

UNTDF
NEXOS
Biología
Módulo 4:
Evolución



Evolución

Podemos definir a la evolución como el “*cambio en la composición genética de una población a lo largo del tiempo*”. La evolución no implica necesariamente un perfeccionamiento de una especie, sino que implica un cambio en las características de las poblaciones. La evolución engloba y unifica a *toda la biología*, cualquier concepto, problema o inquietud en biología la podemos abordar y entender desde un punto de vista evolutivo.

Antes de continuar, veamos que significa una **especie** y una **población**. Si bien hay una gran cantidad de definiciones de especie, podemos resumirla como un grupo de organismos semejantes en forma, comportamiento y adaptación, que se reproducen entre sí produciendo una descendencia fértil. A la población la podemos definir como un grupo de individuos de la misma especie que viven en un mismo lugar y momento. De aquí, por ejemplo, podemos observar que pueden existir una gran cantidad de poblaciones de la misma especie.

¿De tal palo, tal astilla?

La evolución solo implica a los cambios que se heredan a las generaciones hijas, y no los cambios que adquiere un individuo a lo largo de su vida. Un ejemplo típico es que la descendencia de una persona que practica el fisicoculturismo no presentará las condiciones musculares que obtuvo esa persona a lo largo de su vida.



Podemos abarcar a la evolución teniendo en cuenta la escala temporal en la que actúa, diferenciando así a la **microevolución** y a la **macroevolución**. La microevolución hace referencia a los cambios evolutivos menores dentro de las poblaciones que se observan en una escala temporal pequeña como, por ejemplo, entre generaciones. La macroevolución implica los cambios fenotípicos observados a escalas temporales más grandes y que generalmente implican un cambio en el nivel taxonómico, como la generación de especies a partir de un ancestro común.

Antes que Darwin

Cuando hablamos o leemos acerca de la evolución, la primera idea que nos recuerda es la de Selección Natural de Charles Darwin, sin embargo, hubo otros antes que él con ideas acerca del cambio de las especies en el tiempo, y se las conoce como ideas “pre-darwinianas”. Uno de los más importantes y mencionados es **Jean-Baptiste Pierre Antoine de Monet Chevalier de Lamarck**, o simplemente Lamarck. De hecho, Lamarck introdujo la idea de cambios en los organismos mediante algún proceso natural a principios del siglo XIX (e incluso fue el que acuñó el significado que conocemos hoy en día de “biología”). Sin embargo, en su teoría, estos cambios ocurrían por necesidad (cambios

teleológicos) y no por selección natural. Es decir, argumentaba que la evolución de los organismos se debía principalmente al uso y desuso de las estructuras corporales. Cuanto más uso le daba un organismo a una estructura (o un órgano), más grande o importante para él se volvía. Y cuanto menos la usaba, menos importante se volvía y terminaba por desaparecer. El ejemplo más conocido del Lamarckismo es el del cuello de las jirafas, Lamarck proponía que las jirafas “necesitaban” tener cuellos largos para poder alimentarse de las hojas que se encontraban a grandes alturas en los árboles, entonces estiraban sus cuellos con cada generación, con lo que cada generación hija tenía cuellos cada vez más largos. Hoy en día aceptamos que esta idea de necesidad es errónea y que los cambios evolutivos están impulsados por selección natural, sin embargo, las ideas de Lamarck fueron muy importantes en su época y sirvieron como puntapié inicial para el desarrollo de la Teoría moderna.

Teoría de Evolución por Selección Natural

A mediados del siglo XIX, Charles Robert Darwin desarrollo una de las teorías más importantes en el estudio de la vida: **La Teoría de la Evolución mediante Selección Natural** (Alfred Wallace llegó a la misma idea unos años antes que Darwin hiciera pública su teoría, aunque mucho después de que éste la desarrollara). Darwin plasmó sus ideas en el año 1859 en su libro “*On the origin of species by means of Natural Selection, or the preservation of favoured races in the struggle for life*” (“*El origen de las especies por medio de la selección natural, o la preservación de las razas favorecidas en la lucha por la vida*”).

Para que la Evolución por Selección Natural ocurra se tienen que cumplir tres condiciones:

1. Los individuos de la población tienen variación en sus características.
2. Estas características son heredadas a las generaciones siguientes.
3. Estas características influyen en el éxito reproductivo de los individuos.

La variación hace referencia a la diversidad genética de los individuos de una población. Que una característica sea heredable a las generaciones hijas significa que tienen que ser transmitidas a la descendencia. Por último, una característica influye en el éxito reproductivo de un individuo cuando produce una diferencia en la cantidad de descendientes con respecto de otros individuos.

La selección natural propuesta por Darwin se puede considerar como un proceso mediante el cual los organismos son seleccionados de acuerdo a cuán adaptados al ambiente estén. Si bien la selección ocurre en los individuos, la adaptación lo hace a lo largo de las generaciones. ¿Pero qué significa adaptarse al ambiente? Sencillamente significa que un individuo de una especie que posee ciertas características que favorecen su supervivencia y reproducción en un ambiente determinado, estará mejor adaptado que otros individuos de esa misma especie que poseen una supervivencia y reproducción

menores en ese mismo ambiente. Estos individuos más adaptados tendrán una mayor probabilidad de dejar más cantidad de descendientes, con lo que esas características serán cada vez más comunes en la población. Para verlo más fácilmente, podemos plantear un ejemplo sencillo: Un huillín (*Lontra provocax*, nutria nativa de Tierra del Fuego) que tiene mayor facilidad para esconderse (por ejemplo, pelaje menos visible) y que se alimenta más eficientemente que otros hullines (por ejemplo, mayor velocidad de natación o mandíbulas más fuertes) tendrá mayor probabilidad de aparearse (ya que su supervivencia probablemente se vea favorecida) y dejar descendencia, que a su vez tenga una descendencia mayor, con lo que estas características serán cada vez más comunes en la población.

¡Reconociendo a Wallace!

Alfred Russel Wallace fue un naturalista británico de mediados del siglo XIX. Una de las grandes obras de Wallace es haber propuesto una Teoría de la Evolución por Selección Natural de forma independiente a la propuesta por Charles Darwin. De hecho, luego de unos años de un viaje de exploración a través del archipiélago malayo en 1858, Wallace escribió una carta a Darwin donde comentaba sus ideas acerca de cómo cambiaban las especies a través del tiempo. Se dice que esta carta fue la que decidió a Darwin a publicar su gran obra, que había desarrollado los últimos treinta años. Si bien la Teoría de la Evolución por Selección Natural fue una idea independiente de cada uno, Wallace aceptó que Darwin fuera el principal referente ya que había trabajado en ello por más tiempo que él.

Darwin + Genética = Teoría Sintética de la Evolución

Darwin proponía que una de las condiciones necesarias que debían cumplir las poblaciones para que actúe la selección natural es que las características de cada individuo se transmitieran a la generación siguiente. Sin embargo, si bien este postulado está en lo correcto, Darwin desconocía de qué manera sucedía.

Aquí entran en juego los aportes de Gregor Johann Mendel y los principios de la herencia. Mendel, quien era contemporáneo de Darwin (aunque su trabajo no fue ampliamente aceptado hasta principios del siglo XX), realizó experimentos de herencia y reproducción en plantas de guisantes. Descubrió que ciertos caracteres fenotípicos (aquellas características que se expresan y podemos observar) de una planta se transmitían, formando un patrón, a través de “elementos” a las generaciones sucesivas. O dicho de otra manera, descubrió que las plantas transmitían sus características (como, por ejemplo, el color de las flores o la forma de las semillas) a través de “algo” a sus hijas, sus nietas, bisnietas, etc., formando un patrón. Así, Mendel planteó tres leyes sobre la herencia:

1. Principio de uniformidad: si se cruzan dos individuos puros para una característica determinada, sus descendientes (primera generación) serán todos iguales.
2. Principio de segregación: algunos individuos pueden transmitir un carácter, aunque en ellos no se manifieste.

3. Principio de combinación independiente: algunos caracteres se transmiten de manera independiente, es decir, la herencia de un carácter no afecta a la del otro.

Hoy sabemos que esos “elementos”, a los que Mendel hacía referencia, son los *alelos* de un gen, es decir todas las posibles variantes de un gen (por ejemplo, flores amarillas o flores verdes). De esta forma, Mendel dio el puntapié inicial para entender de qué manera se transmitían las características sobre las que actuaba la selección natural de generación en generación.

La Teoría Sintética de la Evolución o síntesis moderna, entonces, se propuso a mediados del siglo XX como la unificación de la Teoría de Darwin (y Wallace) de Selección Natural, de los principios de la herencia de Mendel, de la mutación y de los muchos avances en genética de poblaciones (entre otras ramas de la biología). La síntesis moderna se basa en que la variación sobre la que actúa la selección natural es producto de las mutaciones aleatorias en el genoma de los individuos, y que estas mutaciones se transmiten a las generaciones siguientes mediante los principios de la herencia.

¡Este sí, este no!

La selección natural no es la única selección de características en organismos que ocurre en el Planeta. Los humanos venimos realizando una *selección artificial* desde mucho antes que Darwin proponga su teoría. La selección artificial implica la selección de ciertas características de un organismo por parte de los seres humano. Por ejemplo, se observa muy seguido en cultivos de plantas para consumo, en donde se seleccionan aquellas plantas que poseen las mejores características (como hojas, raíces o frutos más grandes). O en las razas de perros, que se seleccionan cuidadosamente para conservar una característica determinada (como el color del pelaje o el tamaño).

Evidencias de la Evolución

Si bien la Evolución sigue siendo una teoría, hay innumerables evidencias de que ella ocurrió y está ocurriendo.

Una evidencia importante son los fósiles, que son estructuras mineralizadas de organismos que vivieron en el pasado o indicios de actividad biológica antigua, como huellas o improntas de hojas. Por ejemplo, mediante la observación de las secuencias temporales en que aparecen estos fósiles en el registro histórico, primero los organismos sencillos como las bacterias, luego las algas y los gusanos y después los vertebrados (no en ese orden evolutivo). Dando así un indicio de que distintos organismos vivieron en el pasado.

Otra evidencia a favor de la evolución consiste en la distribución (actual y pasada) de los organismos a lo largo de todo el planeta. Por ejemplo, en general, las especies se parecen más a especies cercanas geográficamente que a las que están alejadas.

El estudio comparativo de la anatomía entre especies emparentadas (anatomía comparada) es otra de las evidencias de la evolución, ya que permite observar las semejanzas en las estructuras corporales entre especies emparentadas o cercanas.

Intolerancia a la lactosa – Un paseo por la evolución

<https://eresciencia.com/intolerancia-a-la-lactosa-evolucion/>

Estamos súper acostumbrados a beber leche. Lo hacemos cada día. La mayoría no podría vivir sin ese poquito de leche con el café o ese vaso gigante de cacao por las mañanas. Lo tenemos tan interiorizado que no nos damos cuenta de que en realidad **es un privilegio, un regalo, por el que tenemos que dar las gracias a la evolución.** Y es que 2/3 de la población mundial es intolerante a la lactosa. Dos de cada tres personas.

¿Pero qué significa esto? ¿Por qué medio mundo no puede disfrutar de un alimento que nos parece tan básico como la leche?

¿Qué es la intolerancia a la lactosa?

La lactosa es el azúcar de la leche. Un disacárido formado por una molécula de glucosa y otra de galactosa. Cuando nos tomamos un vaso de leche, la lactosa, junto con el resto de componentes, llega al intestino delgado. Una vez allí, para poder ser absorbida, necesita romperse en sus dos componentes básicos, y de esto se va a encargar la enzima Lactasa.

Si no producimos esta enzima, o si los niveles son bajos es cuando decimos que tenemos Intolerancia. La lactosa no puede ser absorbida y pasa al intestino grueso en donde sirve de alimento a nuestra microbiota. Son esas Bacterias fermentadoras las que provocan las molestias asociadas a la intolerancia; Gases, flatulencias, dolor intestinal...

Los bebés, al igual que el resto de mamíferos cuando son pequeños, producen lactasa. Gracias a ella, podemos digerir la leche materna que nos alimenta durante los primeros meses de vida. Pero cuando crecemos ya no nos haría falta. De hecho, vamos perdiéndola poco a poco con el destete. Dejamos de producirla.

Y lo cierto es que la mayoría de los humanos no consume leche cuando son adultos. Al menos leche pura. Pueden tomar queso, yogurt o kéfir, productos fermentados en los que las bacterias ya se han encargado de digerir la lactosa antes.

Al igual que ocurre con el resto de los mamíferos, **cundo somos adultos, lo normal es ser intolerante.** Y esto es justo lo que ocurre a 2/3 de la población del mundo.

¿Por qué hay adultos que pueden tomar leche?

Pero si es lo normal, ¿por qué hay gente que puede seguir tomando leche cuando crece?

La tolerancia a la lactosa no está repartida por igual en el globo. Hay países con mucha tolerancia y otros en los que es casi inexistente. En los países nórdicos o Estados Unidos, el 90% de la población es tolerante, mientras que en países como Japón o china es justo al revés. Menos de un 10% de la gente puede tomar leche.

Lo más curioso, es que aquellas zonas con alta tolerancia son también las que tienen una larga tradición ganadera.

Los científicos sorprendidos por estos datos empezaron a estudiar qué diferencias había entre las personas tolerantes y no tolerantes. Y el primer sitio donde buscaron fue en el gen de la Lactasa. ¿Habría alguna mutación que explicara estas diferencias? Y la respuesta es no. **El gen de la Lactasa era exactamente el mismo. No había diferencias en la enzima.**

Lejos de desanimarse decidieron mirar un poquito más lejos y estudiaron las regiones adyacentes del genoma. Aquellas encargadas de la regulación del gen. Pensaron que si no existían diferencias en la enzima tendría que haberlas en cómo se regula la producción. Y allí encontraron no una, sino dos mutaciones. **Dos cambios de nucleótido explicaban por qué las personas del norte de Europa pueden beber leche cuando son adultos.**

Echando la vista atrás y buceando en el árbol genealógico de la humanidad, descubrieron que muy probablemente, estas mutaciones aparecieron hace unos 7.500 años en Europa central poco después de que el ser humano empezara a domesticar ganado y a tomar leche en forma de queso. Gracias a la migración de esos pastores nómadas se extendió hacia el norte de Europa. Allí, la mutación se extendió muy rápidamente a toda la población. Por eso los expertos piensan que **debió suponer una ventaja selectiva muy grande.**

África también descubrió la leche.

Pero aparte de Europa y Estados Unidos, existen también pequeñas poblaciones de pastores en África que también son tolerantes, como los beduinos, los masáis o los zulú. Esto inevitablemente nos lleva a la siguiente pregunta:

¿Apareció una única vez la mutación y se extendió por Europa y África, o son dos hechos independientes?

El primer paso fue analizar el genoma de algunas de esas poblaciones y buscar si también tenían las mismas mutaciones que los europeos. Y sorprendentemente vieron que no. Había dos mutaciones distintas en Tanzania y Kenia, y otra diferente en la gente de Sudán, y todas ellas habían surgido un par de miles de años después que en Europa.

Se trataba de mutaciones independientes que además habían ocurrido en dos lugares y momentos distintos de la historia. Un cambio en nuestro ADN que surgió cuando el hombre empezó a domesticar ganado. Un ejemplo precioso de coevolución biológica y cultural.

Así que ya sabes, si eres de los que no puede vivir sin leche, tienes que darle las gracias a tus genes y a la evolución.

Procesos evolutivos de cambio

Los cambios en la variabilidad genética de las poblaciones, sobre las que actúa la Evolución pueden ser el resultado de diversos procesos. A continuación, se mencionan los cinco procesos evolutivos más importantes:

Apareamiento no aleatorio. El **apareamiento no aleatorio** hace referencia a que la elección de pareja y el apareamiento no se produce al azar. Esto es muy evidente en muchas poblaciones naturales, incluido en humano, en donde el apareamiento se produce entre individuos cercanos (endogamia) o entre individuos con fenotipos determinados (apareamiento selectivo).

Deriva genética. La **deriva genética** o génica es el cambio en las frecuencias alélicas en una población de una generación a la siguiente de manera *aleatoria*, es decir, aquí no interviene la selección natural. Dependiendo del tamaño de la población, el efecto de la deriva genética puede ser muy importante o pasar desapercibido. Cuanto más pequeña es la población, más importante es el efecto que tiene, ya que en general, se fijan los alelos más frecuentes y se pierden los menos frecuentes, lo que produce una pérdida de diversidad genética. A menudo, la deriva genética puede tener un efecto evolutivo no necesariamente adaptativo (por ejemplo, pueden fijarse alelos perjudiciales y perderse los beneficiosos), sobre todo en poblaciones pequeñas. Por ejemplo, mediante el *cuello de botella* o el *efecto fundador*, donde la diversidad genética inicial de una población, o parte de ella, disminuye drásticamente.

Mutación. Las **mutaciones** son variaciones o cambios aleatorios en el ADN de un individuo. Estos cambios pueden heredarse a la descendencia o no. Si se producen en las células corporales, no se transmitirán a las generaciones hijas. En cambio, si se producen en las células sexuales (gametos), entonces sí se heredarán a las generaciones hijas. Las mutaciones, en general, suelen ser silenciosas (no producir efecto alguno en el organismo). Pueden ser dañinas para un organismo si altera considerablemente la secuencia de nucleótidos del ADN. Pero más importante aún, pueden ser beneficiosas, si su efecto proporciona una mejor adaptación al ambiente en el individuo. Las mutaciones, a menudo, pueden aumentar la variabilidad genética de una población al incorporar alelos nuevos en ella.

Flujo génico. De forma sencilla, el **flujo génico** es la migración de genes de una población a otra, o de dos o más poblaciones a otra. El flujo génico puede tener una gran influencia en la diversidad genética de una población (ya sea aumentándola o disminuyéndola), ya que puede incorporar en ella alelos que originalmente no estaban presentes, o puede eliminarlos si la migración de ese alelo es total.

Selección natural. La **selección natural** es el proceso más conocido y con mayor influencia evolutiva. La selección natural indica que los individuos de una población determinada se reproducen de manera tal que provocan una diferencia en el éxito reproductivo de algunos individuos con respecto a otros. Este éxito reproductivo refleja la

capacidad de adaptación al ambiente y supervivencia que poseen esos individuos, generando, en consecuencia, que su genotipo se vuelva cada vez más común en la población.

Los cinco procesos evolutivos mencionados arriba no operan de forma aislada, es decir, no se producen uno a la vez. En la mayoría de las ocasiones, una especie nueva suele evolucionar a partir de la combinación de todos ellos.

Especiación

La *especiación*, o generación de especies nuevas, puede ocurrir de dos maneras principales. Por un lado, puede ocurrir cuando una población queda aislada geográficamente de otras poblaciones de la misma especie, a este tipo de especiación se la denomina **alopátrica** (por ejemplo, lagos grandes que se dividen en varios pequeños y cada uno da origen a una especie distinta). Por otro lado, se pueden generar especies distintas dentro de una misma área geográfica, en este caso se la denomina **simpátrica** (por ejemplo, diferentes especies de peces dentro de un mismo lago).

Podemos plantear un escenario hipotético de cómo se podría originar una especie nueva mediante Evolución por Selección Natural:

“Supongamos que tenemos una población de un animal que vive en un ambiente con determinadas fuentes de alimento y determinados depredadores. Algunos individuos de esa población optan por emigrar hacia otro ambiente, similar, pero con algunas condiciones diferentes (o bien lo hacen obligatoriamente por algún evento extremo, como una erupción volcánica). El nuevo ambiente, por ejemplo, podría poseer depredadores nuevos y fuentes de alimento distintas a las que se encontraban en el ambiente original. Con el transcurso del tiempo, se producen mutaciones aleatorias en el genoma de los individuos migradores y eventualmente algunas de ellas se reflejarán en un fenotipo mejor adaptado y que lo favorezca en su supervivencia y por consiguiente en su capacidad para dejar descendencia (se seleccionan, por ejemplo, para evadir mejor a los depredadores o alimentarse más eficientemente). Es probable que esta acumulación de mutaciones fijadas mediante selección natural, con el paso del tiempo, “aleje” genética y reproductivamente a los individuos migradores de la población original, con el posible resultado de que ya no podrán reproducirse y dejar descendencia fértil. Generándose de esta manera una especie nueva.”

Este escenario hipotético de especiación idealizada, en este caso alopátrica, es simplemente un ejemplo muy sencillo y resumido de lo que podría pasar, sin embargo, la especiación en la naturaleza suele ser más compleja y estar mediada por más procesos y factores.

Super bacterias: “Una mujer muere en EE. UU. por una bacteria resistente a todo” EL PAÍS

<https://cienciapaladina.com/2017/01/22/super-bacterias-una-mujer-muere-en-ee-uu-por-una-bacteria-resistente-a-todo-el-pais/>

Por **Borja Esteve Altava** (UPF-CSIC)

Una nota en EL PAÍS informaba hace poco de la muerte de una persona debido a una enfermedad respiratoria causada por una bacteria resistente “a todo”, nos decía el titular. Son lo que se conoce como super bacterias.

Una super bacteria es una bacteria que ha adquirido una resistencia a todos los antibióticos utilizados en la medicina actual. Si nuestro sistema inmunitario no puede eliminarla, la super bacteria se dividirá (reproducirá), pasando sus resistencias a sus descendientes, sin que podamos evitarlo con ningún tratamiento médico conocido. Y, en último término, nos matará.

¿Por qué ocurren las super bacterias?

La aparición de una super bacteria se debe a dos procesos bien conocidos: **mutación y selección natural**. Los dos suelen ir de la mano y, junto con otros procesos, son responsables de la evolución de todos los seres vivos, incluidas las super bacterias.

La generación de mutaciones (o mutagénesis) es un fenómeno muy amplio y complejo. Lo que nos interesa saber es que cada vez que una bacteria se divide, existe la posibilidad de que ocurra algún cambio en su material genético. Y por azar, algunos de esos cambios pueden darle a la bacteria la resistencia a un antibiótico.

Esto no es algo que suceda con frecuencia. El problema en este caso es que las bacterias se dividen muy rápido, algunos tipos de bacterias se dividen cada media hora. Leslie Pray nos saca las cuentas en su post de 2008 en *Nature Education* sobre este mismo tema. Con un genoma compuesto de 2.8 millones de nucleótidos (las unidades que forman el ADN y usamos para medirlo) y una tasa de mutación de 1 por cada diez mil millones de pares de bases (dos nucleótidos opuestos, como se encuentran normalmente), una sola bacteria necesita 30 horas para crear una población donde cada par de bases habrá mutado 30 veces. Con bastante tiempo, lo improbable se vuelve inevitable. Y aparece una célula bacteriana con una resistencia*.

Por el otro lado, la selección natural es un proceso que ocurre naturalmente cuando se dan 3 condiciones:

1. Los individuos tienen rasgos o habilidades diferentes (diversidad).
2. Estos rasgos son transmitidos a sus descendientes (herencia).
3. Estos rasgos afectan al número de descendientes de los individuos (éxito reproductivo).

Una población de bacterias está compuesta de muchos individuos, cada uno con sus rasgos particulares que les hacen únicos y les ayudan a sobrevivir y dividirse. La diversidad de individuos aparece por el fenómeno de la mutación que acabamos de ver. Algunos de estos rasgos les confieren a las bacterias la resistencia a los antibióticos que conocemos (penicilina, amoxicilina, etc.).

Esto no tiene por qué ser un problema. Si la resistencia no es ventajosa para sobrevivir y dejar más descendencia, lo normal es que con el tiempo otras mutaciones afecten a este rasgo, y se pierda.

¡Pero cuidado! Cuando tratamos una infección bacteriana con un antibiótico y por azar aparecen individuos resistentes, estos individuos sobreviven al tratamiento y siguen reproduciéndose. Ahora con mayor facilidad porque el antibiótico ha eliminado a otras bacterias no resistentes (del mismo y de diferente tipo) que competían con las bacterias resistentes.

Lo mismo que ocurre con las variaciones en la concentración de antibiótico, ocurre con las variaciones a distintos tipos de antibióticos. Con el tiempo, la aparición de una super bacteria, algo improbable (casi imposible), se convierte en inevitable. Por el sencillo proceso de mutación + selección natural.

La resistencia a los antibióticos debido a su abuso (en el pasado, muchos médicos recetaban antibióticos sin necesidad para tratar enfermedades no bacterianas) o mal uso (dosis inadecuadas o abandonar el tratamiento antes de tiempo) es un problema que la Organización Mundial de la Salud se toma muy en serio (nota de prensa de la OMS).

La aparición de super bacterias nos enseña que la Teoría de la Evolución no es solo útil en el ámbito académico o para conocer el pasado. Es también un conocimiento necesario para afrontar muchos problemas sanitarios que, desgraciadamente, son noticia.

* Esta no es la única forma que tienen las bacterias de adquirir resistencias. Existen otros mecanismos mediante los cuales las bacterias se transfieren material genético, en donde pueden encontrarse también algunas de estas resistencias. Esta forma de intercambio de material genético se llama transferencia horizontal.

Actividades

- Redacta un texto corto explicando qué crees que es la evolución.
- ¿La evolución se produce en los individuos? ¿Por qué?
- Menciona algún proceso macroevolutivo y explícalo brevemente.
- Luego de leer el artículo “Intolerancia a la lactosa – Un paseo por la evolución”: ¿Este es un proceso macroevolutivo o microevolutivo? ¿Por qué?
- ¿Qué aportes realizó Mendel que hoy en día forman parte de la Teoría Sintética de la Evolución?
- ¿Cuál es la principal diferencia entre la teoría propuesta por Lamarck y la propuesta por Darwin?
- Luego de leer el artículo “Super bacterias: ‘Una mujer muere en EE. UU. por una bacteria resistente a todo’ EL PAÍS”, comenta de qué forma se generan las super bacterias y que procesos evolutivos están principalmente involucrados.
- ¿Conoces algún ejemplo de especiación? Redacta un texto explicándolo.

Bibliografía

- Allott, Andrew; Mindorff, David y Azcue, José. (2015) Biología, libro del alumno. Oxford University Press. Oxford, Reino Unido.
- Audesirk, Teresa; Audesirk, Gerald y Byers, Bruce E. (2013) Biología. La vida en la Tierra con fisiología. Novena edición. Pearson Educación de México, S.A de C.V., México.
- Curtis, Helena; Barnes, N. Sue; Schnek, Adriana y Massarini, Alicia. (2008) Biología. Séptima edición. Editorial Médica Panamericana.
- Solomon, Eldra; Berg, Linda y Martin, Diana. (2013) Biología. Novena edición. Cengage Learning.
- <http://www.biologia.edu.ar/index.htm>
- <https://www.sebbm.es/web/es/divulgacion/rincon-profesor-ciencias/articulos-divulgacion-cientifica>