país cuenta con investigadores que tienen en marcha proyectos en beneficio del sector agropecuario.

GUADALAJARA, JALISCO (02/NOV/2010).- Mientras que en otros países hay un marco legal a favor de la investigación y aplicación de los avances científicos de la biotecnología, en México restringe "hasta con penas de cárcel" el trabajo en esta materia, lo que amerita una revisión seria de la legislación mexicana, aseguraron el titular de la Secretaría de Agricultura, Ganadería, Desarrollo Rural, Pesca y Alimentación (Sagarpa), Francisco Mayorga Castañeda, y el científico del Instituto Politécnico Nacional (IPN), Luis Herrera Estrella, en el marco de la apertura del VII Encuentro Internacional de Biotecnología Agropecuaria.

El funcionario señaló que, mientras en países como China, India y Brasil hay avances cada vez más rápidos en la aplicación de la biotecnología a la producción de alimentos y energéticos, en México se tienen serios obstáculos derivados de un marco legal restrictivo.

Por cierto, las sanciones de pérdida de la libertad se han establecido en lo relacionado con la movilización y comercialización de semillas transgénicas.

No obstante, el secretario de Agricultura dijo que el país sí cuenta con una red sólida de investigadores en biotecnología con avances reconocidos, y que tienen en marcha proyectos de gran trascendencia en varios temas agropecuarios, de insumos energéticos y de aplicación en aspectos ligados a la salud y el medio ambiente.

Mayorga Castañeda hizo referencia a que los avances en la ingeniería genética (una de las variantes de la biotecnología), trae consigo ventajas de gran importancia en rapidez y selectividad para originar nuevos genotipos de los seres vivos, lo que beneficia la producción de alimentos. También aludió a los avances de la técnica del cultivo de tejidos que se ha aplicado en varios vegetales de la dieta mexicana.

Agregó que siguen en marcha los experimentos sobre maíz transgénico en el campo mexicano, lo que es un requisito indispensable antes de su aplicación en forma comercial.

Como ejemplo de los obstáculos, Herrera Estrella afirmó que el estado actual del marco legal impide que las instituciones públicas de investigación puedan desarrollar y experimentar productos derivados de la biotecnología.

Señaló que los requisitos que se exigen para un experimento de campo implican que para concretar un trabajo que requiere un cuarto de hectárea, haya que rentar cinco o diez hectáreas, lo que supone un costo prohibitivo para una institución pública.

Sin embargo, dijo que hay acciones relevantes para establecer infraestructura para labores de investigación biotecnológica, como el Centro Nacional de Recursos Genéticos, cuya construcción en Tepatitlán, Jalisco, ya casi se concluye.

Retos de la biotecnología
Más producción y calidad de los alimentos.
Generar variedades ante el cambio climático.

(*Continúa...*)

EVOLUCION_SEP.indb 169 28/11/12 17:17

Uno de los centros de investigación más importantes sobre temas agropecuarios y silvícolas en el país es el de la Universidad Autónoma de Chapingo, en Texcoco, Estado de México; entra a su página: www.chapingo.mx/ para conocerlo más a detalle.

También el Instituto Nacional de Investigaciones Forestales, Agrícolas y Pecuarias (INIFAP) www.inifap.gob.mx realiza mucha investigación en esta área.

(Continuación...)

Contribuir en la generación de productos bioenergéticos.
Investigaciones en temas de salud y medio ambiente.
Contrarrestar la imagen negativa en ciertos segmentos de la población.

FUENTE. Sagarpa. CRÉDITOS: Informador Redacción / JEOG Nov-02 06:06 hrs
http://www.informador.com.mx/jalisco/2010/245798/6/marco-legal-en-mexico-inhibe-desarrollo-de-la-biotecnologia.htm. [Consulta: 08/06/2012].

a) Menciona dos obstáculos a los que se enfrenta la investigación biotecnológica, según la nota.

b) Explica según tu opinión formada en el desarrollo del módulo, ¿cuáles podrían ser las dos o tres más importantes propuestas de solución para lograr un fuerte desarrollo de la investigación en biotecnología?

2. Completa el siguiente cuadro con los nombres, áreas de investigación y ubicación de los centros de investigación que pertenecen al Conacyt.

Siglas	Nombre de la institución	Área de investigación	Ubicación
CIAD			
CIO			
CIATEJ			
CICY			

EVOLUCION_SEP.indb 170 28/11/12 17:17

CIERRE

Ahora que has estudiado esta unidad es muy probable que no tengas duda de que la biotecnología se ha convertido en un fenómeno social y cotidiano con el que tenemos contacto casi imperceptible, al menos en un primer momento.

Vacunas

Un problema de salud mundial son las enfermedades trasmisibles provocadas por virus, como la varicela, el sarampión, la poliomielitis, entre otras. 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 para evitar que se contagien y la mortalidad de este sector por infección, se eleve o se vuelva una pandemia.

En México la Secretaría de Salud determinó que la vacunación debe brindarse en forma gratuita a toda la población infantil de acuerdo a los esquemas propuestos por la Organización Mundial de la Salud y la que todos los países deben cumplir.

¿Sabes que las vacunas son producto de la investigación biomédica y biotecnológica? ¿Cuántas vacunas te han aplicado y de qué te han protegido?

Completa el siguiente cuadro con las enfermedades contra las que protege cada vacuna y la edad a la que se debe aplicar.

Nombre común de la enfermedad	Breve descripción de la enfermedad de la que protege al receptor	Aplicación (edad)
Hepatitis		
Difteria, tétanos, tosferina		
Poliomielitis		
Haemophilus influenzae tipo b		
Meningococo		
Neumococo		
Sarampión, rubéola y parotiditis		
Rotavirus		
Varicela		
Gripe		
Hepatitis A		

EVOLUCION_SEP.indb 171 28/11/12 17:17

La Secretaría de Salud ha establecido campañas de vacunación a nivel nacional, con el único objetivo de que la población en riesgo no sufra de alguna enfermedad contagiosa que ponga en riesgo su salud, y que puede prevenirse con la aplicación de una vacuna.

El texto siguiente lo hemos tomado de la página electrónica de la Secretaría de Salud del Distrito Federal, contiene información que todos, pero sobre todo la población joven, debemos conocer sobre la vacuna del papiloma humano.

Lee la información, reflexiona sobre la misma, y anota las ventajas de estar informado sobre las enfermedades contagiosas y su tratamiento, en el espacio destinado para ello al final del texto.

Campaña de Vacunación contra el Virus del Papiloma Humano

Desde el 1ro. de diciembre de 2008 el Gobierno del Distrito Federal, a través de la Secretaría de Salud del DF, puso en marcha la Campaña de Vacunación en contra el Virus del Papiloma Humano (VPH), para la protección de niñas de 11 a 13 años, que no cuenten con seguridad social (IMSS, ISSSTE, Pemex y Sedena), lo que se distinguió como la Primera Generación de niñas protegidas contra el VPH. Durante el periodo 2008-2009, se aplicaron 279 mil dosis en 109 Centros de Salud, para alcanzar una meta de 100, 263 niñas vacunadas, gracias a una inversión de 100 millones de pesos. En junio de 2010, la campaña de vacunación, incorporó a la Segunda Generación de niñas de 11 años de edad que no cuentan con seguridad social, logrando vacunar a 30, 351 niñas, con lo que la meta se elevó hasta casi 131 mil las niñas protegidas. Durante el año 2011, se continúa la aplicación de segundas dosis a las niñas de esta Segunda Generación hasta el mes de julio, y así mismo, se tiene programado el arranque de la Tercera Generación de niñas de 11 años sin seguridad social durante el mes de septiembre, con lo que la cobertura de niñas protegidas alcanzará a 161,364 niñas protegidas en el Distrito Federal.

¿Por qué es importante vacunar a las niñas de estas edades?

Se trata de uno de los programas de prevención más importantes que ha lanzado el Gobierno del Distrito Federal en los últimos años, pues se busca evitar que este sector de la población, que aún no inicia su vida sexual, pudiera contagiarse de este virus. Para una mayor protección, se recomienda que la vacuna del VPH se aplique antes de iniciar la actividad sexual.

La vacuna del VPH debe aplicarse, preferentemente, antes de iniciar la actividad sexual, aunque no se trata tampoco de un requisito.

¿Qué es y qué puede causar el Virus de Papiloma Humano?

Es un virus de transmisión sexual y ha sido reconocido como agente causal del cáncer cérvicouterino y sus estadios previos, las displasias (leves y moderadas). Es conocido por la causa de verrugas o papilomas genitales.

EVOLUCION_SEP.indb 172 28/11/12 17:17

¿Qué es el cáncer cérvicouterino?

El cáncer cérvicouterino es una de las principales causas de muerte en mujeres alrededor del mundo, cobra aproximadamente 290,000 vidas. Tan sólo en América Latina, se estiman 30,000 muertes anuales y en México se registraron 4,270 defunciones en 2005. En el 2009, el Distrito Federal presentó 322 decesos, siendo 23% mujeres en edad reproductiva.

¿Quién puede ser portador del Virus del Papiloma Humano?

Cualquier persona que tenga contacto genital con otra persona puede ser portador. Tanto el hombre como la mujer pueden contagiarse y transmitirlo sin saberlo, por la posible ausencia de síntomas, aun cuando hayan pasado años desde el contagio. Se reconoce que en población general con vida sexual activa, del 50 al 80% de las mujeres presentan o presentarán alguna infección por VPH.

¿Cómo se presenta mayor vulnerabilidad al contagio por VPH?

Por tener relaciones sexuales sin protección y al tener varias parejas sexuales.

¿Se pueden disminuir los riesgos de adquirir el VPH?

Al usar protección en las relaciones sexuales, tanto el condón masculino como el femenino ofrecen una barrera contra el virus, aunque se desconoce la efectividad.

¿Qué vacuna aplica la SSDF y cómo funciona?

Es una vacuna de vanguardia, pues abarca las 2 cepas más peligrosas:

- 16 y 18 de alto riesgo oncogénico (70% causantes del cáncer cérvicouterino).
- Combate la enfermedad y crea resistencia. No es un virus vivo ni muerto. Las pruebas realizadas demuestran en muy pocas ocasiones problemas menores, como un poco de fiebre e irritación. La vacuna tiene alrededor de 95 a 100% de efectividad contra dichas cepas.

¿Cómo se puede solicitar la vacuna?

Es requisito ser del sexo femenino y tener más de 11 años, además de no contar con seguridad social del IMSS, ISSSTE, Pemex y Sedena, por ejemplo.

Si estás inscrita en el Programa de Gratuidad de la SSDF, llama a Locatel (56 58 11 11) para solicitar la dirección del centro de salud más cercano y con disponibilidad de la vacuna.

Si no estás inscrita, acude al centro de salud más cercano e inscríbete. Al llegar se debe acudir al área de Trabajo Social para programar la fecha de la vacunación.

¿Cuántas inyecciones se aplican?

La vacuna consta de tres dosis. La primera dosis en cualquier momento, la segunda a los 6 meses de la primera y la tercera dosis a los 60 meses de la primera aplicación (0, 6 y 60). Una sola dosis NO SIRVE.

¿Qué costo tiene?

Aunque en el mercado mundial la dosis tiene un costo de 600 dólares, la SSDF la aplica gratuitamente a las niñas de 11 años de edad sin seguridad social.

(*Continúa...*)

EVOLUCION_SEP.indb 173 28/11/12 17:17

(*Continuación...*)

¿Existe riesgo de contagio con la vacuna?

No. La vacuna no contiene el virus del papiloma humano. Es importante recordar que la vacuna evita el riesgo de infección sólo de los tipos 16 y 18.

¿Si tienes más de 11 años edad, qué debes hacer?

Debes acudir a consulta para recibir consejería, y no olvides realizate la prueba del Papanicolaou al menos una vez al año si tienes más de 25 años.

Ley de las y los Jóvenes del Distrito Federal

Ley de los Derechos de las niñas y los niños

Ley de Salud para el Distrito Federal

Tomado de: <http://www.salud.df.gob.mx/ssdf>, [Consulta: 03/07/2012].

Estás trabajando para explicar de qué manera ciertos avances tecnológicos como el desarrollo de los insecticidas, antivirales y antibióticos han acelerado o retardado la tasa evolutiva.

Distribución equitativa de los beneficios biotecnológicos

La biotecnología, la investigación científica y los organismos genéticamente modificados deben ser utilizados bajo las leyes y normas de bioseguridad sobre las que ya has leído.

Como has estudiado en esta unidad existen técnicas diversas para mejorar a los seres vivos, las que llevadas con cuidado redundarán en la creación de fuentes de empleo, mejoramiento en la alimentación, aumento en la producción ganadera y agrícola. Y esto debe beneficiar por igual a todos los sectores de la población.

Si los cultivos mejorados se llevaran a las regiones más pobres del planeta se podría terminar con la hambruna que azota a los países más pobres del mundo. La biotecnología debe estar al servicio del hombre y no el hombre al servicio de la biotecnología.

Es importante señalar que la bioética tiene que 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 capita,* mejorar la salud y la nutrición, todo ello para elevar la calidad de vida de los pueblos.

EVOLUCION_SEP.indb 174 28/11/12 17:17

Ahora toca a los investigadores, productores, gobiernos y consumidores, utilizar estos avances para su propio beneficio.

1. Elige un tema de la unidad, el que más te haya interesado o el que te haya sido más difícil de comprender.
2. Elabora un esquema del tema elegido con la información que consideres más importante.

Recuerda que un esquema es el resumen de la información más importante de un tema, y que te facilitará su comprensión y estudio.

3. Con los datos de tu esquema redacta un artículo de opinión sobre el tema que elegiste.

El artículo lo puedes publicar en una red social, para que los demás conozcan tu trabajo.

Recuerda que un artículo de opinión se conforma por:

- Introducción: Es el primer párrafo. Debe enganchar al lector, de lo contrario éste no leerá más allá, hay que captar su atención. Tiene que aparecer aquí el problema o la situación sobre la que se opina.
- Tesis: Idea en la que el autor cree y que inmediatamente es defendida con una serie de argumentos. (En ocasiones este orden puede aparecer invertido, presentándose en primer lugar los argumentos para terminar con la tesis que se defiende). Tu opinión.
- Argumentos a favor (y en contra, es decir, los que defenderían la tesis contraria para refutarlos)
- Conclusión: Puede tratarse de la conclusión o la opinión personal, de un resumen de lo expuesto o de motivar al lector a tomar acción.

Autoevaluación de la Unidad 3

Es momento de hacer una breve reflexión sobre tu aprendizaje, por lo que te proponemos que lo evalúes. Para esto te presentamos la siguiente rúbrica. Marca en la casilla que mejor describa los saberes y habilidades que has desarrollado en la que: 3 significa que has comprendido y realizado lo que se indica *Muy bien*; 2 *Suficiente*; *1 No suficiente.* La columna *Debo hacer…* te ayudará a reflexionar en los aspectos que debes reforzar para lograr las metas propuestas al inicio del Módulo, ahí anotarás las estrategias que utilizarás para mejorar las áreas en las que aun no estás listo.

EVOLUCION_SEP.indb 175 28/11/12 17:17

Marca con una ✓ el nivel que consideres has alcanzado en tu preparación.

	3	2	1	Debo hacer para mejorar mi desempeño
Relaciono 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.				
Problematizo las ventajas y desventajas de la manipulación genética en materia de salud.				
Comparo los objetivos y las fuentes de financiamiento de las instituciones nacionales e internacionales que realizan investigación biotecnológica.				
Fundamento mi opinión respecto a la legislación en materia de biotecnología en situaciones que impliquen una valoración ética.				
Explico los obstáculos que presenta el desarrollo de la biotecnología en México				
Explico de qué manera ciertos avances tecnológicos como el desarrollo de insecticidas, antivirales y antibióticos han acelerado o retardado la tasa evolutiva de ciertas especies.				
Puntaje				

Si tu puntuación es entre 18 y 21, tu nivel de desempeño está *Muy bien*; si obtuviste entre 17 y 14 puntos es *Suficiente*, un puntaje menor a 14, indica que es necesario que repases la unidad

EVOLUCION_SEP.indb 176 28/11/12 17:17

¿Ya estoy preparado(a)?

Con la finalidad de que puedas valorar tu nivel de desempeño respecto a lo que aprendiste responde esta evaluación final.

I. Lee las siguientes situaciones y subraya la respuesta correcta.

1. Corriente de pensamiento que señala que el universo fue creado por un ser superior:
   a) Mutacionismo
   b) Transformismo
   c) Esencialismo
   d) Darwinismo
2. ¿Qué caracterizó a la Edad Media?
   a) Los descubrimientos científicos
   b) El trabajo filosófico
   c) El desarrollo intelectual lento
   d) El desarrollo de grandes inventos
3. La teoría que postula que los organismos se originan por sí mismos de manera espontánea la propuso:
   a) Lamarck
   b) Platón
   c) Maupertuis
   d) Sócrates
4. Nombre de los científicos que llegaron a las mismas conclusiones sin haber trabajado juntos con respecto a la teoría de la evolución, que dice que todos los organismos van cambiando.
   a) Darwin-Malthus
   b) Wallace-Lamarck
   c) Lamarck-Darwin
   d) Darwin-Wallace
5. ¿Qué significa evolución?
   a) Cambio continuo
   b) Raciocinio continuo
   c) Experiencia continua
   d) Conocimiento continuo

II. Lee el siguiente texto y responde las pregunta que aparecen al final del mismo.

> En un granja avícola cinco gallinas incubaron sus huevos durante 22 días. Los progenitores de esos huevos tenían un plumaje color café. De los 15 huevos nació el mismo número de pollos. Todos los pollos tiene plumas cafés. A todos los pollos se dio de comer alimento preparado que contiene cereales, oleaginosas, proteínas de origen animal, aninoácidos sintéticos, macro y microminerales,
>
> (*Continúa...*)

EVOLUCION_SEP.indb 177 28/11/12 17:17

(*Continuación...*)

vitaminas, antioxidantes y grasa de origen animal o vegetal. Este alimento ayuda a que los animales crezcan más rápido y desarrollen más sus músculos.

Estos pollos se cruzaron y de la postura nacieron 20 pollitos, de los cuales nacieron 10 pollos color amarillo y 10 color café.

De una tercera postura, de 20 huevos, se tomaron cinco y se les inyectó un gen para evitar que se contagiaran de la gripa aviar, sin embargo tres de éstos se enfermaron y murieron, pero el virus no se propagó en la granja.

1. ¿Por qué varió el color del plumaje en la mitad de los polluelos recién nacidos?
   a) Por la selección natural
   b) Por la mutación
   c) Por los genes
   d) Por variabilidad
2. Describe el fenotipo de los pollos.

3. Es uno de los ingredientes que contiene el alimento que se les suministra a los pollos para que sean más grandes, aunque no hayan llegado a la edad adulta:
   a) Proteínas
   b) Maíz
   c) Arroz
   d) Hormonas
4. Los pollos que nacieron de los huevos que fueron inyectados son organismos:
   a) Organismos heterocigotos puros
   b) Organismos homocigotos no puros
   c) Organismos con genes recesivos
   d) Organismos modificados genéticamente

III. Lee el siguiente artículo y responde las pregunta que aparecen a continuación.

El doble reto de la malnutrición y la obesidad

A pesar de los enormes avances que en general ha experimentado México en los últimos años, la desnutrición -por un lado- y la obesidad infantil -por otro-, siguen siendo un problema a solucionar en el país.

La desnutrición, que afecta de un modo significativo a la región más sur, y la obesidad, que lo hace en el norte, se extienden a lo largo de todo el territorio mexicano, poniendo de manifies-

(*Continúa...*)

EVOLUCION_SEP.indb 178 28/11/12 17:17

(*Continuación...*)

to la necesidad de aumentar los esfuerzos en promover una dieta saludable y equilibrada en todos los grupos de edad, con especial hincapié en niños, niñas y adolescentes.

A pesar de los avances en materia de desnutrición infantil que se han experimentado en los últimos años, lo cierto es que las cifras siguen siendo alarmantes en algunos sectores de la población. En el grupo de edad de cinco a catorce años la desnutrición crónica es de 7.25% en las poblaciones urbanas, y la cifra se duplica en las rurales. El riesgo de que un niño o niña indígena se muera por diarrea, desnutrición o anemia es tres veces mayor que entre la población no indígena.

Si bien en los últimos años la desnutrición crónica ha disminuido entre adolescentes, también es cierto que se ha evidenciado un mayor desequilibrio entre el norte y el sur. Así, la prevalencia de la desnutrición crónica es tres veces mayor en el sur que en el norte en esta franja de edad.

Diversas intervenciones, como los programas vacunación universal, la administración masiva de vitamina A, los programas de desparasitación y la mayor disponibilidad de alimentos gracias a los programas de desarrollo social, has sido eficientes para disminuir el ratio de niños y niñas que presentaban malnutrición. Pero sus prevalencias altas persisten en zonas rurales y remotas, y también entre la población indígena, por eso es necesario un esfuerzo mayor para reducir las disparidades regionales y de origen étnico.

Recuperado de: <http://www.unicef.org/mexico/spanish/17047.htm>. [Consulta: 24/07/2012]..

1. ¿Cuál es el porcentaje de desnutrición crónica en el grupo de edad 5-14 años en zonas urbanas?
   a) 7.25
   b) 7.52
   c) 7.32
   d) 7.42
2. ¿Qué región de la República Mexicana es la más afectada por la desnutrición infantil?
   a) El centro
   b) El sur
   c) El norte
   d) El oriente
3. Dos causas importantes de muerte en niños indígenas son:
   a) anemia, gripe
   b) anemia, diarrea
   c) anemia, tosferina
   d) anemia, rubéola
4. ¿Cuál crees que sería la solución a los problemas de desnutrición?
   a) apoyos económicos para crear autoconsumo
   b) donaciones de alimentos por parte de los ciudadanos
   c) siembra de productos transgénicos
   d) orientación alimentaria

EVOLUCION_SEP.indb 179 28/11/12 17:17

5. ¿Crees que en este caso se cumple el principio de población postulado por Malthus? Explica por qué.

IV. Lee las situaciones siguientes y haz lo que se indica para responder.

1. Escribe un texto en el que expliques cuáles son los efectos en el equilibrio de la biósfera con base en el siguiente hecho.

   El fuego consumió más de 200 hectáreas de los bosques que se ubican en la región de los Tuxtlas, en el año 2000.

2. La conservación por congelamiento del cordón umbilical de recién nacidos es una técnica que se utiliza en el área de:

   a) Agricultura
   b) Ganadería
   c) Industrialización
   d) Medicina

3. Las vacunas se hacen con distintos virus o bacterias, dependiendo de la enfermedad contra la que actuarán; para fabricarlas se toman los genes de una subunidad y se integran al genoma de una bacteria o levadura, por este procedimiento se dice que las vacunas son:

   a) Vivas
   b) Muertas
   c) Congeladas
   d) Recombinadas

4. Explica por qué la selección natural es una forma de eugenesia.

   a) Porque se pretende mejorar las características de una raza
   b) Porque se seleccionan los mejores ejemplares de una raza y se aíslan
   c) Porque los ejemplares débiles de una raza se eliminan
   d) Porque los ejemplares con características similares son los que predominan en una raza

5. La polinización contribuye a la evolución por:

   a) El flujo genético
   b) La deriva genética
   c) La selección natural
   d) Las mutaciones

Al terminar de responder tu evaluación, revisa las respuesta que se encuentran al final del Apéndice 1.

EVOLUCION_SEP.indb 180 28/11/12 17:17

Apéndice 1

Clave de respuestas

¿Con qué saberes cuento?

1. Un proceso histórico es el conjunto de hechos o sucesos que se relacionan con la economía, la estructura social y política, así como la cultura de una civilización que generan un cambio en un tiempo y ubicación delimitados.
2. a) En la información que dan las estadísticas disponibles.
   b) Cuatro países: México, Chile, Colombia y Guatemala
   c) Que las oportunidades de estudiar sean exactamente iguales para las mujeres y los hombres en todos los niveles y en todo el país.
   d) Es muy probable si se aumenta el número de escuelas en el país, pero también se debe cambiar la forma de pensar de algunos padres de familia para que permitan a los hijos asistir a los planteles, sobre todo en el caso de las mujeres.
   e) Se han aumentado el número de años de educación obligatoria. Antes eran nueve años (primaria y secundaria obligatorias), en la actualidad son 15 años (preescolar, primaria, secundaria y bachillerato)
3. b) tecnológico
4. La ingeniería genética
5. Comunidad humana (pueblo) que comparten una cultura, ya sea racial o lingüística. Habitan en el medio ambiente y aprovechan para su sustento todo lo que se produce en él (flora y fauna).
6. Para responder esta pregunta debes basarte en tu propia experiencia como habitante del planeta.
7. Un grupo de individuos que comparten una cultura, costumbres y estilos de vida y pertenecen a una comunidad.
8. Una gráfica.
9. Un ensayo.
10. Es un método de estudio en el que el propio estudiante busca conocer más de un tema determinado.

Unidad 1

Actividad 1

Respuesta modelo: Más que descender de un primate, tal vez la estructura del hombre primitivo era semejante a la de los monos, por lo que se piensa que son sus ancestros y se fue adaptando según los cambios climáticos, los lugares donde se establecía conformaron la estructura que hoy tenemos.

EVOLUCION_SEP.indb 181 28/11/12 17:17

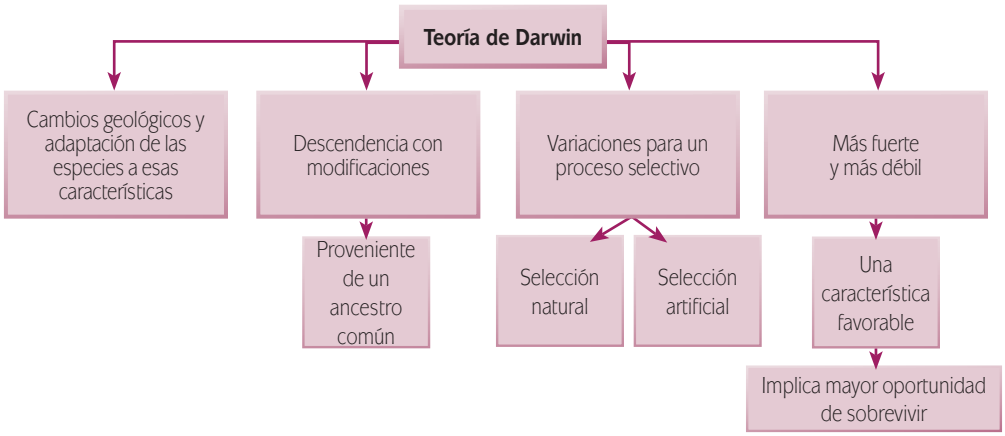
Actividad 2

1. La teoría de la Deriva continental postula que los continentes pertenecían a una sola masa de tierra que se separó, lo que se observa en los contornos de cada continente, ya que si se juntan corresponden los unos con los otros.
2. Respuesta modelo: Es la similitud que se puede encontrar en las estructuras físicas que los componen, por ejemplo los huesos que forman las extremidades de los perros con los del hombre.
3. Respuesta modelo: Evolución son todos los cambios que sufren los organismos vivos en su estructura para lograr supervivir y reproducirse en el hábitat que habitan.
4. Respuesta modelo: No. Porque la evolución es un cambio continuo que va aparejado con la vida y se siguen investigando los procesos de la evolución.

Actividad 3

Corriente	Postulados principales	Representante o creador
Creacionismo	Postula que el universo y el hombre fueron creados por un ser supremo. No se considera filosofía, solo una opinión.	Los filósofos presocráticos
Fijismo	Afirma que las especies no cambian, es decir que fueron creados tal como son ahora.	Carlos Linneo
Transformismo	Las especies orgánicas cambian en forma lenta y gradual a través del tiempo.	Jean Baptiste Lamarck
Catastrofismo	Supone que el cambio de la Tierra fue en forma súbita y catastrófica.	George Cuvier
Uniformitarismo	Postula que los procesos naturales que actuaron en el pasado son los mismos que lo hacen en el presente.	Charles Lyell

Actividad 4



EVOLUCION_SEP.indb 182 28/11/12 17:17

Actividad 5

1. Sí se incluyen los microrganismos por ser organismos vivos, porque se reproducen en su hábitat.
2. Esta pregunta de lo planteado por Malthus respóndela a partir de tu punto de vista personal.

Actividad 6.

	Ideas de Lamarck	Ideas de Darwin-Wallace	Ideas de Malthus
¿Por qué los seres vivos cambian en el tiempo?	Postula que los organismos son capaces de responder a los cambios climáticos.	Propone que los cambios geológicos provocarían que los organismos fueran cambiados por otros, es decir "la descendencia modificada".	No propone ninguna teoría acerca del cambio en los seres vivos.

2. (L)
(D)
(D)
(D)

Actividad 7

Tipo de selección
SA
SN
SA
SN

Actividad 8

1. **Población**: Conjunto de individuos de la misma especie que habitan una misma área geográfica.
Especie: Cada uno de los grupos en que se dividen los géneros y que se compone de individuos que, además de los caracteres genéricos, tienen en común

EVOLUCION_SEP.indb 183 28/11/12 17:17

otros caracteres por los cuales se asemejan entre sí y los distinguen de los demás.

2. a) En el color del pelo. Algunos son blancos en su totalidad y otros tienen partes café oscuro.
   b) En este ejemplo se presenta la variabilidad que se presenta en una especie y aun en una misma camada. En palabras de Darwin, alude a la "descendencia con modificación", que es la base misma de la evolución. Esta variabilidad consiste en que hay ciertas variaciones en el aspecto de los individuos, y un individuo con características favorables tendrá mayor oportunidad de sobrevivir y transmitir sus características.

3.

Amigo / Características	1	2	3	4	5	Tú mismo
Estatura	1.60	1.67	1.75	1.85	1.80	1.72
Tipo de cabello	lacio	rizado	quebrado	lacio	lacio	rizado

   a) Probablemente no.
   b) Probablemente no.

4. (F)
   (V)
   (F)

Actividad 9

1. Zoología, biología, genética, ecología.
2. Sí, porque las dos especies ahora habitan en el mismo ecosistema y al cruzarse está dando por resultado una nueva especie con características mezcladas. En este caso se hablaría de la formación de una nueva especie por hibridación.

Actividad 10

1. Existen más de 20,000 especies de abejas. Se orientan utilizando al sol como punto de referencia. Su comunidad se forma por: obreras, reina y zánganos. La reina es la única que desarrolla ovarios. Se aparea con el zángano en pleno vuelo y pone todos los huevos de la colonia en celdas de cera y determina su sexo. El zángano no trabaja, y una vez que se apareó con la reina, muere. Las obreras son abejas del sexo femenino estériles, construyen las celdillas y cuidan los huevos y las larvas, también reparan los nidos y su vida es de seis meses aproximadamente. Se encargan de llevar polen y néctar al nido que se transformará en miel. Cumplen la función de polinización durante todo el año.

EVOLUCION_SEP.indb 184 28/11/12 17:17

2.

Organismo	¿Qué busca?	¿Qué obtiene?	Beneficios a largo plazo
Abeja	Néctar y polen de las flores (alimento)	Néctar y polen	Crecimiento de la colonia, alimento para las larvas.
Árbol frutal (por ejemplo naranjo)	Polinizadores, es decir algún organismo u agente físico que pueda transportar el polen de una flor a otra y de esta manera asegurar la reproducción de la planta. Es preciso aclarar que gracias a la anatomía de las flores y su aroma los insectos se sienten atraídos hacia ellas.	La abeja transporta el polen de flor en flor, lo cual contribuye a la fertilización cruzada y por lo tanto a la formación de nuevos frutos	Mantenimiento de plantas con variabilidad

3. Ayudan a la polinización por lo que el flujo genético es constante para la planta y el insecto. A a lo largo de las generaciones crece la dependencia entre ambos tipos de organismos surgiendo interacciones específicas por lo que se habla de coevolución.

Actividad 11

1. Porque es parte de nuestra cultura.
2. Sí, porque las actividades humanas necesitan del acto de pensar, y el pensamiento está relacionado con el raciocinio.
3. Cuando tomaste la decisión de comenzar a trabajar, por ejemplo o cualquier otra decisión que hayas tomado mediante la evaluación de los beneficios y los perjuicios que ésta te traería.
4. No, siempre, porque no todas nuestras actitudes se pueden razonar, como los sentimientos y las emociones,
5. Es el aprendizaje de un conocimiento que debe practicarse hasta que se domina.
6. Kant explica que la sensibilidad o empirismo tiene la función de recibir impresiones a través de los sentidos al percibir los hechos.
7. Se guía por las emociones y determina si algo es bueno o no por el grado de aceptación o de utilidad entre la sociedad. El agrado y la utilidad se conocen como sentido común.

Actividad 12

2. Algunas de las ideas que debe contener el ensayo son: El proceso de la evolución del hombre se ha discutido durante siglos y no se ha llegado a una conclusión. Hay quienes opinan que el mundo surgió por la intervención de un Ser supremo, y hay quien piensan que ha sido una larga cadena de cambios por la mezcla de organismos. Darwin postuló la teoría de la evolución que ha sido la que se utiliza hasta la fecha en la investigación científica.

EVOLUCION_SEP.indb 185 28/11/12 17:17

Yo creo que la evolución se ha dado por diferentes factores, entre ellos los genéticos, que se irán aclarando a través de la investigación.

Rúbrica para el Ensayo				
Indicadores	**Deficiente (1)**	**Satisfactorio (2)**	**Excelente (3)**	**Puntaje**
Estructura y argumentación	Solamente contiene el desarrollo del tópico. No proporciona su opinión sobre el tópico.	Carece de alguno de los siguientes: introducción, desarrollo o cierre. En algunos casos comparte su opinión sobre el tópico.	El texto cuenta con introducción, desarrollo y cierre. Proporciona sus puntos de vista y los argumenta correctamente.	
Información	La información contenida es insuficiente o nula.	Falta información importante sobre el tópico.	Incluye la información necesaria para comprender el tópico abordado.	
Coherencia	La relación de las ideas expresadas en el escrito no es clara, es difícil entender lo que pretende el autor.	La relación de las ideas se expresa en algunos casos, mientras que en otros es complicado establecer la forma en la cual se vinculan.	Describe los elementos que aborda en el escrito de manera ordenada y lógica, lo cual permite en todo momento la comprensión de ideas y de hechos.	
Gramática y ortografía	Comete más de 5 errores de gramática u ortografía que distraen al lector del contenido.	Comete entre 4 y 5 errores de gramática u ortografía.	No comete errores de gramática y ortografía.	
Fuentes consultadas	Las fuentes empleadas provienen de publicaciones no arbitradas o carecen de respaldo institucional.	La mayoría de las fuentes provienen de publicaciones arbitradas o de instituciones que las respaldan.	Todas las fuentes utilizadas provienen de publicaciones arbitradas o de instituciones que las respalden.	
Conclusiones	No se encuentra una reflexión final sobre el tópico abordado.	Concluye dando un argumento correspondiente al desarrollo del tópico.	Hace una reflexión y argumenta de manera correcta sus conclusiones, asimismo propone nuevas preguntas.	
Puntaje total				

Si tu puntaje total está entre 14 y 18 puntos, tu ensayo contiene todos los elementos necesarios y de buena calidad, felicidades. Si sumas entre 10 y 13 puntos, debes revisar los elementos en los que tu puntución fue baja, y rehacerlos. Si tienes menos de 10 puntos, deberás revisar todo el trabajo y volver a elaborarlo, teniendo especial cuidado en aquellos indicadores donde tu evaluación fue deficiente.

Actividad 13

1.

Siglo XIX	Siglo XXI
Declaración de los Derechos del Hombre y del Ciudadano	Declaración de los derechos humanos
Revolución industrial	Avances tecnológicos y científicos que buscan mejorar la calidad de vida de la sociedad
Aportaciones culturales como corrientes artísticas, tecnológicas	Modificaciones en la expresión artística y avances importantes en la tecnología de la comunicación (Internet)

EVOLUCION_SEP.indb 186 28/11/12 17:17

Actividad 14

Teoría	Postula
Presocráticos (540-495 a.C.)	Filósofos que buscaban explicaciones materialistas para los fenómenos naturales rechazando los mitos.
Escencialismo	El universo lo había formado un Ser superior, ominpresente, omnipotente y omnisapiente.
Pierre Louis Maupertuis (1698-1759) Generación espontánea	Los organismo nacen de la nada.
Jean Baptiste Lamarck (1707-1788) Transformismo	Los organismo se van transformando de manera lenta y gradual a través del tiempo.
Carlos Linneo (1707-1778) Sistema de clasificación natural jerárquico.	Las especies se adaptan para cumplir una función dentro del ciclo natural de su existencia.
Charles Lyell (1744-1829) Uniformitarismo	Los procesos naturales del pasado son los mismo que actúan en el presente.
George Louis Leclerc, Conde de Buffon (1797-1875) Fundó la biogeografía	Definió conceptos como especie, clasificación, fuentes de variación, aislamiento reproductivo, causas de extinción.
Carlos Darwin (1809-1882) El origen de las especies	Todos los organismos evolucionan por factores como la selección natural.
Thomas Malthus (1766-1834) El principio de la población	No habla de la evolución sino del crecimiento de la población en relación al crecimiento de los alimentos, sin embargo su planteamiento sirvió a Darwin para plantear la lucha de las especies.
Alfred Russel Wallace (1823-1913) Tendencia de las variedad a diferenciarse del tipo original	Sus postulados son muy similares a los de Darwin, por eso se conoce como la teoría Darwin-Wallace
Gregor Johann Mendel (1822-1884)	Postula las Leyes de la herencia o Leyes de Mendel
Ernest Mayr (1904-2005), George G. Simpson (1902-1984), George Ledyard (1906-2000), Julian Huxley (1887-1975) Neodarwinismo	Se basa en la teoría de la evolución de Darwin y hacen tres postulados: mutaciones, deriva genética o cambios aleatorios y poblaciones genéticamente homogéneas como resultado del flujo genético.

2. Sí. Porque provoca una evolución en la investigación científica.
3. A partir de los trabajos de investigación sobre la evolución el pensamiento de los estudiosos también cambió modificando las relaciones sociales en busca de una mejor calidad de vida. La ciencia aportó nuevas formas de tratar enfermedades, incluyó el conocimiento en todos los ámbitos al permitir que fueran universales.

EVOLUCION_SEP.indb 187 28/11/12 17:17

Unidad 2

Actividad 1

Respuesta modelo: No, yo no creo que se deba poner en tela de juicio las acciones de las personas, en ningún caso, con respecto a la paternidad.

Actividad 2

1. Dominante A Recesivo a
2.

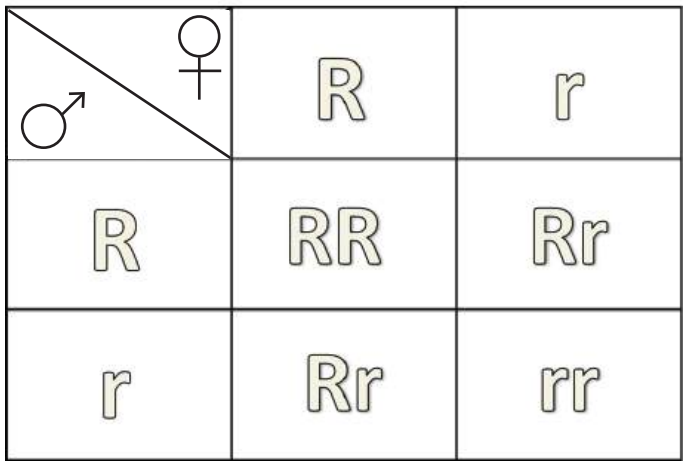
♂ \ ♀	A	A
a	Aa	Aa
a	Aa	Aa

3. La proporción se da en los cruces en el cuadro de Punnett
   a) Todas heterocigotas (Aa), es decir semillas lisas.
   b) Si, fueron diferentes, porque presentaron el siguiente genotipo: 25% (AA) homocigotas dominantes, es decir, lisas; 50% de heterocigotas (Aa) son lisas y 25% (aa) de homocigotas recesivas que son rugosas.

♂ \ ♀	A	a
A	AA	Aa
a	Aa	aa

EVOLUCION_SEP.indb 188 28/11/12 17:17

Actividad 3



Respuesta: tienen un 25% de probabilidad de tener un hijo saludable (*RR*), un 50% de tener hijos portadores (*Rr*) y un 25% de que su hijo este enfermo (*rr*).

Actividad 4

Estos adelantos pueden ayudar a entender problemas de cáncer en las mujeres y disminuir la mortalidad. Y si ayuda a controlar la obesidad, mejorará la calidad de vida y se evitarán las enfermedades que surjen por la gordura. Por otro lado, los humanos y los ratones a pesar de compartir varias características generales (ambos estamos clasificados como mamíferos) también tenemos diferencias fisiológicas importantes, por lo que los resultados con ratones no necesariamente pudieran ser aplicados directamente en pacientes humanos, sin embargo, como se dijo antes, todo conocimiento que ayude a entender un fenómeno permite diseñar estrategias para resolver retos similares.

Actividad 5

Respuesta modelo: Lo que antes era considerado brujería u obra del demonio, ahora es visto como un problema que puede ser resuelto de manera sistemática. La aparición de animales u organismos con características aberrantes es estudiada por la Teratología (literalmente "el estudio de los monstruos"), una rama derivada de la Genética que investiga además los efectos de contaminantes ambientales en el desarrollo normal de los seres vivos.

EVOLUCION_SEP.indb 189 28/11/12 17:17

Actividad 6

Enfermedad	Características genéticas	Tipo de mutación		
		Cariotípica o genómica	Cromosómica	Génica o molecular
Trisomía 13 o Síndrome de Patau	Presencia de un cromosoma 13 en todas las células. (Labio leporino, disminución del tono muscular, retraso mental grave, entre otras manifestaciones)		X Ocurre en el óvulo o espermatozoide que forman al feto.	
Síndrome de Edwards o trisomía 18	Presencia de un cromosoma adicional completo en el par 18. (Trastornos musculoesqueléticos, anomalías en el sistema nervioso central, entre otros síntomas)	X		

Actividad 7

3. Principalmente la meiosis debido a que incluye la recombinación.
4. Ambos mecanismos aportan variabilidad a los organismos. Además de estos dos, también se considera a la migración como un conjunto de procesos que modifican la estructura genética de una población y que por lo tanto contribuyen a la evolución.

Actividad 8

- Estatura promedio varones: 170 cm
- Estatura promedio mujeres: 160 cm
- Color y tipo de cabello: café oscuro y lacio
- Color de ojos: café
- Color de piel: moreno claro
- Complexión varones: robusta
- Complexión mujeres: media
- Características de las manos: cortas y anchas

Actividad 9

a) Frecuencia del genotipo (q^2) en la población judía: $12/100{,}000 = 1.2 \times 10^{-4}$
Frecuencia del genotipo (q^2) en la población no judía: $0.2/100{,}000 = 2 \times 10^{-6}$

b) Frecuencia del alelo (q) en la población judía: $\sqrt{q2} = \sqrt{1.2 \times 10^{-4}} = 0.011$
Frecuencia del alelo (q) en la población no judía: $\sqrt{q2} = \sqrt{2 \times 10^{-6}} = 0.001$

EVOLUCION_SEP.indb 190 28/11/12 17:17

c) Recuerda: $p + q = 1$
Frecuencia del alelo p en la población de judíos: $p = 1 - q : 1 - 0.011;\ p = 0.990$
Frecuencia del alelo p en la población de no judíos: $p = 1 - q : 1 - 0.001;\ p = 0.999$

d) Estimada la frecuencia de p y q para las dos poblaciones estimaremos la frecuencia de heterocigotos $2\ pq$ (portadores de la enfermedad para judíos y no judíos).
Frecuencia del alelo p en la población de judíos: $p = 1 - q : 1 - 0.011;\ p = 0.990$
Frecuencia del alelo p en la población de no judíos: $p = 1 - q : 1 - 0.001;\ p = 0.999$

e) Frecuencia de heterocigotos; *2 pq:* judíos: $2^* 0.011^* 0.989 = 0.022$
Frecuencia de heterocigotos; *2 pq:* no judíos: $2^* 0.001^* 0.999 = 0.002$

f) Debes considerar que la frecuencia de heterocigotos para cada población y dividirla entre 2, ya que en ambas poblaciones existe una probabilidad del 50% de que un gameto tenga o no el alelo (q) que expresa la enfermedad.

2 pq: judíos = 0.022/2 = 0.011
2 pq: no judíos = 0.002/2= 0.001

Por ende la posibilidad de que un hijo de un judío y un no judío exprese la enfermedad dependerá de la probabilidad de que el alelo q (0.011) de los terocigotos judíos se unan con un alelo q (0.001) de la población de los no judíos: 0.011*0.001) = 0.00001

Actividad 10

Los patrones de los alelos pueden ser dominantes y recesivos, mismos que están en los genes parentales, Si el gen es dominante, se manifestará directamente. Si es recesivo se manifestará generaciones después.

La investigación médica a través de la ingeniería genética puede modificar los genes dañados, para evitar la enfermedad.

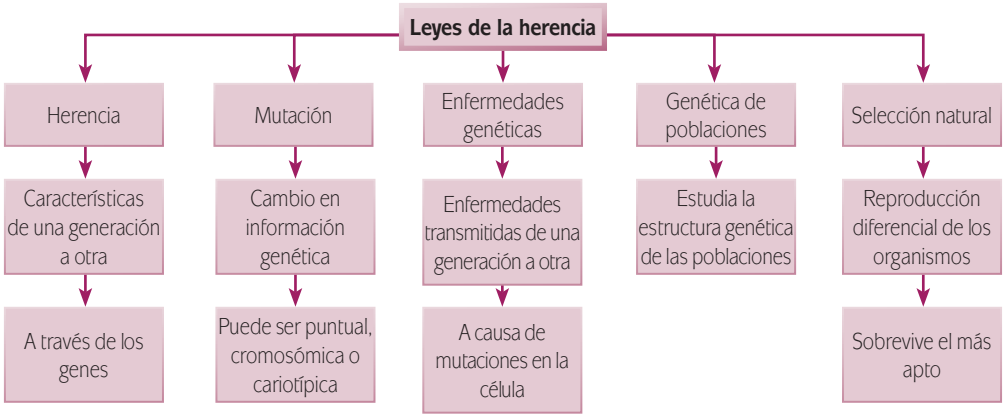
Actividad 11

El consentimiento debe otorgarse por escrito y con la expresión de su irrevocabilidad que asegure la no suspensión de la gestación ni el rechazo a la filiación generada. El donador —que deberá ser anónimo— al momento de la donación indicará que no desea establecer ningún vínculo con el menor que nazca y que no exigirá el reconocimiento de su paternidad.

EVOLUCION_SEP.indb 191 28/11/12 17:17

Actividad 12

- Herencia: características que pasan de una generación a otra a través de los genes.
- Mutación: cambio en la información genética de una célula, la cual puede ser puntual, cromosómica o cariotípica
- Enfermedades genéticas: enfermedades que se transmiten de una generación a las siguientes debido a mutaciones en las células reproductoras.
- Genética de poblaciones: ciencia que estudia la estructura genética de las poblaciones.
- Selección natural: reproducción diferencial de los organismos. Supervivencia de los más aptos.



Actividad 13

El estudiante puede encontrar distintos ejemplos más recientes o bien los que se sugieren en la misma tabla, Un caso que vale la pena destacar es el de los feminicidios cometidos en el Estado de México y en Ciudad Juárez, Chihuahua como ejemplos de misoginia.

Muchos de estos ejemplos pueden no ser considerados estrictamente como prácticas eugénicas, sino como crímenes y actitudes de odio. Estas actividades deben motivar al estudiante para reflexionar sobre la tolerancia y el respeto a la pluralidad.

Actividad 14

La eugenesia está encaminada a mejorar las especies, para que sean más productivas o tengan una mejor calidad de vida. Pero se debe actuar con honestidad en la aplicación de este método, en el caso de las intervenciones médicas que impliquen manipular los genes se debe obtener el consentimiento informado del paciente.

EVOLUCION_SEP.indb 192 28/11/12 17:17

Actividad 15

La clasificación de los Cinco Reinos ya es considerada obsoleta, pero permite apreciar la gran diversidad biológica de nuestro planeta. En este esquema de clasificación, se habla de 4 Reinos eucariontes (Reinos Animalia o Animal, Plantae o Vegetal, Fungi o de los Hongos y Protista o Protoctista) y uno sólo para los procariontes (Reino Monera).

La propuesta de los Tres Dominios de Woese reconoce una diversidad aún mayor al separar a los organismos procariontes en dos Dominios o Súper- Reinos: el Archaea y Eubacteria y unificando a los 4 Reinos eucariontes en una sola rama, la del Dominio Eukarya. Esta propuesta está basada en estudios detallados sobre los mecanismos moleculares sobre cómo es que las células manejan su propia información genética.

Época	Figuras principales	Aportaciones al conocimiento de la biodiversidad
Grecia Antigua	Aristóteles	Clasificación de los entes naturales en animales, plantas o minerales
Siglo XVIII	Carlos Linneo	Sistema de clasificación binomial
Siglo XIX	Jean B. Lamarck Charles Darwin Alfred R. Wallace Richard Spruce	Gracias a expediciones botánicas y zoológicas alrededor del mundo se amplían las colecciones de museos privados y públicos en varias partes de Europa. Se publican los trabajos de Darwin y de Wallace sobre la evolución
1960s	James Watson Francis Crick	Modelo de la estructura del ADN. Se plantean los mecanismos moleculares de la herencia y las mutaciones
1969	Robert Whittaker	Clasificación de los Cinco Reinos
1990	Carl Woese	Clasificación de los Tres Dominios
1998	Thomas Cavalier-Smith	Clasifica a los eucariontes en 4 reinos y a los procariontes en dos reinos. Posteriormente propone una revisión de la clasificación de eucariontes más detallada

En la siguiente tabla se presenta una comparación de los sistemas de clasificación en reinos biológicos más notables, Tomado de <http://es.wikipedia.org/wiki/Reino_%28biolog%C3%ADa%29>, :

Linneo 1735 2 reinos	Haeckel 1866 3 reinos	Chatton 1937 2 imperios	Copeland 1956 4 reinos	Whittaker 1969 5 reinos	Woese et al. 1977 6 reinos	Woese et al. 1990 3 dominios	Cavalier-Smith 1998 2 imperios y 6 reinos
(no tratados)	Protista	**Prokaryota**	**Monera**	**Monera**	**Eubacteria**	**Bacteria**	**Bacteria**
					Archaebacteria	**Archaea**	
		Eukaryota	Protista	Protista	Protista	Eukarya	Protozoa
							Chromista
Vegetabilia	Plantae			Fungi	Fungi		Fungi
			Plantae	Plantae	Plantae		Plantae
Animalia	Animalia		Animalia	Animalia	Animalia		Animalia

EVOLUCION_SEP.indb 193 28/11/12 17:17

Unidad 3

Actividad 1

1. Algunos tipos de alimentos sí podrán aportar más nutrientes, pero, por ejemplo en la industria cárnica no será tan benéfica porque la carne es más grasosa y no es blanda.
2. Tal vez sí, porque se puede comenzar a sobreexplotar la tierra.
3. Puede suceder que los genes manipulados den origen a otro tipo de especie.
4. Se tiene que comenzar por crear más empleos y repartir mejor la riqueza en el mundo, para que se solucionen esos problemas y no tanto con la producción de alimentos transgénicos.
5. Los consumidores son los que tiene que estar informados de lo que contienen los alimentos, así podrán conocer realmente lo que es un alimento transgénico, sus beneficios y consecuencias.

Actividad 2

2. a) Que si los cultivos no se controlan los sembradíos que no se utilizan para biofármacos se contaminarían y podrían causar problemas de intoxicación a los consumidores.
   b) En México el maíz es la semilla más consumida y si no se controlan los cultivos la modificación por flujo genético sería muy fácil.
   c) Tener disponible un medicamento más natural sin tantos químicos y tal vez más económicos.
   d) Es muy posible que suceda, por la herencia.

Actividad 3

Áreas de la aplicación de la biotecnología

- Agricultura: mejoramiento de plantas comestibles.
- Ganadería: mejoramiento de las razas de aves y ganado vacuno, porcino, caprino, entre otros.
- Industrial: investigación, procesamiento, empaque y distribución de los productos transgénicos.
- Medicina y farmacología: Investigación y fabricación de nuevos fármacos, aplicaciones en nuevos tratamientos para las enfermedades.

2. Recuerda que la función del tríptico es comunicar de manera breve un tema. Ésta constituido por textos breves, llamativos, concretos y dirigidos a un público específico. Lleva ilustraciones alusivas al tema. Incluir datos de contacto, si es necesario.

EVOLUCION_SEP.indb 194 28/11/12 17:17

Actividad 4

Para responder esta actividad debes tomar en cuenta los principios esenciales de la Bioética y tu propia postura al respecto. Sin embargo las respuestas modelo que se presentan te ayudarán a guiar tu opinión.

2. a) No. Porque en este casos se experimentó con un animal.
   b) Las ovejas no recibieron ningún beneficio, el beneficio se buscó para los fines del hombre.
   c) No. Porque cuando la investigación se hace con animales, ellos no pueden tomar decisiones.

Actividad 5

a) Porque los procedimientos son muy caros y la población de clase media y menos baja no pueden cubrir los costos.
b) *Primero:* quién debe de regular el servicio de tratamientos de fertilidad; *Segundo:* para quién deben de estar dirigidos los tratamientos; *Tercero* quién debe de pagar por dichos servicios. *Cuarto:* quién puede donar gametos o el material genético para poder hacer uso del procedimiento de fertilidad asistida; *Quinto*: cuántos tratamientos puede alguna persona realizar si el primero falló y finalmente; *Sexto:* cómo deben de operar los derechos del menor con relación al resultado de la reproducción asistida; fenómenos que deben de partir de las indagaciones que se puedan hacer en la medicina, enfatizó. Ochoa Hofmann afirmó que la reproducción asistida en México es arbitraria y discriminatoria, ya que "sólo atiende a

EVOLUCION_SEP.indb 195 28/11/12 17:17

quienes tienen dinero y quienes cuentan con un servicio de salud y los acepta".

c) Me parece que cada persona debe tomar su propia decisión, pero debiera ser a partir de información concreta y honesta.

Actividad 6

1. La información mínima necesaria que debe tener es: efectos imprevisto en la dinámica de las poblaciones, efectos bioquímicos en la dinámica de las comunidades, efectos bioquímicos causados por las repercusiones en los suelos, transferencia del material genético.
2. Si la biosfera es el lugar que ocupan los seres vivos, es decir la Tierra, el cuidado y la interrelación con el medio ambiente debe ser buscando el mejoramiento de las especies, buscando que este beneficio sea a largo plazo.

Actividad 7

2. Se corre el riesgo del acaparamiento de los granos, ya que los pequeños productores agrícolas no podrán guardar las semillas necesarias para la resiembra y se verán obligados a comprar el producto a las compañías propietarias de la patente. Esto es un desacato a la Ley que protege el derecho de todas las persona a tener alimentos.

No. Porque aunque las patentes protegen la mejora de un producto o su inversión, los alimentos son de propiedad universal, esto provocaría escases cada vez que las empresas quisieran aumentar sus ganancias y al estar protegidos por la patente la ley no los podría frenar.

Actividad 8

1. Porque la presión arterial la tenía descontrolada.
2. Dolor en el pecho, palpitaciones, falta de aire, laxitud en los miembros superiores, sudoración fría, palidez, náusea, mareo y la presión muy alta.
3. Le practicaron exámenes de laboratorio y electrocardiogramas.
4. Todos los resultados fueron normales, solamente el colesterol y los triglicéridos elevados.
5. Crisis aguda de ansiedad, sin alteraciones cardiacas.
6. El elemento emocional.

EVOLUCION_SEP.indb 196 28/11/12 17:17

Actividad 9

1. Porque aunque conocen los métodos anticonceptivos no pueden acceder a ellos por su situación económica, o porque su nivel de escolaridad es bajo.
2. Por miedo al rechazo y porque serán juzgados por los padres, quienes pueden ejercer un castigo por su "mala" conducta.

Actividad 11

1.a) Porque el marco legal en México al respecto de las investigaciones en biotecnología es muy restrictivo. Los altos costos para rentar u obtener insumos como parcelas de tierra para la siembra.

Porque las leyes mexicanas en ese rubro prohíben el trabajo de investigación alimentaria.

b) México tiene que hacer investigación para crear sus propios recursos que satisfagan las necesidades alimentarias de los habitantes del país.

La solución es que los legisladores reformen las leyes con base en las necesidades del país, sin olvidar la parte correspondiente al uso ético de los productos transgénicos.

2.

Siglas	Nombre de la institución	Área de investigación	Ubicación
CIAD	Centro de Investigación en Alimentación y Desarrollo	Nutrición Desarrollo regional Ciencia de los alimentos Tecnología de alimentos de origen animal Tecnología de alimentos de origen vegetal	Hermosillo
CIO	Centro de Investigaciones en Óptica	Investigación en óptica	Guanajuato
CIATEJ	Centro de Investigación y Asistencia en Tecnología y Diseño del Estado de Jalisco	Biotecnología vegetal Biotecnología industrial Biotecnología médica y farmacéutica Tecnología alimentaria y ambiental	Guadalajara
CICY	Centro de Investigación Científica de Yucatán	Bioquímica y biología molecular de plantas Biotecnología Ciencias del agua Materiales Recursos naturales Energía renovable	Yucatán

EVOLUCION_SEP.indb 197 28/11/12 17:17

Actividad 12

Nombre de la enfermedad	*La vacuna protege contra:* (breve descripción de la enfermedad)	*Recibida* (edad)
Hepatitis	Enfermedad del hígado muy contagiosa	0-6 meses
Difteria, tétanos, tosferina	Difteria: enfermedad que afecta la garganta y la piel. Es mortal. Tétanos: afecta el sistema nervioso central se trasmite a través de una herida abierta hecha con metal oxidado o sucio. Tosferina: es una infección que provoca ataques súbitos e intensos de tos, que pueden ser mortales.	2, 4, 6, 15-18 meses
Poliomielitis	El virus produce debilidad muscular permanente, parálisis, dolor de cabeza, vómito y rigidez en el cuello, puede ser mortal.	2, 4, 6, 15-18 meses
Haemophilus influenzae tipo b	Virus que ataca el aparato respiratorio del humano, puede presentarse como otiitis, sinusitis y cuadros respiratorios leves. Es más grave cuando se desarrolla meningitis aguda, neumonía y epiglotitis. Puede ser mortal.	2, 4, 6, 15-18 meses
Meningococo	Esta infección puede presentarse desde fiebre sin localización hasta una infección generalizada fulminante. Produce meningitis, faringitis, neumonías. El microorganismo invade la sangre. Puede ser mortal.	2, 4, 6, 12-15 meses
Neumococo	El neumococo es una bacteria muy agresiva. Produce infecciones muy graves en distintos órganos del cuerpo y las enfermedades que provoca son: meningitis, pulmonía, sinusitis, otiitis. Puede ser mortal.	2, 4, 6, 12-15 meses
Sarampión, rubéola y parotiditis	El sarampión y la rubéola son enfermedades que producen ronchas, fiebre muy alta, comezón y malestar general. Pueden ser mortales. La parotiditis o paperas se inflaman las glándulas parótidaa (cuello entre la oreja y la mandíbula).	12-15 meses
Rotavirus	Produce diarrea muy grave, deshidratación. Puede ser mortal.	2, 4, 6 meses / dos a tres dosis
Varicela	La produce el herpes de varicela zoster, con fiebre y erupción en la piel. Es altamente contagiosa y puede ser mortal.	12-15, 2-3 años
Gripe	Enfermedad respiratoria contagiosa. Puede ser mortal cuando los síntomas son graves y no se tienen los cuidados necesarios.	De los 6 meses de edad en adelante
Hepatitis A	Causa inflamación en el hígado y la produce el virus de la hepatitis A. Este virus se disemina por contaminación de los alimentos con el virus.	12-15 meses a 11-14 años/dos dosis

Actividad 13

1. Saber qué es el virus del papiloma y las consecuencias de contraerlo, cómo actúa la vacuna.

EVOLUCION_SEP.indb 198 28/11/12 17:17

Actividad 14

Para desarrollar esta actividad debes poner en práctica todos los conocimientos adquiridos, pues los aplicarás para desarrollar el tema elegido.

1. Elige un tema de la unidad, el que más te haya interesado o el que te haya sido más difícil de comprender.
2. Elabora un esquema del tema elegido con la información que consideres más importante.

   Recuerda que un esquema es el resumen de la información más importante de un tema y que te facilitará su comprensión y estudio.
3. Con los datos de tu esquema redacta un artículo de opinión sobre el tema que elegiste.

   El artículo lo puedes publicar en una red social, para que los demás conozcan tu trabajo.

   Recuerda que un artículo de opinión se conforma por:

   - Introducción: Es el primer párrafo. Debe enganchar al lector, de lo contrario éste no leerá más allá, hay que captar su atención. Tiene que aparecer aquí el problema o la situación sobre la que se opina.
   - Tesis: Idea en la que el autor cree y que inmediatamente es defendida con una serie de argumentos. (En ocasiones este orden puede aparecer invertido, presentándose en primer lugar los argumentos para terminar con la tesis que se defiende). Tu opinión.
   - Argumentos a favor (y en contra, es decir, los que defenderían la tesis contraria para refutarlos)
   - Conclusión: Puede tratarse de la conclusión o la opinión personal, de un resumen de lo expuesto, o de motivar al lector a tomar acción.

¿Ya estoy preparado(a)?

I. Lee las siguientes situaciones y subraya la respuesta correcta.
   1. c) Esencialismo
   2. c) Desarrollo intelectual lento
   3. c) Maupertuis
   4. a) Darwin-Wallace
   5. a) Cambio continúo

II.
   1. a) Por la selección natural
   2. Aves pequeñas con plumaje café, pico pequeño, patas con cuatro dedos
   3. a) Proteínas
   4. d) Organismos modificados genéticamente

EVOLUCION_SEP.indb 199 28/11/12 17:17

III. Lee el siguiente artículo y responde las pregunta que aparecen a continuación.

1. a) 7.25
2. b) El sur
3. b) anemia, diarrea
4. a) apoyos económicos, crear autoconsumo.
5. No. Porque el problema alimentario es porque las regiones indígenas no son autosuficientes, ya que las siembras son de temporal y no siempre tiene lluvias. Otro problema es la falta de atención por parte del gobierno, lo que provoca discriminación.

IV.

1. Al incendiarse tantas hectáreas, los bosques se deforestan así como la fauna de esa área muere, por lo tanto la pérdida de ejemplares disminuye la biosfera afectando el ritmo de la evolución.
2. d) Medicina
3. d) Recombinadas
4. a) Porque se pretende mejorar las características de una raza.
5. a) El flujo genético

EVOLUCION_SEP.indb 200 28/11/12 17:17

Apéndice 2

La consulta en fuentes de información en Internet

La información es un punto nodal para la sociedad de hoy. Diferenciarla, manejarla y utilizarla son acciones básicas para nosotros los miembros de la sociedad del siglo XXI y por ello hay que acercarse a ella. Saber qué hacer es el primer paso.

La información se define como el conjunto de datos sobre algún fenómeno determinado; se obtiene de diversas formas, como la observación o la búsqueda intencionada. En el primer caso es natural pero en el segundo no. Para aprender se utilizan las dos pero para estudiar se usa principalmente la segunda.

La información se obtiene de fuentes primarias y secundarias, escritas, orales y visuales, mediante medios impresos, electrónicos y personales. El conjunto de datos por obtener es tan amplio que después de obtenidos se deben analizar, pues no todo lo percibido o encontrado es certero y confiable y tampoco responde de manera puntual al objeto de estudio.

En estos días es común el acceso a la información a través de Internet o red global de información a la que se llega y se mantiene por medio de computadoras. Son millones y millones de datos, documentos, imágenes, fotografías lo que se almacena y a lo que uno tiene acceso. Por eso, diferenciar entre una buena información y la información basura es difícil. Los siguientes son algunos consejos o recomendaciones para guiar tu búsqueda.

1. Para distinguir el valor de la información para ti debes planear el objetivo antes de comenzar a buscar. Los siguientes criterios de búsqueda pueden ayudarte: ¿qué voy a buscar?, ¿qué quiero saber de lo que voy a buscar?, ¿para qué lo estoy buscando?
2. Es muy importante que no busques saber TODO de un tema. Entre más específica sea tu búsqueda, mayor oportunidad tienes de encontrar rápida y fácilmente la información. Puedes caer en dos errores:
   a) Especificar demasiado las cosas.
   b) Dejar sin especificar las cosas.
3. Define qué sabes. Para comenzar a investigar hay que partir de tus conocimientos previos. Lo que ya conoces te servirá para realizar tu investigación y para diferenciar datos correctos de los incorrectos, los útiles de los inútiles.
   a) Asegúrate que la información que tú conoces previamente es correcta.
   b) Asegúrate que la información que es actual.
   c) Recuerda que, aunque no sepas del tema, sí sabes cómo comenzar a buscarlo.
4. Decide dónde y cómo vas a buscar.
5. Pregúntate: ¿qué palabras voy a utilizar?, ¿qué criterios de búsqueda? Tienes que enlistar las palabras clave para tu búsqueda. Conforme avances, agrega más palabras clave.
6. Planea la búsqueda de acuerdo a tu nivel de conocimientos: vas a investigar algo muy básico o más avanzado. Los mejores lugares para comenzar a informarte

EVOLUCION_SEP.indb 201 28/11/12 17:17

son diccionarios, enciclopedias, las lecturas sugeridas en los libros de texto, las páginas de Internet "oficiales" (aquellas del gobierno, de las organizaciones importantes (como la ONU, la UNICEF), páginas de universidades de prestigio (como la UNAM, el IPN). Estas páginas "oficiales" tienen CONTROL sobre sus contenidos por lo que la información encontrada, aunque puede ser subjetiva (que depende de un punto de vista), es la "oficialmente correcta".

Es muy importante que pongas MUCHA ATENCIÓN en tus primeras lecturas. Debes encontrar información correcta. Para ello es necesario que compares los datos obtenidos entre sí.

7. Busca y consulta la información utilizando un buscador (el que te va a encontrar dónde, de todo el Internet, está tu tema).

   Algunos buscadores son:

   - mx.yahoo.com
   - www.google.com.mx
   - mx.altavista.com

   Si quieres noticias probablemente las encuentres en:

   - www.bbc.co.uk/mundo/index.shtml
   - mx.reuters.com
   - mx.news.yahoo.com

   Si buscas libros los puedes encontrar (además de en una librería) en:

   - books.google.es
   - www.booksfactory.com/indice.html
   - www.ucm.es/BUCM/atencion/25403.php

   Si lo que deseas son diccionarios:

   - rae.es/rae.html
   - www.diccionarios.com
   - www.elmundo.es/diccionarios

   ¿Qué opciones del buscador me conviene utilizar?
   Los buscadores presentan algunas opciones tales como:

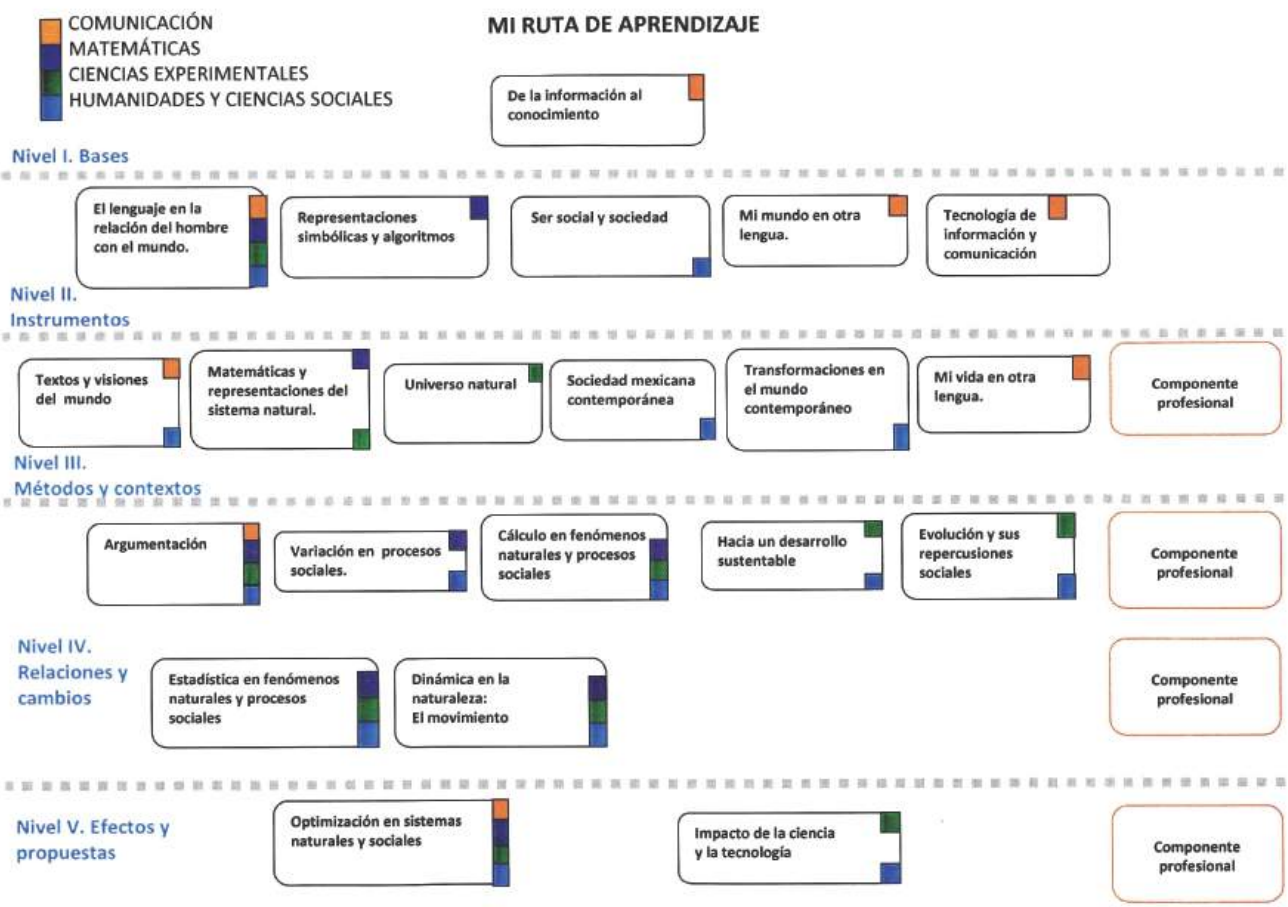
   - Opciones de Búsqueda: Incluye "buscar videos", "buscar imágenes", "buscar noticias", "búsqueda en español", "búsqueda en México" etc. Lo que hacen es especificar tu búsqueda.
   - Dentro de "búsqueda avanzada" podrás elegir cómo preferirías que te ayudara a buscar. Utilizando las opciones de: "*buscar con las palabras*" y "*que no contenga las palabras*" puedes hacer tu búsqueda aún más pequeña y te será más fácil encontrar lo que quieres.

8. Una vez obtenida la información: analiza. Los puntos más importantes ahora son: ¿es lo que necesito?, ¿qué tan bueno es el contenido?, ¿qué tan confiable es el autor?, ¿cuáles son algunos lugares de donde viene la información?

Rodrigo Zepeda Tello. "Guía básica para el manejo de Internet", en Liliana Almeida *et al.* (2011). *Ciencia Contemporánea ¿Para qué?* México: Edere/Esfinge, pp. 142-148.

EVOLUCION_SEP.indb 202 28/11/12 17:17

Apéndice 3



EVOLUCION_SEP.indb 203 28/11/12 17:18

Apéndice 4

Cuadro cronológico sobre La Ilustración

Década	Sociedad y política	Ciencia y tecnología	Arte y humanidades
1600-1610	• Fundación de la Compañía Holandesa de las Indias Orientales (1602). • Muere Isabel de Inglaterra, la sucede Jacobo VI (1603). • Fin de la guerra austrio-otomana (1606). • Fundación de Quebec (1608)	• Tycho Brahe: Identifica la constelación Coma Berenices (1602). • Kepler: Documenta el paso del cometa que será llamado Halley (1607). • Galileo: Idea su telescopio (1609). • Drebbel: Inventa el termostato (1609). • Galileo: Observa las manchas solares (1610).	• Caravaggio: La vocación de San Mateo (1601). • Campanella: La ciudad del Sol (1602). • Quevedo: Vida del Buscón llamado don Pablos (1603). • Balbuena: La grandeza mexicana (1603). • Shakespeare: Hamlet (1604). • Cervantes: El ingenioso hidalgo Don Quijote de la Mancha 1ª. Parte (1605). • El Inca Garcilaso de la Vega: Historia de la Florida y jornada que a ella hizo el gobernador Hernando de Soto (1605). • Monteverdi: Orfeo (1607).
1611-1620	• Miguel I es electo Zar (1613). • Casamiento de Felipe IV e Isabel de Borbón (1615). • España prohíbe el tráfico comercial entre Nueva España y el Perú (1627).	• Galileo: Observa Neptuno, pero lo confunde con una estrella (1611). • Napier: Mirifici logarithmorum… invención de los logaritmos (1614). • La Iglesia católica declara falsas las ideas de Copérnico e insta a Galileo a retractarse (1616). • Kepler: da a conocer su Tercera ley (1619). • Descartes: idea la geometría analítica (1619).	• Covarrubias: Tesoro de la lengua castellana (1611). • Luis de Góngora: Soledades (1613). • Cervantes: El ingenioso hidalgo Don Quijote de la Mancha 2ª. Parte (1615). • Fundación del Collegium Musicum en Praga (1616). • Velázquez: La adoración de los Reyes Magos (1619). • Francis Bacon: Novum Organum (1620).
1621-1630	• Gregorio XV es elegido Papa (1621). • Urbano VIII inicia su papado (1623). • Colonos belgas llegan a Nueva Amsterdam (hoy Nueva York (1624). • Richelieu y los suecos vs. Fernando II de Habsburgo (1629). • Fundación de Boston (Massachusetts) (1630).	• Drebbel: Microscopio compuesto de dos lentes convexas (1622). • Nace Blaise Pascal (1623). • Kepler: Tabulae Rudolphine (1627). • Harvey: Describe la circulación de la sangre (1628). • Fermat: Desarrolla métodos de la geometría analítica (1629).	• Ruiz de Alarcón: La verdad sospechosa (1621). • Ribera: Ecce Homo (1622). • Bernini: David (1624). • Rembrandt: Lapidación de San Esteban (1625). • Quevedo: Los sueños (1627). • Lope de Vega: La selva sin amor (zarzuela) (1629).
1631-1640	• Fin de la intervención sueca en Alemania (1632). • Saqueo de Campeche por corsarios holandeses (1633). • En Japón, el shogunato prohibe a sus súbditos viajar al exterior (1636). • Japón se aisla (1638). • Independencia de Portugal (1640). • México: inicia el siglo de la depresión económica; caída de la producción de plata (1640).	• Descartes describe los efectos de la presión atmosférica en una columna de mercurio (1631). • Oughtred: inventa el signo X para multiplicar (1631). • Galileo: Los dos sistemas del mundo, en el que expone su defensa de las ideas de Copérnico (1632). • Galileo en Roma para su juicio (1633). • Primera representación cartográfica de la luna (1636). • Descartes descubre el ángulo del arco iris (1637). • Galileo: Dialoghi delle nuove scienze (1638). • Wilkins: Descubrimiento de un mundo en la Luna (1638). • Wallis, matemático ingés, introduce el símbolo de infinito (1640).	• Rembrandt: La lección de anatomía del doctor Nicolaes Tulp (1632). • Calderón de la Barca: El gran teatro del mundo (1636). • Descartes: Discurso del método (1637). • Gracián: El héroe (1637). • La Real y Pontificia Universidad de México instituye las cátedras de matemáticas y astrología (1638). • Introducción de la imprenta en las colonias inglesas de América del Norte (1638). • Gracián: El político (1640).

EVOLUCION_SEP.indb 204 28/11/12 17:18

Década	Sociedad y política	Ciencia y tecnología	Arte y humanidades
1641-1650	• Fundación de Montreal (1642). • Luis XIV, rey de Francia a los 4 años (1643). • Inocencio X, Papa (1644). • Epidemia de peste en Huelva, España (1647). • Semen Dezhnev cruza el estrecho de Bering y llega a Alaska (1648). • México: Destrucción de la Misión de Santa María Magdalena por indios sublevados (1648). • Decapitación de Carlos I de Inglaterra (1649).	• Torricelli, amanuense de Galileo (1641). • La Universidad de Ultrecht condena la filosofía de Descartes (1643). • Torricelli descubre el principio del barómetro (1643). • Descartes formula su teoría nebular sobre la formación de los planetas (1644). • Périer comprueba la existencia de la presión atmosférica (1648). • Schroeder obtiene el arsénico (1649). • Varenio: Geographia generalis (1650).	• Hobbes: De cive (1641). • Rembrandt: La ronda de noche (1642). • Velázquez: Coronación de la virgen (1644). • Murillo: La vieja hilando (1645). • Anónimo: Estebanillo González, hombre de buen humor (1646). • Pérez de Ribas: empieza a escribir Crónica e historia religiosa de la Compañía de Jesús en la Nueva España (1646). • Gracián: Oráculo manual y arte de prudencia (1647). • Borromini finaliza la iglesia de Sant'Ivo alla Sapienza en Roma (1650).
1651-1660	• Batalla de Berestechko entre Ucrania y Polonia (1651). • Fundación de Ciudad del Cabo (1652). • Oliver Cromwell, Lord Protector (1653). • Finaliza la construcción del Taj Mahal (1653). • Francia: Coronación de Luis XIV (1654). • Chile: rebelión indígena (1655). • Alejandro VII, Papa (1655). • Oliver Cromwell deja de ser Lord Protector (1659).	• Harvey: De generatione, sobre embriología (1651). • Pascal: Traité du triangle arithmétique (1653). • Wallis: Clasifica las vocales de acuerdo a su punto de articulación (1653). • Fermat y Pascal desarrollan los principios de la probabilidad (1654). • Huygens descubre Titán (1655). • Pascal: Cartas provinciales (1656). • Los hermanos Huygens desarrollan la primera tabla de mortalidad (1657). • Huygens: Horologium, sobre relojes de precisión (1658). • Boyle termina su máquina neumática (1659). • Huygens demuestra la naturaleza ondulatoria de la luz (1660). • Boyle: Nuevos experimentos físico-mecánicos sobre la elasticidad del aire y sus efectos (1660).	• Hobbes: Leviatán (1651). • Bernini: Éxtasis de Santa Teresa (1652). • Pérez de Ribas concluye su Crónica… que permanecerá inédita hasta 1896 (1654). • Solís y Rivadeneyra: Las amazonas (1655). • Spinoza excomulgado por los judíos holandeses (1656). • Gracián: El criticón (1657). • Hobbes: De homine (1659). • Molière: Las preciosas ridículas (1659). • Schooten traduce al latín la Geometría de Descartes (1659). • Luis XIV ordena quemar las Cartas provinciales de Pascal (1660).
1661-1670	• El cadáver de Cromwell es exhumado y sujeto a una ejecución póstuma (1661). • Carlos II, rey de Inglaterra (1661). • Comienza el reinado de Carlos II de España (1665). • La peste invade Londres (1665). • Clemente IX, Papa (1667). • Tratado de Lisboa: España reconoce la independencia de Portugal (1668). • Erupción del Etna, Nicolosi queda destruida (1669). • Clemente X, Papa (1670).	• Boyle: El químico escéptico (1661). • Fundación de la Real Sociedad de Londres (1662). • Somerset inventa la primera máquina de vapor construida (1663). • Fundación de la Cátedra Lucasiana, Universidad de Cambridge (1663). • Boyle: Experiments and Considerations Touching Colours (1664). • Hooke descubre y nombra la célula, publica Micrographia (1665). • En París el primer sistema de alumbrado public (1667). • Leeuwenhoek confirma el descubrimiento de Malpighi de la red de capilares (1668). • Newton inventa el telescopio reflector (1668). • Redi refuta la doctrina de la generación espontánea (1668). • Newton ocupa la Cátedra Lucasiana (1669). • Brand descubre el fósforo (1669).	• Solís y Rivadeneyra es nombrado Cronista mayor de Indias (1661). • Rembrandt: Los síndicos de los pañeros (1662). • Spinoza: Principios de filosofía cartesiana (1663). • Leibniz defiende su tesis Disputatio metaphysica de principio individui (1663). • Fundación de la orden religiosa de los Trapenses (1664). • Milton: Paraíso perdido (1667). • Molière: El avaro (1668). • Vermeer: El astrónomo (1668). • Le Vau inicia la construcción del Palacio de Versalles (1668). • Molière: El tartufo (1669). • Calderón de la Barca: La vida es sueño (1670). • Pascal: Pensamientos (publicación póstuma) (1670).

EVOLUCION_SEP.indb 205 28/11/12 17:18

Apéndice 4

Década	Sociedad y política	Ciencia y tecnología	Arte y humanidades
1671-1680	• El pirata H.J. Morgan ataca Panamá (1671). • Luis XIV promulga la Ordenanza Francesa de Comercio (1673). • Inocencio XI, Papa (1676). • El Parlamento inglés aprueba una ley de *habeas corpus* (1679).	• Newton presenta su trabajo sobre óptica en la RSL (1672). • Cassini descubre Rea, satélite de Saturno (1672). • Leeuwenhoek: primera descripción precisa de los glóbulos rojos en la sangre (1674). • Huygens: Las nuevas experiencias con el vacío con la descripción de máquinas que sirven para lograrlo (1674). • Construcción del Observatorio de Greenwich (1675). • Cassini descubre la "División de Cassini" entre los anillos A y B de Saturno (1675). • Boyle: Ley Boyle-Mariotte (1676). • Halley: expone su teoría de los planetas (1676). • Leeuwenhoek descubre los microrganismos (1676). • Kunkel descubre el zinc (1677). • Leeuwenhoek describe los espermatozoos de los insectos y los seres humanos (1677). • Papin inventa una olla a vapor (1679). • Halley: Catalogus stellarun australium (1679).	• Molière: El enfermo imaginario (1673). • Primera edición española ilustrada de Vida y hechos del ingenioso caballero don Quixote de la Mancha (1674). • Molinos: Guía espiritual (publicada en castellano e italiano simultáneamente) (1675). • Murillo: Jóvenes fruteras (1675). • Descubrimiento del Oráculo de Delfos en Grecia (1676). • Racine: Fedra (1677). • Purdell es nombrado músico de la Corte inglesa (1677). • Murillo: La inmaculada de Soult (1678). • Murillo: El martirio de San Andrés (1680).
1681-1690	• Francia ocupa Estrasburgo (1681). • La Salle explora la longitud del río Mississippi y reclama Luisiana para Francia (1682). • El Edicto de Fontainebleau permite la persecución de los protestantes (1685). • La Santa Liga libera la ciudad de Buda del dominio otomano (1686). • Colonos hugonotes franceses llegan a Sudáfrica (1688). • Alejandro VIII, Papa (1689). • Inglaterra: Declaración de Derechos (*Bill of Rights*). Comienzo de la monarquía parlamentaria (1689). • Abolición de la ley de Enrique IV contra la multiplicación del oro y la plata (1689). • John Strong desembarca en las islas Malvinas a las que llama Falkland (1690).	• Exterminio del último ejemplar del pájaro dodo (1681). • Papin da a conocer su olla a presión (1681). • Halley observa el cometa que lleva su apellido (1682). • Cassini descubre Tetis, satélite de Saturno (1684). • Leibniz publica el primer trabajo sobre cálculo diferencial (1684). • Redi: Osservazioni intorno agli animali viventi, donde fija las bases de la helmintología (1684). • Newton formula las leyes de la gravitación universal (1685). • Ray y Willughby describen más de 400 especies de peces en su Historia piscium (1686). • Newton: Philosophiae Naturalis Principia Mathematica (1687). • Papin inventa una máquina de émbolo y utiliza vapor de agua en lugar de aire (1690).	• Fundación en Querétaro de la Misión Santa Cruz de los Milagros, de donde partirán varios evangelizadores hacia la costa oeste de América del Norte (1683). • Lully: estrena Amadis de Gaule (ópera) (1684). • Sor Juana Ines de la Cruz: Primero sueño (1685). • Scarlatti: Olimpia vendicata (1686). • Perrault: El siglo de Luis el Grande (1687). • Locke: Ensayo sobre el entendimiento humano (1690). • Sigüenza y Góngora: Los infortunios de Alonso Ramírez (1690).
1691-1700	• Inocencio XII, Papa (1691). • Estados Unidos: Juicios de las brujas de Salem, Massachusetts (1692). • Sismo en Sicilia, 50 mil muertos (1693). • Francia: La hambruna mata a 2 millones de personas (1693). • Finlandia: La hambruna mata a casi un tercio de la población (1696). • Francia, Inglaterra y Holanda firman en Londres un nuevo reparto de los reinos españoles (1699). • España: fin de la Casa de Austria al morir Carlos II; Felipe V llegará a Madrid en 1701 (1700). • Fundación de Varcouver, Canadá (1700).	• Loubere publica un método de generación de cuadrados mágicos de orden impar (1991). • Bessy establece que hay 880 cuadrados mágicos de orden 4 (1693). • Kino recorre la costa de la hoy Baja California y hace labores de evangelización y cartográficas (1693). • Tournefort en Eléments de botanique clasifica cerca de 500 plantas basándose en la corolla (1694). • Papin: De novis quibusdam machinis, recopilación de sus inventos (1695). • Savery obtiene una patente sobre la máquina de vapor de Somerset (1698).	• Sigüenza y Góngora: Libra astronómica y filosófica (1691). • Purcell: Rey Arturo (ópera) (1691). • Pérez de Holguín: San Francisco de Asís (1693). • Sigüenza y Góngora funda el periódico Mercurio volante (1693). • La Academia Francesa publica el primer diccionario de la lengua francesa (1694). • Torreblanca: Relación histórica de Calchaqui (1696). • Betancur: Theatro mexicanos (1698). • Grigny: Libro de órgano (1699).

EVOLUCION_SEP.indb 206 28/11/12 17:18

Fuentes consultadas

Acevedo, F., *et al*. (2009). "La bioseguridad en México y los organismos genéticamente modificados: cómo enfrentar un nuevo desafío", en *Capital natural de México*. Vol. II. Estado de conservación y tendencias de cambio. México: Conabio.

Ayala, F.J. y J. Kiger Jr. (1984). *Genética moderna*. Barcelona: Omega.

Calleja , M. Comparación entre el Racionalismo y el Empirismo. [Disponible en: <http://www.llavedelsantuario.es/Spinoza/investigacion/Comparacion_entre_Racionalismo_y%20Empirismo.pdf> [Consulta: 29/01/2012].

Campillo, L., *et al*. (2005). *La biotecnología en México. Situación actual y oportunidades de negocio en América Latina*. España: Trikarty e Hiperion Biotech.

Darwin, C.R. (1980). *El Origen de las Especies Ilustrado de Charles Darwin*. Abreviado y con introducción de Richard E. Leakey. México: Consejo Nacional de Ciencia y Tecnología.

Darwin C.R. (1981). *El Origen del Hombre*. 3ª. ed. México: Editores Mexicanos Unidos.

Diario Oficial de la Federación. Ley de Bioseguridad de Organismos Genéticamente Modificados. Disponible en: <http://www.diputados.gob.mx/LeyesBiblio/pdf/LBOGM.pdf>. [Consulta: 07/02/2012].

Fontdevilla, A. y A. Moya. (2003). *Evolución: origen, adaptación y divergencia de las especies*. España: Síntesis.

Gálvez, A. y R.L. González. (2010). *Cultivos biofarmacéuticos y su posible riesgo*. Conabio. Biodiversitas. Disponible en: <http://www.biodiversidad.gob.mx/Biodiversitas/Articulos/biodiv90art2.pdf>. [Consulta: 07/02/2012].

Gonick L. y M. Wheelis. (1985). *Aprenda Divirtiéndose. Vida y reproducción. Guía humorística ilustrada*. México: Harla.

Gould, S.J. (1984). *La falsa medida del hombre*. Barcelona: Orbis. (Muy Interesante. Biblioteca de Divulgación Científica).

Hasson, E. (2006). *Evolución y selección natural*. Buenos Aires: Eudeba, (Ciencia Joven, 18).

Nason, A. (1995). *Biología*. México: Limusa.

Novoa S., *et al*. (1974). "Enfermedad de Tay Sachs". Revista Chilena de Pediatría. Vol. 45, n.m. 6. Chile.

Organización Mundial de la Salud. (2005). *Biotecnología moderna de los alimentos, salud y desarrollo humano: estudio basado en evidencias*. Suiza. Disponible en: <http://www.who.int/foodsafety/publications/biotech/biotech_sp.pdf> [Consulta: 04/02/2012].

Organización de las Naciones Unidas. *Convenio sobre Diversidad Biológica*. Disponible en: <http://www.cbd.int/doc/legal/cbd-es.pdf> [Consulta: 04/02/2012].

Piñero, D. (2001). *Reflexiones para una política sobre organismos transgénicos en México: el caso del maíz*. Comisión Nacional para el Conocimiento y Uso de la Biodiversidad. Biodiversitas. Disponible en: <http://www.biodiversidad.gob.mx/Biodiversitas/Articulos/biodiv34art2.pdf>. [Consulta 04/02/2012].

Planeta Sedna. *Racionalismo y empirismo: El pensamiento filosófico de esa época*. Disponible en: <http://www.portalplanetasedna.com.ar/ciencia_sigloXV.htm> [Consulta: 02/02/2012].

Reza, F. (2007). *Ciencia sociológica*. (2a. ed.) México, Edere.

Ruiz, R. y L. Suárez y L. (2002). *Eugenesia, herencia, selección y biometría en la obra de Francis Galton.* LLULL. Vol. 25. Sociedad Española de las Ciencias y de las Técnicas.

EVOLUCION_SEP.indb 207 28/11/12 17:18

Saber y entender. *Enciclopedia de la nueva cultura* . T. 4. El cuerpo humano. España: Rialp.
Spindler, K. (1955). *El hombre de los hielos*. Barcelona: Galaxia Gutenberg/Círculo de Lectores.
Suárez, L. (2005). *Eugenesia y racismo en México*. México: Universidad Nacional Autónoma de México, Dirección General de Estudios de Posgrado, (Colección Posgrado, 29).
Therborn, G. (1979). *¿Cómo domina la clase dominante? Aparatos de estado y poder estatal en el feudalismo, el capitalismo y el socialismo*. México: Siglo XXI Editores.
Therborn, G. (1991). *La ideología del poder y el poder de la ideología* . (3a. ed.) México: Siglo XXI Editores.
Tirado, J.R. *Comparación del racionalismo y el empirismo*. Disponible en: <http://www.profefilosofia.50webs.com/apuntes/racion-empi.doc> [Consulta el 29/01/2012].

Enlaces relacionados

http://www.cibiogem.gob.mx/Paginas/default.aspx
http://www.inmegen.gob.mx/
http://www.cnb-mexico.salud.gob.mx/
http://www.conamed.gob.mx/main_2010.php
http://www.cndh.org.mx/
http://www.inper.edu.mx/

EVOLUCION_SEP.indb 208 28/11/12 17:18

Créditos

Unidad 1

Página 17
Collage entrada de la unidad
© Edere.

Página 19
El origen de las especies
Microsiervos
Tomado de: http://www.microsiervos.com/archivo/ciencia/150-aniversario-publicacionorigen-especies.html

Página 20 (1)
Ejemplar de lobo mexicano
Wikipedia. La enciclopedia libre
Wikimedia Commons
Fotografo: Jim Clark
Fuente: U.S. Fish & Wildlife Service
Disponible en: http://commons.wikimedia.org/wiki/File:Canis_lupus_baileyi_running.jpg?uselang=es

Página 20 (2)
Perro criollo
Tomado de: http://www.veoverde.com/2011/02/obstaculos-para-ciclistas-perroscallejeros/

Página 21 (1)
Multiracialidad
Tomado de: http://www.inmegen.gob.mx/es/divulgacion/que-es-la-medicina-genomica/

Página 21 (2)
Fósil
Cosas sobre ciencia. Noticias y articulos para aquellos/as que quieran aprender algo sobre ciencia
http://javiermolinaelpajarillo.blogspot.mx/2011/02/el-mejor-eslabon-fosil-encontradoida.html

Página 23
Estructuras homólogas
Tomado de: http://www.telefonica.net/web2/paleontologiaernesto/LaHistoria/Los Fosiles/AnatomiaComparada.html

Página 24
Caballos
Wikipedia. La enciclopedia libre. Wikimedia Commons Autor: Trescastillos
Disponible en: http://commons.wikimedia.org/wiki/File:LaMirage_body07.jpg

Página 26
Mapamundi
Educared
Tomado de: http://blogs.educared.org/red-pronino/escuela59/2012/08/15/%C2%BF sabes-cual-es-el-pais-de-cada-una/mapamundi-paises/

Página 28
Aristóteles y a scala naturae
Mentes curiosas
Tomada de: http://mentescuriosas.es/tag/scala-naturae/

Página 29
Lamarck
Wikipedia. La enciclopedia libre
Wikimedia Commons
Fuente: http://www.victorianweb.org/science/darwin/rectenwald.html
Disponible en: http://commons.wikimedia.org/wiki/File:Jean-Baptiste_de_Lamarck.jpg

Página 30
Charles Lyell From Sarah Bolton's book Famous Men of Science, 1889
Wikipedia. La enciclopedia libre
Wikimedia Commons
Disponible en: http://commons.wikimedia.org/wiki/File:Bolton-lyell.jpg

Página 31 (1)
Darwin joven
Australian Museum
Nature Culture Discover
Tomado de: http://australianmuseum.net.au/image/Charles-Darwin-portrait-by-George-Richmond/

EVOLUCION_SEP.indb 209 28/11/12 17:18

Página 31 (2)
Mapamundi
Tomado de: http://fotosymapas.files.wordpress.com/2010/03/mapa-del-mundo-fisicorelieve.jpg

Página 31 (3)
HMS Beagle
Curators of the University of Missouri.
Special Collections and Rare Books
Tomado de: http://mulibraries.missouri.edu/specialcollections/exhibits/darwin/introduction.htm

Página 32 (1)
Pedigri del hombre
Wikipedia. La enciclopedia libre.
Wikimedia Commons
Disponible en: http://commons.wikimedia.org/wiki/File:Pedigree_of_man_(Haeckel_1874).jpg

Página 32 (2)
Pinzones de Darwin
Tomado de: http://dualjournal.word press.com/2008/01/22/los-pinzones-de-darwin/

Página 33
Aves en la plaza
Fanpop, Inc.
Tomada de: http://www.fanpop.com/spots/puerto-rico/images/352310/title/parquede-las-palomas-photo

Página 34
Malthus
Historia del pensamiento economico
Tomado de: http://grupo3empresa.blog spot.mx/search/label/Malthus

Página 36
Wallace y Darwin
Tomada de: http://images.search.conduit.com/ImagePreview/?q=Wallace+y+ Darwin&ctid=CT3008653&SearchSource=10&FollowOn=true&PageSource= ImagePreview&SSPV=&start=0&pos=13

Página 37
Familia de gansos
Tomada de: http://enlodevieytes.blogspot.mx/2012/02/gansos-gallaretas-garzas-y-ondas.html

Página 38
Bistón betularia obscura y clara
Wikipedia. La enciclopedia libre.
Wikimedia Commons
Autor: Виталий Гуменюк

Página 39
Ovejas Ancon
El laboratorio de Gaia
Tomado de: http://laboratoriodegaia.blog spot.mx/2011_04_01_archive.html

Página 41
Familia de gatos
Tomada de: http://www.paipaitxt.com/r5436455

Página 46
Hugo de Vries
Wikipedia. La enciclopedia libre.
Wikimedia Commons
Disponible en: http://es.wikipedia.org/wiki/Archivo:Hugo_de_Vries.jpg

Página 49
Imágenes (3) barroco
Entrada Sagrario metropolitano
Tomada de: http://viviryconocermexico.wordpress.com/2011/06/22/descubriendo-elcentro-historico-de-df-primera-parte/

Templo Santa Clara Querétaro
Tomada de: http://tripwow.tripadvisor.com/slideshow-photo/templo-de-santaclara-by-travelpod-member-collback-queretaro-mexico.html?sid=13615722&fid=tp-3

Roma, Villa Borghese, Galleria Borghese, facciata
Wikipedia. La enciclopedia libre.
Fuente: fotografia propia
Dispnible en: http://commons.wikimedia.org/wiki/File:GalleriaBorghese.jpg?uselang=es

EVOLUCION_SEP.indb 210 28/11/12 17:18

Unidad 2

Página 67
Collage entrada de la unidad
© Edere.

Página 72 (1)
Gregor Johann Mendel
Tomado de: http://agrega.educacion.es/galeriaimg/53/es_20071227_ 1_5049584/es_20071227_1_5049584_captured.jpg

Página 72 (2)
Cromosoma
Tomado de: http://recursostic.edu cacion.es/ciencias/biosfera/web/alumno/4ESO/genetica1/contenidos4.htm

Página 72 (3)
Gen (filamento ADN)
Tomado de: http://terroralternativo.blogspot.mx/2011/05/descubren-en-gen-alternativo-de-la.html

Página 73
Colores de ojos
Tomada de http://secretosdemaquillaje.com/maquillaje-para-diferentes-colores-deojos/

Página 74
Caracteres seleccionados por Mendel
Bioprofe 4. Biologia y geologia.
Blog de Manuel Antonio de Medina Moreno
Tomado de: http://bioprofe4.blogspot.mx/2010/11/problemas-de-genetica.html

Página 79
Cruza dihíbrida.
© Felipe Alcantara. © Edere.

Página 80 (1)
Cuadro cruza dihibrida
© Edere.

Página 80 (2)
Cuadro de Punnet RrYy,
© Edere.

Página 81
Gametos de meiosis de primera generación
© Felipe Alcantara. c Edere.

Página 82
Entrecruzamiento de segunda generación
© Edere.

Página 87 (1)
Estructura helicoidal
Enhancing Theology
Tomada de: http://www.enhancingtheo logy.org/2012/04/synthetic-biology-is-there-life-beyond.html

Página 87 (2)
Cromosoma y ADN
Tecno Logic Spain
Tomada de: http://tecnologicspain.blog spot.mx/2011/03/nace-un-bebe-liberado-de-un-gen-que.html

Página 93
Cromatida
c profesorenlinea.cl
Disponible en: http://www.google.com.mx/imgres?imgurl=http://www.profe sorenlinea.

Página 98
Fenotipo
Modificado de: <ftp://fmvz.uat.edu.mx/Genetica/6%20GENETICA%20CUANTITATIVA/2%20LEY%20DE%20HW.pdf>

Unidad 3

Página 117
Collage entrada de la unidad
© Edere.

Páginas 129-132
Tomado de http://www.biodiversidad.gob.mx/Biodiversitas/Articulos/biodiv 90art2.pdf

EVOLUCION_SEP.indb 211 28/11/12 17:18

Página 135
Yersinia pestis wayson
Wikipedia. La enciclopedia libre.
Wikimedia Commons
Autor: U.S. Center for Disease Control
Disponible en: http://es.wikipedia.org/wiki/Archivo:Yersinia_pestis_wayson.jpg

Página 136
Vacas y ternero
Ecologiablog
Tomada de: http://www.ecologiablog.com/post/3701/estados-unidos-amtrak-estrena-tren-que-se-alimenta-debiocombustible-hecho-con-subproductos-de-ganado

Página 147
Gusano rosado
BioUnalm
Tomado de: http://www.biounalm.com/2010/03/monsanto-detecta-gusano-rosado.html

Página 148
Árpád Pusztai
Opirg Brock
Tomada de: http://www.opirgbrock.org/2009/01/the-glare-from-pomme-de-terre-saturday.html

EVOLUCION_SEP.indb 212 28/11/12 17:18