|  |  |
| --- | --- |
| Título del guion | La evolución y la diversidad biológica |
| Código del guion | CN\_09\_03\_CO |
| Descripción | La evolución biológica explica el origen de la vida y su diversificación. ¿Cómo se ha llegado a la variedad de formas de vida actual? Conoce las teorías evolutivas. |

[SECCIÓN 1] **1. El origen de la vida**

La **evolución biológica** explica la transformación que ha experimentado la vida en nuestro planeta desde sus orígenes hasta hoy. Conocer las distintas propuestas evolutivas y cuáles se consideran aún válidas te ayudará a comprender la gran variedad de seres vivos que pueblan la Tierra.

Para entender la evolución biológica hay que partir primero de cómo se originó la vida misma. La Tierra se formó hace unos 4550 millones de años, y existe evidencia de fósiles de bacterias en rocas muy antiguas, que sugieren que la vida comenzó hace por lo menos 3500 millones de años. Hay cinco propuestas de cómo surgió la vida en la Tierra.

|  |  |
| --- | --- |
| **Profundiza: recurso nuevo** | |
| **Código** | CN\_09\_03\_CO\_REC10 |
| **Título** | Las hipótesis sobre el origen de la vida |
| **Descripción** | Interactivo para conocer las tres hipótesis naturales más famosas sobre el origen de la vida |

[SECCIÓN 2] **1.1 La hipótesis de la generación espontánea**

Antiguamente, el origen de la vida se explicaba por medio de lahipótesis **de la generación espontánea**, propuesta por el filósofo griego Aristóteles, que planteaba que la vida surgía de forma natural a partir de materia orgánica en descomposición, de materia inorgánica o de una combinación de ambas. Esta idea se basaba en observaciones que la gente hacía de forma rutinaria, como por ejemplo, la “aparición” de gusanos en el fango o de moscas en la carne en descomposición.

El italiano **Francesco Redi**, en el siglo XVII, fue el primer científico que cuestionó esta teoría. Realizó un experimento en el que introdujo trozos de carne en frascos de cristal, algunos de cuáles tapó, mientras que a los otros los dejó destapados. Al cabo de unos días comprobó que solo aparecían larvas de mosca en los frascos destapados. Esto se debía a que las moscas habían tenido acceso al interior de los frascos y habían depositado sus huevos, y demostraba que las larvas no aparecían espontáneamente a partir de la carne. Así se invalidaba la idea de la generación espontánea, aunque muchas personas continuaron creyendo en ella.

Más adelante, en el siglo XIX, Louis Pasteur llevó a cabo la demostración que derrumbaría definitivamente la idea de la generación espontánea. El científico francés comprobó, mediante un experimento, que los microorganismos presentes en el aire son los que descomponen los medios de cultivo, pues con recipientes esterilizados, en los que no entraba el aire, los medios de cultivo se mantenían intactos indefinidamente. Concluyó entonces que todo ser vivo provenía de otro ser vivo.

|  |  |
| --- | --- |
| **Imagen (fotografía, gráfica o ilustración)** | |
| **Código** | CN\_09\_01\_CO\_IMG01 |
| **Descripción** | Rostro de Louis Pasteur |
| **Código Shutterstock (o URL o la ruta en AulaPlaneta)** | 242815735 |
| **Pie de imagen** | Pasteur demostró experimentalmente que la idea de la generación espontánea es falsa. También creó el proceso conocido como pasteurización, y mostró que las enfermedades infecciosas se deben a la presencia de microorganismos. |

|  |  |
| --- | --- |
| **Practica: recurso aprovechado** | |
| **Código** | CN\_09\_03\_CO\_REC20 |
| **Ubicación en Aula Planeta** | 4° ESO/Biología y geología/La evolución biológica/El origen de la vida/ ¿Qué es la teoría de la generación espontánea? |
| **Cambio (descripción o capturas de pantallas)** | Cambiar el texto de dos de los contenedores.  Se cambia “El primer científico que cuestionó la teoría de la generación espontánea…” por “El primer científico que cuestionó la hipótesis de la generación espontánea…”  Se cambia: “Se argumentaba la teoría de la generación espontánea debido a…” por “Se argumentaba la hipótesis de la generación espontánea debido a…” |
| **Título** | La generación espontánea |
| **Descripción** | Actividad para reconocer las características de la hipótesis de la generación espontánea |

[SECCIÓN 2] **1.2 La hipótesis de la panspermia**

El químico sueco Svante A. Arrhenius propuso, a fines del siglo XIX, que hay gérmenes de vida en todo el cosmos que pudieron llegar a la Tierra, de tal manera que la vida se habría originado en el espacio exterior. Aunque él no fue el primero en proponer esta idea, sí la hizo más popular. Esta propuesta se conoce con el nombre de **panspermia**, y se desarrolló debido a que hay quienes consideran que el tiempo que pasó entre el momento en que la Tierra se hizo habitable y en el que apareció la vida, no fue suficiente para que surgiera algo tan complejo como una célula.

Hay evidencia de que moléculas orgánicas, como aminoácidos, pueden estar contenidas en los meteoritos, y se han hecho experimentos que prueban que esporas de bacterias pueden sobrevivir en condiciones extremas en el espacio hasta por seis años, protegidas de la radiación ultravioleta. Esto hace pensar que dentro de un meteorito pueden estar las condiciones adecuadas para que un microorganismo sobreviva y llegue a la Tierra.

Un gran inconveniente de esta propuesta es que no resuelve el problema inicial de cómo surgió la vida, simplemente se limita a decir que vino de otro lugar. Además, aún no hay evidencia concluyente para apoyar la hipótesis.

|  |  |
| --- | --- |
| **Imagen (fotografía, gráfica o ilustración)** | |
| **Código** | CN\_09\_01\_CO\_IMG02 |
| **Descripción** | Fotografía de Svante Arrhenius |
| **Código Shutterstock (o URL o la ruta en AulaPlaneta)** | http://banco.aulaplaneta.com/foto/f9ad6042-af08-44b4-9965-dc752d60d994 |
| **Pie de imagen** | Svante A. Arrhenius fue un físico y químico sueco. En 1906 formuló la hipótesis de la panspermia, según la cual la vida se propagaría por el espacio en forma de esporas. |

[SECCIÓN 2] **1.3 La abiogénesis**

En 1924, el bioquímico ruso Aleksandr Ivánovich Oparin formuló la hipótesis sobre el origen de la vida más aceptada actualmente. Él propuso que dicho origen se dio a partir de la **evolución** gradual de moléculas basadas en carbono. Esta idea se conoce como **abiogénesis**.

La abiogénesis se basa en la existencia de unas moléculas conocidas como **coacervados**, que se sabe tienden a agruparse y formar estructuras más complejas, movidas solo por fuerzas electromagnéticas. Dichas moléculas podrían haber formado estructuras cada vez más grandes y complicadas, hasta constituir las primeras células.

Esta hipótesis se apoya en el hecho de que las características de la **atmósfera primitiva** de la Tierra eran muy diferentes a las actuales: alta temperatura, gran incidencia de radiación ultravioleta y abundantes descargas eléctricas. Los experimentos han demostrado que en estas condiciones los elementos se unen formando **moléculas orgánicas** (es decir, con un armazón o esqueleto de carbono), mientras se puedan mover libremente, como cuando están en el agua. Debido a la gran energía disponible, se podían dar con relativa facilidad **reacciones químicas** en las cuales las moléculas se unían y formaban otras cada vez más grandes, como las proteínas o los ácidos nucleicos.

|  |  |
| --- | --- |
| **Imagen (fotografía, gráfica o ilustración)** | |
| **Código** | CN\_09\_01\_CO\_IMG03 |
| **Descripción** | La Tierra primitiva |
| **Código Shutterstock (o URL o la ruta en AulaPlaneta)** | Hacer una imagen de la Tierra primitiva, con mares, volcanes y rayos. Que sea similar a una combinación de esto:  <http://2.bp.blogspot.com/_cFUl96eiH0s/Sb_fc0b1T7I/AAAAAAAAACM/-zkqzVX24tc/s1600/superficie-primitiva.jpg>  <http://danielmarin.naukas.com/files/2013/06/VenusExpressSeq21H11.jpg> |
| **Pie de imagen** | La Tierra primitiva era un lugar muy violento, con abundantes tormentas eléctricas, vulcanismo y sin una capa atmosférica densa que la protegiera de la radiación ultravioleta. |

Eventualmente, en los mares y lagos del planeta se acumularon grandes cantidades de moléculas orgánicas; a esto se le llamó el **caldo primitivo**.Aquí, las moléculas se unieron en diversas estructuras, algunas de ellas cerradas y que podían contener otras moléculas, incluyendo **enzimas**, proteínas capaces de favorecer reacciones químicas. A estas estructuras Oparin las llamó **coacervados**. Las enzimas contenidas en los coacervados tendrían la capacidad de estimular y dirigir la síntesis de otras moléculas similares; en otras palabras, fueron capaces de reproducirse. Al hacer **copias** de sí mismos, diferentes características se podrían añadir a las nuevas moléculas, y después de mucho tiempo, formaron las primeras **células**.

Años más tarde, en 1953, los químicos estadounidenses **Stanley Miller**y**Harold Clayton Urey**demostraron que, en efecto, se podían formar moléculas orgánicas a partir de los gases de la atmósfera primitiva, a temperaturas elevadas, debido a la acción de las descargas eléctricas de las tormentas y de la luz ultravioleta del Sol. Simularon las condiciones de la atmósfera primitiva mediante un aparato que les permitió ver la formación de muchos compuestos precursores de la mayoría de las biomoléculas, dando así un fuerte respaldo empírico a la idea de los coacervados.

|  |  |
| --- | --- |
| **Imagen (fotografía, gráfica o ilustración)** | |
| **Código** | CN\_09\_01\_CO\_IMG04 |
| **Descripción** | Experimento sobre el origen de la vida |
| **Código Shutterstock (o URL o la ruta en AulaPlaneta)** | 4° ESO/Biología y geología/La evolución biológica/Cuaderno de estudio/Sección 1: El origen de la vida/Imagen 2  Modificar el texto de la imagen. Cambiar: “grifo para extraer muestras durante el experimento” por: “llave para extraer muestras durante el experimento”. |
| **Pie de imagen** | El experimento de Miller y Urey recreó en el laboratorio las condiciones de la Tierra primitiva, y mostró que en esas condiciones se pueden crear espontáneamente moléculas orgánicas. |

|  |  |
| --- | --- |
| **Profundiza: recurso aprovechado** | |
| **Código** | CN\_09\_03\_CO\_REC30 |
| **Ubicación en Aula Planeta** | 4° ESO/Biología y geología/La evolución biológica/El origen de la vida/El origen y la evolución de la vida |
| **Cambio (descripción o capturas de pantallas)** | Cambiar el audio por uno con acento latino.  **Ficha del profesor**  **Antes de la presentación**  Realice unas preguntas antes de ver la animación, para que los estudiantes reflexionen sobre el experimento que van a observar. Algunas de estas pueden ser:  -¿Qué importancia puede tener para la ciencia la evidencia del surgimiento de las primeras moléculas orgánicas mediante un experimento científico?  -¿Qué instrumentos de laboratorio creen que deben utilizarse en dicho experimento?  -¿Qué se propone demostrar con estos elementos?  **Después de la presentación**  Pida a los estudiantes comparen lo que explica la animación con las opiniones que expusieron previamente.  Después de realizar el experimento se obtuvieron aminoácidos sencillos como la glicina. Pida a los estudiantes que expliquen por qué creen que este experimento puede descifrar el origen de la vida en la Tierra.  Le sugerimos como actividad complementaria que relacione este experimento con la constante búsqueda por parte de la NASA de agua en otros planetas. ¿Por qué es tan importante para la vida que haya agua?  Como ampliación, puede sugerir que busquen si sería posible la existencia de vida con otras bases químicas diferentes a las de la Tierra, es decir basada en un elemento distinto a aquel que conforma el cuerpo de todos los organismos de este planeta: el carbono. Por ejemplo, ver si la vida podría basarse en el silicio. El silicio tiene varias características compartidas con el [carbono](https://es.wikipedia.org/wiki/Carbono), como estar en la misma familia 14, no ser metal propiamente dicho, poder construir compuestos parecidos a las enzimas ([zeolitas](https://es.wikipedia.org/wiki/Zeolita)), otros compuestos largos con oxígeno ([siliconas](https://es.wikipedia.org/wiki/Silicona)) y poseer los mismos cuatro enlaces básicos. Adicionalmente es, después del oxígeno, el elemento más abundante en la Tierra. Se encuentra en forma combinada con otros elementos en la arena, las arcillas del suelo y el cuarzo, entre otros.  Amplíe la información sobre el origen de la vida en las páginas web de la Gran Enciclopedia Planeta [ver].  (http://recursos.cnice.mec.es/biosfera/alumno/4ESO/evolucion/2origen\_quimico\_vida.htm)  (https://www.youtube.com/watch?v=7HZXF1BiXvU)  Si desea aprender más sobre el origen químico de la vida, puede consultar la página web del Proyecto Biosfera del Ministerio de Educación, Cultura y Deporte de España [ver]  (http://recursos.cnice.mec.es/biosfera/alumno/4ESO/evolucion/2origen\_quimico\_vida.htm).  Asimismo, puede leer el artículo “Un genio de la biología”, del 5 de enero de 2012, del blog Simetrías, del diario *El País*, en donde se explica cómo se descubrió el proceso por el que las moléculas se convirtieron en células eucariotas [ver].  (http://blogs.elpais.com/simetrias/2012/01/un-genio-de-la-biolog%C3%ADa.html)  **Ficha del estudiante**  **El experimento de Miller y Urey**  En las primeras décadas del siglo XX, los científicos querían demostrar que la vida en la Tierra no se había originado a partir de otras formas de vida provenientes de otros planetas o meteoritos, sino a partir de moléculas conformadas por elementos inertes.  En 1922, el bioquímico ruso Alexandr Ivánovich Oparin propuso una innovadora hipótesis. Defendía que los aminoácidos de las primeras moléculas orgánicas se habían formado a partir de una reacción entre los gases de la atmósfera primitiva, provocada por las descargas eléctricas procedentes de las tormentas y por la luz ultravioleta de los rayos solares.  Durante más de treinta años, esta solo fue una hipótesis más. Sin embargo, en 1953, los químicos estadounidenses Stanley Miller y Harold Clayton Urey, demostraron que era posible. Para ello realizaron un experimento en el que simulaban las condiciones químicas que se daban en la Tierra primigenia, y consiguieron la formación espontánea de aminoácidos, o biomoléculas, bajo dichas condiciones.  Según esta hipótesis, la atmósfera de la Tierra primigenia estaba compuesta por vapor de agua y otros gases como el hidrógeno, el metano y el amoniaco, pero no tenía oxígeno. Además, existían ciertas condiciones como:  - Temperatura muy elevada.  - Radiación solar intensa (sobre todo de rayos ultravioleta).  - Abundantes tormentas eléctricas.  - Fuerte actividad volcánica.  La combinación de estas condiciones con los gases predominantes en la atmósfera provocó las reacciones químicas que originaron los primeros aminoácidos, como la glicina.  Estas biomoléculas se fueron acumulando durante millones de años y formaron lo que Oparin llamó el “**caldo primitivo**”.En un determinado momento, las moléculas que formaban ese caldo adquirieron la capacidad de reproducirse y encerrarse en pequeñas gotas o coacervados. La unión de coacervados dio lugar a las primeras células, y a partir de aquí se formaron los primeros microorganismos.  Amplía la información sobre el origen químico de la vida en la página web del Proyecto Biosfera del Ministerio de Educación, Cultura y Deporte de España [ver]  (http://recursos.cnice.mec.es/biosfera/alumno/4ESO/evolucion/2origen\_quimico\_vida.htm).  También puedes ver estos videos:  (https://www.youtube.com/watch?v=7HZXF1BiXvU  https://www.youtube.com/watch?v=WqK-T46foO0)  Además, puedes leer el artículo “Un genio de la biología”, del 5 de enero de 2012, del blog Simetrías, del diario *El País*, en donde se explica cómo se descubrió el proceso por el que las moléculas se convirtieron en células eucariotas [ver].  (http://blogs.elpais.com/simetrias/2012/01/un-genio-de-la-biolog%C3%ADa.html) |
| **Título** | El experimento de Miller y Urey |
| **Descripción** | Animación para reconocer la importancia del experimento de Miller y Urey en la comprensión del origen de la vida |

|  |  |
| --- | --- |
| **Practica: recurso nuevo** | |
| **Código** | CN\_09\_03\_CO\_REC40 |
| **Título** | La generación espontánea, la panspermia y la abiogénesis |
| **Descripción** | Actividad para diferenciar y clasificar las características de las hipótesis acerca del origen de la vida |

[SECCIÓN 2] **1.4 Consolidación**

Actividad para consolidar lo que has aprendido en esta sección.

|  |  |
| --- | --- |
| **Practica: recurso nuevo** | |
| **Código** | CN\_09\_03\_CO\_REC50 |
| **Título** | Refuerza tu aprendizaje: El origen de la vida |
| **Descripción** | Actividad para analizar las hipótesis del origen de la vida |

[SECCIÓN 1] **2 La evolución biológica**

La **evolución biológica** es la transformación progresiva y gradual de las primeras formas de vida en otras distintas y, a veces, más complejas. Esta transformación se ha desarrollado a lo largo de muchos años y ha dado lugar a la gran diversidad de seres vivos que hoy habitan nuestro planeta.

De acuerdo con la teoría de la evolución, todos los organismos comparten un **ancestro común**, que vivió en el pasado. Por ejemplo, los seres humanos y los chimpancés compartimos un ancestro común que existió hace aproximadamente cinco millones de años.

|  |  |
| --- | --- |
| **Imagen (fotografía, gráfica o ilustración)** | |
| **Código** | CN\_09\_03\_CO\_IMG05 |
| **Descripción** | El gorila |
| **Código Shutterstock (o URL o la ruta en AulaPlaneta)** | 4° ESO/Biología y geología/La evolución biológica/Cuaderno de estudio/Sección 1: El origen de la vida/Primera imagen |
| **Pie de imagen** | Los gorilas son primates que pertenecen a la familia de los homínidos. Comparten con el ser humano un 98 % de su ADN. |

|  |  |
| --- | --- |
| **Destacado** | |
| **Título** | **La evolución y la complejidad** |
| **Contenido** | La evolución de la vida no siempre lleva a la aparición de especies más avanzadas o complejas. Simplemente, permite el surgimiento de diferentes tipos de especies, e incluso variantes dentro de una misma especie.  Esto significa que la evolución no tiene un propósito implícito ni una direccionalidad hacia la cual se dirigen todos los seres vivos. Simplemente, es el cambio de los organismos para adaptarse mejor a su ambiente. |

La **evolución** permite comprender, en términos científicos, por qué hay organismos con características morfológicas, de comportamiento y funcionamiento tan diferentes, y también por qué los organismos que existen en la actualidad son diferentes a los que habitaron la Tierra en el pasado distante. De hecho, todos los conocimientos, teorías y descubrimientos biológicos se enmarcan dentro de la **teoría evolutiva**. Por eso se dice que la evolución es el gran principio unificador de la biología.

|  |  |
| --- | --- |
| **Imagen (fotografía, gráfica o ilustración)** | |
| **Código** | CN\_09\_03\_CO\_IMG06 |
| **Descripción** | Los dinosaurios |
| **Código Shutterstock (o URL o la ruta en AulaPlaneta)** | 4° ESO/Biología y geología/La evolución biológica/Cuaderno de estudio/Sección 2: Las teorías sobre la evolución /primera imagen |
| **Pie de imagen** | Los dinosaurios son animales que habitaron la Tierra durante el periodo Mesozoico. Se calcula que desaparecieron hace unos 65 millones de años, antes de la aparición del ser humano en el planeta. |

|  |  |
| --- | --- |
| **Imagen (fotografía, gráfica o ilustración)** | |
| **Código** | CN\_09\_03\_CO\_IMG07 |
| **Descripción** | Los trilobites |
| **Código Shutterstock (o URL o la ruta en AulaPlaneta)** | 347694056 |
| **Pie de imagen** | Los trilobites fueron un grupo de artrópodos que existieron hace más o menos 540 millones de años, y sus fósiles son los más abundantes y conocidos. Habitaron aguas dulces y marinas. |

Sin embargo, aunque la idea de la evolución es muy común hoy en día, es una teoría relativamente joven. Antes se daba por hecho que los organismos permanecían estables en el tiempo, e incluso cuando se plantearon las primeras ideas evolutivas, estas eran diferentes.

Las distintas posturas sobre este tema pueden clasificarse en dos grupos: las **hipótesis** **creacionistas**, que explican el origen y desarrollo de la vida a partir de una intervención divina, y las **hipótesis** **evolucionistas**, que explican la evolución de una manera científica.

|  |  |
| --- | --- |
| **Profundiza: recurso nuevo** | |
| **Código** | CN\_09\_03\_CO\_REC60 |
| **Título** | Las diferentes posturas sobre la evolución biológica |
| **Descripción** | Interactivo para entender las distintas posturas y propuestas relacionadas con la evolución biológica |

[SECCIÓN 2] **2.1 Las hipótesis creacionistas**

La visión **creacionista** del origen de las especies defiende una intervención divina en la creación de los organismos. De esta visión surgieron dos corrientes: el **fijismo** y el **catastrofismo**.

[SECCIÓN 3] **2.1.1 El fijismo**

Uno de los fijistas más importantes fue el sueco Carl von Linnaeus, naturalista del siglo XVIII, que estableció la manera moderna de clasificar a los seres vivos. Él supuso que las especies eran entidades **fijas**, es decir, que no cambiaban, y por tanto todas las especies existentes se habían formado desde el principio.

El **fijismo** defiende que:

* + Las especies son **inmutables**, es decir, invariables, y permanecen tal como fueron **creadas** al principio de los tiempos. Los **fósiles** se consideran especies extintas, que desaparecieron por causas diversas y no tenían relación con los seres actuales.
  + Los descendientes **no tienen variación**. Toda la descendencia permanece invariable conservando las características de la especie tal como ha sido creada.

El fijismo supone entonces que las especies han sido creadas de manera separada, sin que el origen de una dependa de otra. Aunque esta es una postura que ha sido descartada por la ciencia, existen muchas personas que aún la defienden con base en sus creencias religiosas.

|  |  |
| --- | --- |
| **Imagen (fotografía, gráfica o ilustración)** | |
| **Código** | CN\_09\_01\_CO\_IMG08 |
| **Descripción** | Carl von Linnaeus |
| **Código Shutterstock (o URL o la ruta en AulaPlaneta)** | 81844204 |
| **Pie de imagen** | Linnaeus, también llamado Carlos Linneo, fue un fijista como la mayoría de la gente de su época. Sin embargo, hizo importantes aportes a la biología, como su sistema para asignar nombres a las especies. |

[SECCIÓN 3] **2.1.2 El catastrofismo**

La hipótesis del **catastrofismo** surgió de la geología para explicar los cambios de la corteza terrestre con el transcurso del tiempo (cambios geológicos), a través de **eventos fuertes** y **catastróficos**, como un terremoto o el impacto de un meteorito. Su principal impulsor fue el naturalista francés Georges Cuvier, durante el siglo XIX.

El **catastrofismo** defendía que:

* + La Tierra sufre grandes **catástrofes** que extinguen las especies y promueven la aparición de otras nuevas.
  + La existencia de los **fósiles** se debe a que son los cuerpos de **especies extintas** que se mantenían inalteradas hasta que ocurría una de estas catástrofes, que las hacía desaparecer.

Es importante notar que si bien el catastrofismo aceptaba la aparición de especies nuevas (cosa que no hace el fijismo), no es una hipótesis evolucionista, pues esas nuevas especies no se consideraban descendientes de las anteriores, es decir, no serían producto de la evolución de otros seres vivos. El catastrofismo surgió para darle un sustento científico a las ideas creacionistas. Incluso, hubo quienes lo asociaron con el relato del diluvio universal que aparece en el libro del Génesis, de la Biblia.

|  |  |
| --- | --- |
| **Imagen (fotografía, gráfica o ilustración)** | |
| **Código** | CN\_09\_01\_CO\_IMG09 |
| **Descripción** | Pintura que muestra a George Cuvier |
| **Código Shutterstock (o URL o la ruta en AulaPlaneta)** | http://banco.aulaplaneta.com/foto/05c989a0-d03a-41ed-892e-f5d7602e7c1e |
| **Pie de imagen** | El barón de Cuvier es el fundador de la anatomía comparada y la paleontología. Defendió la extinción y aparición de especies como el resultado de una serie de catástrofes naturales. |

|  |  |
| --- | --- |
| **Practica: recurso aprovechado** | |
| **Código** | CN\_09\_03\_CO\_REC40 |
| **Ubicación en Aula Planeta** | 4 ° ESO/Biología y geología/Cuaderno de estudio/La evolución biológica/El origen de la vida/Las teorías sobre la evolución biológica/Clasifica los conceptos sobre fijismo y catastrofismo |
| **Cambio (descripción o capturas de pantallas)** | Cambiar la instrucción, para que diga:  Ubica en el lugar correspondiente los conceptos relacionados con estas dos hipótesis sobre el origen de la diversidad biológica  Cambiar las siguientes opciones de respuesta:  “Basada en el génesis” por “Relato del diluvio”  “Fósil: esp. Extinguida” por “”Sin nuevas especies” |
| **Título** | El fijismo y el catastrofismo |
| **Descripción** | Actividad para comparar y diferenciar las ideas propuestas por las teorías del fijismo y el catastrofismo |

[SECCIÓN 2] **2.2 Las hipótesis evolucionistas**

Las ideas **evolucionistas** comenzaron a aparecer en el siglo XIX. Su característica común es que rebaten las visiones creacionistas, aunque cada una aporta sus matices. Se basan en el planteamiento de que, dado que los ambientes cambian, los organismos deben evolucionar para permanecer adaptados al ambiente en el que viven.

[SECCIÓN 3] **2.2.1 El transformismo**

A comienzos del siglo XIX, el naturalista francés Jean-Baptiste Lamarck, y el inglés Erasmus Darwin (abuelo de Charles Darwin) propusieron la **hipótesis transformista**, de manera independiente y casi simultánea, aunque tradicionalmente esta se le atribuye a Lamarck. El **transformismo** planteaba que los seres vivos más complejos surgieron a partir de la transformación de unos más sencillos.

Esta hipótesis surgió a partir de los hallazgos de **fósiles** de organismos primitivos en capas antiguas de la **corteza terrestre**. Los científicos notaron que en esas capas solo había organismos antiguos, ya extintos, y no aparecían los seres vivos actuales. Además, comprobaron que a medida que investigaban capas más recientes, encontraban también formas más modernas de seres vivos.

Según el trabajo de Lamarck, todas las especies animales, incluido el ser humano, son descendientes de otras especies. Esta hipótesis defendía cuatro postulados:

* La **tendencia innata** al **perfeccionamiento** de los organismos. Todos los seres vivos tienden a hacerse más complejos y a perfeccionarse, lo que les permite adaptarse a ambientes muy diversos.
* La **ley del uso** y **desuso** de los **órganos**. El medio ambiente que rodea a los organismos influye sobre el desarrollo de sus órganos. Así, los órganos más usados por los seres para adaptarse se desarrollan más, y, en cambio, los menos usados se atrofian o desaparecen. De este modo, se **modifica** la **estructura corporal** de los organismos.
* La **función crea el órgano**. Si los cambios ambientales originan necesidades nuevas en los organismos, estos pueden desarrollar órganos totalmente nuevos.
* La **herencia de los caracteres adquiridos**. Los caracteres que se han adquirido por el uso y el desarrollo de los órganos se transmiten a la descendencia.

|  |  |
| --- | --- |
| **Imagen (fotografía, gráfica o ilustración)** | |
| **Código** | CN\_09\_03\_CO\_IMG10 |
| **Descripción** | Secuencia de cuatro imágenes de jirafas comiendo hojas de un árbol, con el cuello cada vez más largo |
| **Código Shutterstock (o URL o la ruta en AulaPlaneta)** | 4° ESO/Biología y geología/La evolución biológica/Cuaderno de estudio/El origen de la vida/Sección 2.2.1 Las teorías sobre la evolución – Las teorías evolucionistas – La teoría de Lamarck/única imagen |
| **Pie de imagen** | Lamarck afirmaba que una larga época de sequía obligó a las jirafas a comer hojas de los árboles en vez de hierba, y, en consecuencia, a estirar su cuello para poder alcanzarlas. Este hábito habría provocado un alargamiento que se heredó a las siguientes generaciones. |

La hipótesis de Lamarck fue muy aceptada inicialmente, y se mantuvo vigente hasta fines del siglo XIX, pero luego se comprobó que era errónea. Aunque se llevaron a cabo muchos intentos para demostrar la herencia de los caracteres adquiridos, ninguno dio resultado.

La experiencia diaria también refuta este planteamiento: si, por ejemplo, una pareja de humanos de piel clara se expone por mucho tiempo al sol, el color original de su piel cambiará. Sin embargo, sus hijos no nacerán con un color de piel más oscuro.

[SECCIÓN 3] **2.2.2 La teoría de la selección natural**

La teoría de la **selección natural** fue propuesta de manera independiente y simultánea por los británicos **Charles Darwin** y **Alfred Wallace** a mediados del siglo XIX. Sin embargo, estas ideas solo llamaron la atención del público general cuando Darwin publicó su libro *El origen de las especies*. Además, Darwin trabajó en su teoría más tiempo que Wallace, y la tenía mucho más desarrollada, lo que hizo que su nombre sea hoy mucho más conocido.

|  |  |
| --- | --- |
| **Imagen (fotografía, gráfica o ilustración)** | |
| **Código** | CN\_09\_03\_CO\_IMG11 |
| **Descripción** | Fotografía de Charles Darwin |
| **Código Shutterstock (o URL o la ruta en AulaPlaneta)** | 4° ESO/Biología y geología/La evolución biológica/Cuaderno de estudio/Sección 2.2 Las teorías sobre la evolución – Las teorías evolucionistas/primera imagen |
| **Pie de imagen** | Darwin es el evolucionista más conocido, gracias a sus invaluables aportes al entendimiento de la evolución biológica. |

|  |  |
| --- | --- |
| **Profundiza: recurso nuevo** | |
| **Código** | CN\_09\_03\_CO\_REC80 |
| **Título** | La evolución por selección natural |
| **Descripción** | Interactivo que permite comprender los aspectos fundamentales de la evolución por selección natural |

La **teoría de la selección natural** explica cómo ocurre la evolución. Tiene varios postulados fundamentales:

* Las **características** de los seres vivos se heredan a sus descendientes.
* Hay una **variabilidad innata** en la **descendencia** de los individuos, producida al azar. Esto significa que los organismos se parecen a sus padres, pero no son exactamente iguales.
* Los seres vivos producen una descendencia muy **numerosa**, más de la que puede sobrevivir.
* Existe la **supervivencia del más apto**: los individuos mejor adaptados a su medio ambiente viven más tiempo y se reproducen más.

A partir de estos postulados se explica cómo evolucionan los seres vivos y se generan nuevas especies. Los distintos descendientes de un organismo serán similares, pero con diferencias. Algunos de estos estarán mejor adaptados que los demás en uno o varios aspectos relevantes: pueden ser más hábiles para obtener alimento, huir de los depredadores o conseguir pareja. Estos organismos tendrán una **ventaja competitiva** que les permitirá vivir más tiempo y reproducirse más que aquellos menos adaptados. Dado que las características se heredan, la siguiente generación de organismos tendrá más individuos con la ventaja competitiva. Con el tiempo, todos los individuos tendrán la característica ventajosa, por lo que la población habrá **evolucionado**.

|  |  |
| --- | --- |
| **Imagen (fotografía, gráfica o ilustración)** | |
| **Código** | CN\_09\_03\_CO\_IMG12 |
| **Descripción** | Cabeza y pico de cinco aves y debajo pinzas |
| **Código Shutterstock (o URL o la ruta en AulaPlaneta)** | 4° ESO/Biología y geología/La evolución biológica/ Cuaderno de estudio/Sección 2.2.2 Las teorías sobre la evolución - Las teorías evolutivas – La teoría de la selección natural/única imagen |
| **Pie de imagen** | Darwin estudió la morfología del pico de algunas especies de pinzones de las islas Galápagos. Notó que los diferentes tipos de picos eran adaptaciones a distintos tipos de alimentación, que actúan como pinzas especializadas en la clase de semillas de la isla en la que vive cada especie. |

En 1831, Darwin realizó una expedición de cinco años a bordo del barco HMS Beagle, en el cual le dio la vuelta al mundo y conoció muchos lugares de gran riqueza biológica, como las islas Galápagos. En su viaje recolectó ejemplares dela flora y la fauna de los lugares que visitaba, y a partir de ellos estudió la variación de las formas de las especies. Las similitudes encontradas en los organismos de islas diferentes le sirvieron para imaginar que estos podrían provenir de un **ancestro común**.Las conclusiones a las que llegó después de varios años de trabajo fueron publicadas en su obra *El origen de las especies*, y se pueden resumir en los siguientes principios:

* Las especies que comparten características iguales o parecidas han evolucionado a partir de un **ancestro común**.
* Las especies evolucionan de forma **paralela** y **gradual**. Es un cambio que no se detiene nunca en la naturaleza, y que acaba da como resultado la aparición de nuevas especies.
* La evolución de las especies se basa en el proceso de **selección natural**, por el cual sobreviven más los **organismos más aptos**. Estos dejarán mayor descendencia y, por tanto, prevalecerán sobre el resto de individuos de su especie.
* Las **condiciones locales** del ambiente determinan cómo evoluciona una especie, por lo que la evolución no tiene una dirección predeterminada, y los organismos no necesariamente evolucionan a formas más complejas.

|  |  |
| --- | --- |
| **Profundiza: recurso aprovechado** | |
| **Código** | CN\_09\_03\_CO\_REC90 |
| **Ubicación en Aula Planeta** | 4 ° ESO/Biología y geología/Cuaderno de estudio/La evolución biológica/El origen de la vida/Las teorías sobre la evolución/La teoría sobre la selección natural |
| **Cambio (descripción o capturas de pantallas)** | Cambiar el audio por uno con acento latino.  Cambiar el título de la pestaña “Léxico” por “Vocabulario”  Cambiar las definiciones en la pestaña vocabulario. Quedan así:  Evolución: proceso mediante el cual las especies cambian a través del tiempo para dar lugar a otras con características diferentes, y a variaciones dentro de la misma especie.  Selección natural: mecanismo que permite una mayor reproducción de los individuos de una población biológica, que están mejor adaptados a un ambiente determinado.  Lamarquismo: hipótesis evolutiva que propone que las especies surgen por cambios morfológicos que las adaptan mejor al ambiente, y que estos cambios se transmiten a sus descendientes.   * Caracteres adquiridos: características que los organismos obtienen durante su vida para adaptarse al ambiente en el que viven. * Variabilidad genética: conjunto de variaciones que existe en el material genético de una especie o población. * Adaptación biológica: proceso de cambio que se da en las características de una especie y que sirve para aumentar sus probabilidades de sobrevivir. * Especiación: proceso que lleva a la formación de nuevas especies mediante la acumulación de cambios en el material genético de especies existentes. * Darwinismo: teoría evolutiva que propone que los organismos tienen una variabilidad genética sobre la que actúa la selección natural, lo que hace que sobrevivan y perduren los que son más aptos al ambiente.   **Ficha del profesor**  **Objetivo**  Este interactivo, con video incluido, sirve para comprender las características de las islas Galápagos, lugar donde atracó Charles Darwin durante su travesía a bordo del HMS Beagle, y que en parte le ayudó para desarrollar su teoría de la selección natural.  **Propuesta**  Después de observar el video, se proponen una serie de actividades complementarias para trabajar sobre Darwin y la teoría de la selección natural.  **Durante la presentación**  Primero muestre el video a los estudiantes. Después puede realizar varias actividades didácticas asociadas:  - Comprensión: haga las preguntas, pida que las respondan y recoja las respuestas. Vuelva a presentar el video para comprobar si las respuestas son correctas:  A continuación encontrará las respuestas a las preguntas del recurso.   * Darwin realizó observaciones de los pinzones pero ¿cómo llegó de la observación a la deducción de la teoría de la selección natural?   Darwin llegó a la selección natural tras observar cómo los pinzones se habían adaptado a las diferentes islas mediante la especialización de su pico, según su tipo de alimentación. De ahí pudo deducir que había una selección de los individuos más aptos para la alimentación que ofrecía cada ambiente.   * ¿Qué diferencias existen entre el lamarquismo y el darwinismo?   La diferencia se centra en la forma de explicar cómo se da la evolución. El darwinismo propone por primera vez como base para la evolución a la selección natural, mientras que el lamarquismo se basaba en los caracteres adquiridos.   * Darwin usó como precursor del cambio de las especies a la adaptación al ambiente propuesta por Lamarck, ¿por qué creen que no rechazó esta idea?   Darwin no rechazó la idea de Lamarck porque todavía no se conocía que la base de la variación de los organismos se debía a mutaciones al azar.  - Vocabulario: los términos propuestos permiten trabajar los conceptos mencionados en el video y otros relacionados.   * Muestre primero los términos y pida a los estudiantes que intenten definirlos lo más rápidamente posible.     - Investiga: se proponen dos preguntas para que los estudiantes busquen información relacionada con la travesía del HMS Beagle y lo que supuso la teoría de la evolución en la actualidad científica de mediados del siglo XIX.  **Después de la presentación del video**  Divida a los estudiantes en grupos de dos o tres y pida a cada grupo que busque un ejemplo de algún organismo que se haya adaptado a su ambiente mediante la selección natural y, si es posible, que los organismos seleccionados pertenezcan a especies que estén presentes en la región o al menos en el país.    Puede ampliar la información en el portal sobre Darwin creado por el diario *El Mundo*, donde tratan su biografía, su viaje a bordo del viaje del HMS Beagle y sus teorías [ver].  (http://www.elmundo.es/especiales/2009/02/ciencia/darwin/index.html)  También puede consultar el Gran Artículo Temático sobre su figura [ver]  (http://aulaplaneta.planetasaber.com/encyclopedia/default.asp?idreg=8117&ruta)  y un texto sobre sus aportes como impulsor del evolucionismo [ver]  (http://aulaplaneta.planetasaber.com/theworld/gats/article/default.asp?art=59&pk=896&UserName), en la página web de la Gran Enciclopedia Planeta. Por último, profundice sobre la teoría de la selección natural en este enlace de Visionlearning [ver].  (http://www.visionlearning.com/es/library/Biologia/2/Charles-Darwin-I/110)  **Ficha del estudiante**  **Charles Darwin y la teoría de la selección natural**  En 1831, el naturalista inglés Charles Darwin inició una travesía, que duró cerca de cinco años, en el barco hidrográfico de investigación HMS Beagle. El viaje lo llevó por la Patagonia y la Tierra del Fuego, al sur de América, y por algunas islas del océano Pacífico, como las Galápagos. En la parada que realizó en este lugar, comparó la flora y la fauna de las islas con la que había conocido en el continente y llegó a la conclusión de que la evolución de las especies se producía por la selección natural.  Las observaciones de Darwin se plasmaron en su libro *El origen de las* *especies*. Esta obra, publicada en 1859, causó un gran impacto en toda la comunidad científica y no científica de la época y dio a conocer el darwinismo o su teoría sobre la selección natural.  Las observaciones de Darwin en las islas Galápagos lo llevaron a afirmar que:  - Una especie de ave de la costa oriental tenía características diferentes a otros miembros de su misma especie de la costa occidental.  - Una misma especie presentaba cambios graduales en diferentes lugares de la costa, los cuales tenían condiciones ambientales ligeramente distintas, como por ejemplo el tipo de vegetación.  - En las islas se encontraban especies de plantas y animales diferentes a las que había en el continente.  Los datos recopilados lo llevaron a explicar cómo cambian las especies en el tiempo. Esto se debe a que:  - Los individuos de una población tienen características diferentes, es decir, no son todos exactamente iguales en cuanto a tamaño, comportamiento, fisiología, entre otros factores.  - Dichas características diferentes pueden transmitirse a su descendencia, o sea que son heredables.  - Los individuos dejan más descendientes que los que pueden sobrevivir con los recursos que ofrece el entorno donde viven.  - Las características que tienen los individuos que aumentan su éxito reproductivo, serán transmitidas a su descendencia con una mayor probabilidad que las que no incrementan dicho éxito.  En síntesis, la explicación está basada en cuatro aspectos básicos que incluyen: la variación, la herencia, la mayor producción y ventajas en la reproducción.  **La evolución por selección natural**  Darwin defendía que la selección natural favorece a las parejas que tienen más descendencia como una medida de su mayor capacidad de adaptación al ambiente, lo que les permite sobrevivir y reproducirse.  Esta evolución por selección natural se basaba en los siguientes postulados:  - Los individuos de una población tienen características diferentes, es decir, no son todos exactamente iguales en cuanto a tamaño, comportamiento, fisiología, entre otros aspectos.  - Dichas características diferentes pueden transmitirse a su descendencia, o sea que son heredables.  - En la naturaleza, todas las especies procrean más descendencia de la necesaria para perpetuarse.  - El número de individuos permanece casi constante y con pocas variaciones. Este hecho explica que solo sobreviven las especies mejor adaptadas al ambiente o las más aptas, por lo que el planeta no ha experimentado un crecimiento desmesurado de ninguna especie.  - El factor que evita esa superpoblación es la selección natural, que actúa sobre la variabilidad de los individuos de una especie para favorecer a los mejor adaptados. Como no todos los individuos son exactamente iguales, las diferencias que se van transmitiendo por herencia acaban por crear nuevas especies a lo largo del tiempo.  Amplía la información en el portal sobre Darwin creado por el diario *El Mundo*, donde tratan su biografía, su viaje a bordo del HMS Beagle y sus teorías [ver]  (http://www.elmundo.es/especiales/2009/02/ciencia/darwin/index.html).  También puedes consultar el Gran Artículo Temático de la Gran Enciclopedia Planeta sobre su figura [ver]  (http://aulaplaneta.planetasaber.com/encyclopedia/default.asp?idreg=8117&ruta),  y un texto sobre su aporte como impulsor del evolucionismo. Por último, puedes profundizar sobre la teoría de la selección natural en este enlace de Visionlearning [ver]  (http://aulaplaneta.planetasaber.com/theworld/gats/article/default.asp?art=59&pk=896&UserName)  (http://www.visionlearning.com/es/library/Biologia/2/Charles-Darwin-I/110) |
| **Título** | Charles Darwin y la teoría de la selección natural |
| **Descripción** | Interactivo con animación para explicar la teoría de la selección natural que propuso Darwin tras su viaje en el HMS Beagle |

|  |  |
| --- | --- |
| **Practica: recurso aprovechado** | |
| **Código** | CN\_09\_03\_CO\_REC100 |
| **Ubicación en Aula Planeta** | 4 ° ESO/Biología y geología/Cuaderno de estudio/La evolución biológica/El origen de la vida/Las teorías sobre la evolución biológica/Distingue las diferencias entre las teorías de Lamarck y Darwin |
| **Cambio (descripción o capturas de pantallas)** | Los seres vivos desarrollan ciertos órganos o estos se degeneran, según su mayor o menor uso, respectivamente.  En lugar de: Los seres vivos desarrollan ciertos órganos de forma positiva o negativa según su mayor o menor uso, respectivamente.  La adaptación al ambiente determina la selección de los individuos que están preparados para sobrevivir.  En lugar de: La adaptación al medio determina la selección de los individuos que están preparados para sobrevivir. |
| **Título** | Las diferencias entre los planteamientos de Lamarck y de Darwin |
| **Descripción** | Actividad para comparar los planteamientos de Lamarck y de Darwin |

**[SECCIÓN 2] 2.3 Las pruebas que sustentan la evolución biológica**

Hay una serie de evidencias que permiten demostrar la realidad de la evolución biológica. Estas son pruebas de que las especies cambian con el tiempo, y de que los organismos modernos comparten ancestros comunes. Existen evidencias de varios tipos:

Las **pruebas paleontológicas** surgen del estudio de los fósiles presentes en los sedimentos y rocas de la corteza terrestre. Los organismos fosilizados son diferentes a los existentes actualmente, además, el registro muestra que los diversos grupos de organismos no aparecieron en la Tierra simultáneamente. Si así hubiera sido, como lo propone el creacionismo, se encontrarían fósiles de todos estos grupos en una misma capa de la corteza terrestre, ya que cada capa corresponde a un periodo diferente.

También es notable que el orden en el que aparecen los fósiles muestra cambios graduales en las estructuras, y corresponde a las teorías acerca de la evolución de los distintos grupos, siendo los fósiles más antiguos aquellos de los organismos más primitivos, ancestros de los seres vivos modernos.

|  |  |
| --- | --- |
| **Destacado** | |
| **Título** | Los fósiles |
| **Contenido** | Los **fósiles** son restos de organismos que vivieron en el pasado y que por procesos naturales se conservaron en antiguos depósitos de rocas sedimentarias. La ciencia que estudia los fósiles se denomina **paleontología**. |

|  |  |
| --- | --- |
| **Imagen (fotografía, gráfica o ilustración)** | |
| **Código** | CN\_09\_03\_CO\_IMG13 |
| **Descripción** | Fósil de un dinosaurio con alas |
| **Código Shutterstock (o URL o la ruta en AulaPlaneta)** | 4° ESO/Biología y geología/La evolución biológica/Cuaderno de estudio /Sección 3: Las pruebas de la evolución/primera imagen |
| **Pie de imagen** | El fósil de *Archaeopteryx lithographica* es prueba del origen reptiliano de las aves, al presentar características tanto de los dinosaurios como de las aves modernas, teniendo dientes afilados, dedos con garras y plumas. |

Las **pruebas biogeográficas** se basan en el estudio de la distribución geográfica de las especies. Se ha encontrado que los organismos que viven en áreas cercanas comparten más características entre sí, y a su vez difieren más de aquellos que se encuentran en lugares lejanos. Este hecho apoya la idea de que las especies cambian para adaptarse al **ambiente** en el que viven; además, es de esperarse que las especies que descienden de un ancestro común tengan hábitats similares.

Las **pruebas anatómicas** surgen del estudio del cuerpo de los organismos. Sus estructuras reflejan su adaptación al ambiente en el que habitan, y permiten establecer relaciones de parentesco entre ellos. Dentro de estas se distinguen:

* + Los **órganos homólogos**: se refieren a un mismo órgano que puede presentar apariencia y función diferente en distintas especies, pero conserva una estructura básica similar. Esto ocurre cuando el órgano proviene de un antepasado común.
  + Los **órganos análogos**: son aquellos que tienen funciones similares pero una estructura interna diferente, debido a que tienen un origen evolutivo distinto. Esto ocurre porque bajo las mismas exigencias medioambientales se pueden generar, mediante la selección natural, procesos evolutivos similares.
  + Los **órganos vestigiales**: son órganos homólogos que no tienen ninguna función actualmente, pero la tuvieron en el pasado. Existen porque fueron heredados de un ancestro en el cual sí cumplían una función, que se perdió cuando la especie evolucionó.

|  |  |
| --- | --- |
| **Imagen (fotografía, gráfica o ilustración)** | |
| **Código** | CN\_09\_03\_CO\_IMG14 |
| **Descripción** | Brazo humano y alas de insecto y murciélago |
| **Código Shutterstock (o URL o la ruta en AulaPlaneta)** | Combinar las imágenes CN\_09\_01\_CO\_REC50\_img07 y CN\_09\_01\_CO\_REC50\_img08, mostrando las dos alas y un brazo humano. En el ala de murciélago deben aparecer los huesos. Una línea que une las dos alas tiene un texto que dice “analogía”, y otra une el ala de murciélago con la mano humana, y tiene el texto “homología”. |
| **Pie de imagen** | Alas pájaro, insecto y patas. |

Las **pruebas embriológicas** tienen su origen en el estudio del desarrollo embrionario de los organismos, en particular, de los animales. Cuando el **embrión** de un vertebrado se empieza a formar, tiene una apariencia primitiva, común a todas las especies de vertebrados. Solo a medida que se desarrolla, el embrión toma la forma del animal que le corresponde. Esta similitud en las primeras etapas se debe a que se comparte un **origen evolutivo**, y en los genes de los vertebrados está la información para desarrollar una forma básica de embrión, que posteriormente se modifica. Por ejemplo, en etapas tempranas se puede detectar una cola en los embriones humanos, debido a que nuestros ancestros lejanos tenían esa estructura.

|  |  |
| --- | --- |
| **Imagen (fotografía, gráfica o ilustración)** | |
| **Código** | CN\_09\_03\_CO\_IMG15 |
| **Descripción** | Embriones de cuatro animales |
| **Código Shutterstock (o URL o la ruta en AulaPlaneta)** | 243774694 |
| **Pie de imagen** | Los embriones de los vertebrados son muy similares entre sí en las etapas tempranas de desarrollo. |

Las **pruebas moleculares** surgen del estudio de las distintas **moléculas** que componen los organismos. Estas serán más parecidas en tanto más cercanía evolutiva exista entre los seres vivos en los que se encuentren.

Por ejemplo, la molécula de hemoglobina, presente en la sangre de los vertebrados, varía en las distintas especies. La hemoglobina humana se diferencia de la de la gallina en un 24 % de sus aminoácidos, pero solo en un 16,3 % de la hemoglobina del perro. Esto se entiende al tener en cuenta que humanos son evolutivamente más cercanos a los perros que a las gallinas, pues ambos seres son mamíferos.

Aún más claras son las similitudes en el ADN. El hombre comparte el 98,9 % de sus genes con el chimpancé, con el que está muy relacionado. En cambio, comparte menos de la mitad de sus genes, tan solo un 40 %, con el gusano nematodo *Caenorhabditis elegans*.

|  |  |
| --- | --- |
| **Profundiza: recurso nuevo** | |
| **Código** | CN\_09\_03\_CO\_REC110 |
| **Título** | Las pruebas de la evolución |
| **Descripción** | Interactivo que permite reconocer y analizar las pruebas que apoyan la teoría evolutiva |

[SECCIÓN 2] **2.3 Consolidación**

Actividades para consolidar lo que has aprendido en esta sección.

|  |  |
| --- | --- |
| **Practica: recurso nuevo** | |
| **Código** | CN\_09\_03\_CO\_REC120 |
| **Título** | Refuerza tu aprendizaje: La evolución biológica |
| **Descripción** | Actividad para analizar las distintas posturas con respecto a la evolución biológica |

|  |  |
| --- | --- |
| **Practica: recurso nuevo** | |
| **Código** | CN\_09\_03\_CO\_REC130 |
| **Título** | Refuerza tu aprendizaje: Las pruebas de la evolución biológica |
| **Descripción** | Actividad para analizar las pruebas de la evolución biológica |

[SECCIÓN 1] **3 La teoría sintética de la evolución o neodarwinismo**

La **teoría sintética de la evolución**, también llamada **síntesis evolutiva moderna** o simplemente **neodarwinismo**, se postuló hacia 1940 por la conjunción de ideas y trabajos de varios científicos. Defiende la teoría de la selección natural y las ideas propuestas por Darwin en *El origen de las especies*, pero las enriquece con conocimientos de la genética moderna, la paleontología y la bioquímica. Así, explica la evolución a causa de las mutaciones y otros procesos genéticos.

El neodarwinismo se basa en **cuatro principios** esenciales:

* Las **mutaciones genéticas**, que se producen al azar, determinan las variaciones en el material genético de las especies. Entre los organismos sexuales, el intercambio de genes durante la meiosis también produce variabilidad.
* La **variabilidad genética** se refiere a la diversidad de rasgos genéticos presentes en una población.
* La **selección natural** influye en la variabilidad genética, ya que hace que se mantengan aquellas variaciones que facilitan la adaptación de los individuos al medio.
* La diferenciación entre las poblaciones y su distinta adaptación al medio da lugar a la **especiación**, es decir, a la formación de nuevas especies.

El entendimiento de los procesos genéticos ha complementado la teoría evolutiva. La variación entre los organismos se debe a las diferencias en su ADN, el cual se transmite a sus descendientes. Las **mutaciones**, que son procesos aleatorios, aumentan la variabilidad de una población generando **nuevas características**, algunas de las cuales pueden aumentar la probabilidad del organismo de **vivir** o de **reproducirse**. Cuando esto ocurre, los genomas alterados se hacen más comunes en la siguiente generación, por lo que la especie se va alterando, es decir, va **evolucionando**.

Además de las mutaciones, en los seres con reproducción sexual la variabilidad aumenta por el proceso conocido como **entrecruzamiento**, en el cual se intercambian genes de forma aleatoria durante la **meiosis**.

También, hay que entender que cuando surgen características que resultan dañinas para el organismo, estas son eliminadas por la selección natural. Así, si una población está bien adaptada a un ambiente que es estable, la selección natural propiciará el mantenimiento de las características de la especie.

La teoría sintética de la evolución fue ampliamente aceptada desde sus inicios, y se extendió por todas las ramas de la biología al unificar muchas de sus áreas de estudio.

|  |  |
| --- | --- |
| **Profundiza: recurso nuevo** | |
| **Código** | CN\_09\_03\_CO\_REC140 |
| **Título** | La teoría sintética de la evolución biológica |
| **Descripción** | Interactivo para comprender los aspectos básicos de la teoría sintética de la evolución |

|  |  |
| --- | --- |
| **Practica: recurso nuevo** | |
| **Código** | CN\_09\_03\_CO\_REC150 |
| **Título** | La relación entre el darwinismo y el neodarwinismo |
| **Descripción** | Actividad que permite relacionar los postulados del darwinismo y el neodarwinismo |

[SECCIÓN 2] **3.1 Los planteamientos evolutivos modernos**

Durante el siglo XX se han propuesto otras teorías e hipótesis para explicar la evolución, que buscan complementar y explicar algunos aspectos del neodarwinismo. Hay que notar que estos nuevos planteamientos no refutan la teoría sintética de la evolución como un todo, tampoco la selección natural y mucho menos la evolución biológica, sino que buscan ampliar la teoría o corregir algunos puntos específicos.

|  |  |
| --- | --- |
| **Profundiza: recurso nuevo** | |
| **Código** | CN\_09\_03\_CO\_REC160 |
| **Título** | Las nuevas ideas evolutivas |
| **Descripción** | Interactivo que permite reconocer la existencia de planteamientos que complementan y mejoran la teoría sintética de la evolución |

[SECCIÓN 3] **3.1.1 El neutralismo**

El **neutralismo**, formulado por el biólogo y matemático japonés Motoo Kimura a finales de los años sesenta, propone que la mayoría de los cambios evolutivos a nivel molecular son adaptativamente **neutros**, es decir, que no implican una mejor o peor adaptación al ambiente.

Según los neutralistas, muchas de las mutaciones en los genes producen proteínas que no funcionan ni peor ni mejor que sus predecesoras, por lo que no generan una mayor o menor adaptación del organismo. Por tanto, estas **mutaciones neutrales** no serán favorecidas ni eliminadas por la **selección natural**.

Sin embargo, las mutaciones neutrales sí pueden aumentar o disminuir en una población por cuestiones **aleatorias**, haciendo también que la especie **evolucione**.

Por ejemplo, si un desastre natural elimina a una gran cantidad de individuos que no tienen alguna mutación neutral determinada, esta se hará más común en la población, pero no porque aporte alguna ventaja, sino porque muchos de los organismos que la poseen tuvieron la suerte de no fallecer en el desastre. También podría ocurrir lo contrario, que los organismos mutantes sean los que mueren, disminuyendo así la presencia en la población de la mutación neutral en cuestión.

Esta selección por razones aleatorias se conoce como **selección neutral**. El neutralismo no niega la existencia de la selección natural, pero afirma que en la evolución también existe la selección neutral, y que esta juega un papel importante.

[SECCIÓN 3] **3.1.2 El equilibrio puntuado**

Otra de las hipótesis que actualmente se está estudiando es la del **equilibrio puntuado**. Fue propuesta por los paleontólogos estadounidenses Niles Eldredge y Jay Gould en 1972, quienes afirman que las especies no evolucionan de forma lenta y constante, sino que, de hecho, no presentan cambios o tan solo acumulan pequeñas modificaciones durante largos periodos (miles o millones de años). Cuando evolucionan, los cambios evolutivos se dan rápidamente, y esto da lugar a la formación de nuevas especies.

Eldredge y Gould también opinan que las especies evolucionan de manera ramificada, dando como resultado varias especies descendientes, que a su vez se ramifican o se extinguen. No habría entonces una sucesión lineal en la que una especie que da origen a otra, como normalmente se asume en la teoría sintética.

|  |  |
| --- | --- |
| **Imagen (fotografía, gráfica o ilustración)** | |
| **Código** | CN\_09\_03\_CO\_IMG16 |
| **Descripción** | Varios fósiles de braquiópodos |
| **Código Shutterstock (o URL o la ruta en AulaPlaneta)** | http://banco.aulaplaneta.com/foto/923ebf16-5b4b-4c16-866c-d5ec003bbca5 |
| **Pie de imagen** | El registro fósil es discontinuo y ha dado lugar a la teoría evolutiva del equilibrio puntuado, según la cual los cambios producidos en una población se concentran en periodos relativamente cortos de tiempo, separados por largos periodos en que no se producen cambios importantes. |

|  |  |
| --- | --- |
| **Profundiza: recurso nuevo** | |
| **Código** | CN\_09\_03\_CO\_REC170 |
| **Título** | El neutralismo y el equilibrio puntuado |
| **Descripción** | Actividad para identificar las características del neutralismo y del equilibrio puntuado |

|  |  |
| --- | --- |
| **Practica: recurso nuevo** | |
| **Código** | CN\_09\_03\_CO\_REC180 |
| **Título** | La evolución en la actualidad |
| **Descripción** | Actividad para recordar y afianzar los conocimientos acerca de las teorías evolutivas actuales |

[SECCIÓN 2] **3.2 Consolidación**

Actividades para consolidar lo que has aprendido en esta sección.

|  |  |
| --- | --- |
| **Practica: recurso nuevo** | |
| **Código** | CN\_09\_03\_CO\_REC190 |
| **Título** | Refuerza tu aprendizaje: La teoría sintética de la evolución |
| **Descripción** | Actividad para analizar la teoría sintética de la evolución y las propuestas complementarias |

[SECCIÓN 1] **4 La especiación**

La **especiación** es el proceso mediante el cual se generan una o varias **especies nuevas** a partir de una ya existente. Este proceso implica la aparición de diferencias entre los organismos de una población, suficientes como para ocasionar su separación definitiva.

La especiación se ha dado durante aproximadamente 3500 millones de años y es lo que ha producido la diversidad de organismos que han existido y que hay actualmente.

|  |  |
| --- | --- |
| **Profundiza: recurso nuevo** | |
| **Código** | CN\_09\_03\_CO\_REC200 |
| **Título** | La formación de nuevas especies |
| **Descripción** | Interactivo que permite identificar las condiciones necesarias para la especiación |

Hay dos formas principales de especiación: en la primera, llamada **evolución filética** o **anagénesis**, una especie se convierte en otra a medida que evoluciona. Cuando se han acumulado suficientes cambios, se puede considerar que la especie original ha desaparecido, y ha sido reemplazada por una nueva

La segunda forma de evolución, llamada **cladogénesis**, es la más importante en biología, y consiste en la bifurcación de una especie, es decir, su separación en dos especies diferentes.

Se considera que se ha formado una nueva especie por cladogénesis cuando hay una población cuyos individuos se cruzan entre sí, pero no con los de otras poblaciones, y mantienen su propia identidad, diferenciada de la de los individuos de otros grupos.

Para que se produzcan nuevas especies por cladogénesis tienen que combinarse dos procesos: el **aislamiento** de las poblaciones y la **divergencia genética**.

* El **aislamiento de las poblaciones** significa que los miembros de dos o más poblaciones distintas no pueden reproducirse entre sí. Una población aislada del resto evolucionará de manera distinta, porque se interrumpe el intercambio genético, es decir, las mutaciones que surjan en una población no se compartirán con las demás. El aislamiento puede ser geográfico o reproductivo.
* El **aislamiento** **geográfico** se produce porque las poblaciones de una misma especie quedan **separadas** por alguna barrera física, como un mar, una cordillera o la lava de un volcán.
* Durante el **aislamiento no geográfico**, las especies habitan la misma región, pero no se reproducen por diferentes razones, como diferencias comportamentales o incompatibilidad de gametos. Así, si los organismos de dos poblaciones se aparean en épocas distintas, no se cruzarán. Estas poblaciones estarán aisladas reproductivamente, pero no geográficamente. También puede ocurrir que dos organismos sí se apareen, pero las células sexuales o gametos no puedan fusionarse para formar un nuevo organismo, o al hacerlo este no pueda desarrollarse, o el organismo producido sea estéril.
* La **divergencia genética** significa que el genoma de las poblaciones se hace diferente, ya sea por **mutaciones** o por entrecruzamiento.

Cuando una población está aislada de otra y diverge genéticamente, los cambios se pueden acumular hasta el punto en el que ya no puedan reproducirse entre sí. En ese punto conformarán especies diferentes, que con el tiempo pueden hacerse más y más diferentes.

Si hay divergencia genética pero no aislamiento reproductivo, los cambios genéticos en una población se compartirán con la otra a través de la reproducción, y seguirán siendo la misma especie. Así mismo, si hay aislamiento pero no divergencia genética, las poblaciones no cambiarán, y en el momento en el que se reencuentren podrán aparearse sin problemas, por lo que tampoco se habrá formado una especie nueva.

En las poblaciones con **reproducción asexual** no se puede hablar de aislamiento reproductivo, pero sí de aislamiento geográfico. La separación geográfica lleva a la generación de nuevas especies debido a que las poblaciones separadas van a sufrir diferentes mutaciones para adaptarse a sus respectivos ambientes.

|  |  |
| --- | --- |
| **Destacado** | |
| **Título** | La hibridación |
| **Contenido** | La**hibridación** es el cruce entre organismos de especies diferentes. Normalmente, las especies distintas no pueden cruzarse entre sí, y cuando lo hacen sus descendientes son **estériles**, por lo que no se forma una nueva especie. Las mulas, por ejemplo, son cruces de individuos de la especie de los caballos (*Equus ferus caballus*) y la especie de los burros (*Equus africanus asinus*), pero las mulas son estériles, por lo que no pueden generar descendientes que conformen una especie de mulas.  Aunque es un hecho extremadamente raro, es posible que el cruce de dos especies genere híbridos fértiles. Si esto ocurre, se forma una nueva especie, siendo entonces la hibridación una tercera forma de especiación. |

|  |  |
| --- | --- |
| **Practica: recurso nuevo** | |
| **Código** | CN\_09\_03\_CO\_REC210 |
| **Título** | El mecanismo de la especiación |
| **Descripción** | Actividad para organizar cronológicamente los eventos que llevan a la creación de nuevas especies |

|  |  |
| --- | --- |
| **Practica: recurso aprovechado** | |
| **Código** | CN\_09\_03\_CO\_REC220 |
| **Ubicación en Aula Planeta** | 4° ESO/Ciencias/Biología y geología/La evolución biológica/Cuaderno de estudio/La especiación/Conoce cómo se forma una especie |
| **Cambio (descripción o capturas de pantallas)** | Cambiar las siguientes preguntas:  ¿Es posible la especiación por hibridación de dos especies diferentes? Por:  ¿La hibridación es una forma de especiación?  ¿Cuál de los siguientes procesos genera una nueva especie? Por:  ¿Cuál o cuáles de los siguientes casos llevaría a la generación de una nueva especie?  El levantamiento de una cordillera.  Una glaciación.  No encontrar compañero para aparearse.  La invasión por una especie exótica.  En la pregunta ¿Cómo podemos saber si dos poblaciones separadas entre sí han dado lugar a especies diferentes?, cambiar la respuesta que dice “Si no se obtiene descendencia fértil” por “Si no pueden dar descendencia fértil al cruzarse”.  Incluir una nueva pregunta:  ¿Cuál o cuáles de los siguientes mecanismos generarían nuevas especies en organismos que se reproducen sexualmente?  Condiciones climáticas cambiantes.  Aislamiento reproductivo.  Separación geográfica.  Mutaciones somáticas. |
| **Título** | Conoce cómo se forma una especie |
| **Descripción** | Actividad para distinguir diversos aspectos de la formación de especies |

[SECCIÓN 2] **4.1 La diversificación de la vida: entre la especiación y la extinción**

Las distintas especies que habitan la Tierra provienen de otras diferentes que existieron en el pasado, a través de un proceso de descendencia con modificación, es decir, de un **proceso evolutivo**. La **especiación** a partir de unas pocas especies originales produjo el gran número de especies que se conocen actualmente, esto se conoce como **diversificación**.

Pero en la naturaleza no solo se forman nuevas especies, sino que también desaparecen, en un proceso conocido como **extinción**. La extinción de una especie se puede dar por diversas causas, como contaminación o destrucción del hábitat, enfermedades, desastres naturales, o un depredador demasiado agresivo. En cualquier caso, para que una especie se considere extinta deben haber muerto todos sus miembros.

|  |  |
| --- | --- |
| **Destacado** | |
| **Título** | Las extinciones y el ser humano |
| **Contenido** | La extinción es un proceso común, que ha ocurrido desde el inicio de la vida. Se calcula que el 99 % de las especies que alguna vez existieron en la Tierra están extintas hoy en día. No obstante, la tasa de extinción de especies ha aumentado por la acción del ser humano, principalmente por la contaminación y la destrucción de hábitat de los organismos. Además, la desaparición de una especie puede implicar la de otras relacionadas, por ejemplo, la desaparición de una planta puede extinguir el animal que la consume. |

|  |  |
| --- | --- |
| **Imagen (fotografía, gráfica o ilustración)** | |
| **Código** | CN\_09\_03\_CO\_IMG17 |
| **Descripción** | Mapa de extinciones de especies de vertebrados |
| **Código Shutterstock (o URL o la ruta en AulaPlaneta)** | http://banco.aulaplaneta.com/mapa/38f45ce6-3686-4187-b6fa-6649f3442e16 |
| **Pie de imagen** | En el mapa se muestra la cantidad de extinciones de vertebrados registradas desde 1600 hasta 2004. La mayoría fueron provocadas por actividades humanas, de forma directa o indirecta. |

La cantidad de especies existentes determina la **diversidad biológica**, y depende de la relación entre la especiación y la extinción. Si la tasa de especiación es mayor a la de la extinción, la diversidad aumenta, y si es menor, disminuye.

En términos generales, en la historia de la vida en la Tierra el patrón ha sido un **incremento global de la diversidad**, lo que significa que ha habido una tendencia a que los porcentajes de especiación sean mayores que los de extinción. Uno de los eventos que abrió más oportunidades a la especiación y, por tanto, al surgimiento de muchas más especies, fue la **colonización de la Tierra**, desde el agua.

No obstante, los registros fósiles indican que han existido varias **extinciones masivas** en las que una gran cantidad de especies desaparecen; en la mayoría de los casos no se sabe con certeza por qué. La extinción masiva más famosa fue la que acabó con los dinosaurios y que se produjo por el impacto de un gran meteorito contra la Tierra; sin embargo, esta no ha sido la extinción más grande.

Hay registro de al menos otras cuatro extinciones masivas; durante una de ellas, ocurrida hace 250 millones de años, entre los periodos Pérmico y Triásico, mucho antes de la era de los dinosaurios, desaparecieron cerca del 95 % de las especies existentes.

Actualmente se conocen casi 1,8 millones de especies, pero se calcula que pueden existir aproximadamente unos 33 millones.

|  |  |
| --- | --- |
| **Profundiza: recurso nuevo** | |
| **Código** | CN\_09\_03\_CO\_REC230 |
| **Título** | La diversificación biológica |
| **Descripción** | Interactivo que permite comprender la relación entre la especiación y la extinción, responsable de la diversificación biológica |

|  |  |
| --- | --- |
| **Practica: recurso nuevo** | |
| **Código** | CN\_09\_03\_CO\_REC240 |
| **Título** | La especiación y la extinción |
| **Descripción** | Actividad para reconocer y diferenciar las características de la especiación y la extinción |

[SECCIÓN 2] **4.2 Consolidación**

Actividad para consolidar lo que has aprendido en esta sección.

|  |  |
| --- | --- |
| **Practica: recurso nuevo** | |
| **Código** | CN\_09\_03\_CO\_REC250 |
| **Título** | Refuerza tu aprendizaje: La especiación |
| **Descripción** | Actividad para analizar diversos aspectos de la especiación, la extinción y la diversidad biológica |

[SECCIÓN 1] **5 Competencias**

Pon a prueba tus capacidades y aplica lo aprendido con estos recursos.

|  |  |
| --- | --- |
| **Practica: recurso aprovechado** | |
| **Código** | CN\_09\_03\_CO\_REC260 |
| **Ubicación en Aula Planeta** | 4° ESO/Biología y geología/La evolución biológica/Competencias: comprobación de la teoría de la selección natural |
| **Cambio (descripción o capturas de pantallas)** | Realiza la siguiente actividad. Cuando termines, envíala dando clic. Si es necesario, entrega tus respuestas por escrito.  Esta actividad debe asignarse como tarea, o bien entregarse por escrito o enviarse por correo electrónico. |
| **Título** | Competencias: simulación del mecanismo de la selección natural |
| **Descripción** | Actividad que permite comprobar los aspectos fundamentales del mecanismo de la selección natural |

|  |  |
| --- | --- |
| **Practica: recurso aprovechado** | |
| **Código** | CN\_09\_03\_CO\_REC270 |
| **Ubicación en Aula Planeta** | 4° ESO/Biología y geología/La evolución biológica/Competencias: análisis de las distintas pruebas evolutivas |
| **Cambio (descripción o capturas de pantallas)** | **Tarea**  Procedimiento:  Es recomendable que trabajes en grupos de cinco personas.  1. Elige un tipo de pruebas evolutivas. Cada miembro del grupo deberá encargarse de un tipo y buscar información sobre este:  - Pruebas paleontológicas.  - Pruebas biogeográficas.  - Pruebas anatómicas.  -Pruebas embriológicas.  - Pruebas bioquímicas.  2. Busca información sobre la prueba evolutiva que has elegido y explica en qué consiste.  3. Pon un ejemplo para que resulte más fácil de entender y busca imágenes que lo ilustren.    4. Pon en común la información recopilada con tus compañeros y explica en qué consiste la prueba que has analizado.  5. Escucha a tus compañeros, ya que todos deben comprender la base de las diferentes pruebas evolutivas existentes.  Después de la puesta en común de la investigación realizada debes valorar todas las pruebas evolutivas existentes y elaborar un pequeño mural para mostrarlas. Selecciona imágenes que las ejemplifiquen y escribe una explicación breve de cada una. |
| **Título** | Competencias: análisis de las distintas pruebas evolutivas |
| **Descripción** | Actividad para investigar y analizar las pruebas de la evolución biológica |

[SECCIÓN 1] **6 Fin de unidad**

|  |  |
| --- | --- |
| Mapa conceptual | |
| Código | CN\_09\_03\_CO\_REC280 |
| Título | Mapa conceptual |
| Descripción | Mapa conceptual del tema: La evolución y la diversidad biológica |

|  |  |
| --- | --- |
| Evaluación: recurso nuevo | |
| Código | CN\_09\_03\_CO\_REC290 |
| Título | Evaluación |
| Descripción | Evalúa tus conocimientos acerca del tema: La evolución y la diversidad biológica |

|  |  |  |
| --- | --- | --- |
| **Webs de referencia** | | |
| **Código** | CN\_09\_03\_CO\_REC300 | |
| **Web 01** | Charles Darwin y la evolución biológica | http://museosvivos.educ.ar/index87e6.html?p=154 |
| **Web 02** | El viaje del Beagle | http://www.elmundo.es/especiales/2009/02/ciencia/darwin/seccion2/ |
| **Web 03** | Teoría neutralista | https://jmhernandez.wordpress.com/2008/07/18/entendiendo-la-evolucion-kimura-y-el-neutralismo/ |
| **Web 04** | Especiación | http://evolution.berkeley.edu/evolibrary/article/\_0\_0/evo\_42\_sp |