

¿Cómo evolucionan los seres vivos?

Trabajo Fin de Máster



Gustav Klimt, Árbol de la vida

Alumna: Cristina Montoya Galar
Tutor: Bosco Imbert Rodríguez

Máster de Formación de Profesorado de Educación Secundaria
Curso 2011-2012
Universidad Pública de Navarra

ÍNDICE

1. INTRODUCCIÓN	4
1.1. La evolución biológica y las teorías evolutivas.....	4
1.2. Enseñanza de la evolución en la Educación Secundaria Obligatoria.....	6
1.3. Filosofía constructivista y aprendizaje significativo de Ausubel	7
2. ANTECEDENTES Y OBJETIVOS	8
2.1. Antecedentes	8
2.2. Objetivos didácticos del proyecto.....	10
3. PROPUESTA DIDÁCTICA.....	11
3.1. Introducción del tema.....	11
3.2. Debate creacionistas - evolucionistas	11
3.3. Ejercicio de ideas previas	12
3.4. ¿Cómo se originan las diferencias que existen entre los individuos de una misma especie? Concepto de variabilidad intraespecífica.....	12
3.5. Conceptos de selección natural, eficacia biológica y adaptación.....	13
3.6. Pruebas de la evolución.....	16
3.7. La historia de la evolución.....	16
3.8. Pero, ¿la evolución es solamente la historia del pasado?	17
3.9. El árbol genealógico de los homínidos.....	17
3.10. Contribución a las competencias básicas	18
4. EVALUACIÓN	19
4.1. Criterios de evaluación.....	19
4.2. Herramientas de evaluación	19
4.3. Evaluación del proyecto.	20
5. REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS	20

6. ANEXOS	22
Anexo 1: Mapa conceptual de referencia.....	22
Anexo 2: Diagrama UVE del diseño de la propuesta didáctica	23
Anexo 3: Debate creacionistas – evolucionistas	24
Anexo 4: Ejercicio de ideas previas	24
Anexo 4: Ejercicio de ideas previas	25
Anexo 5: Mapa conceptual Herencia–Evolución.....	26
Anexo 6: Juegos de simulación de la selección natural - Simulación 1	27
Anexo 7: Juegos de simulación de la selección natural - Simulación 2	29
Anexo 8: Más ejemplos de selección natural	31
Anexo 9: Biston betularia, un ejemplo de evolución "en directo"	33
Anexo 10: Pruebas de la evolución.....	36
Anexo 11: El reloj de la evolución	37
Anexo 12: La evolución de los homínidos.....	38
Anexo 13: Rúbrica de autoevaluación y coevaluación	41
Anexo 14: Examen.....	42
Anexo 15: Encuesta de satisfacción	46

1. INTRODUCCIÓN

En este trabajo de fin de máster voy a abordar la evolución de las especies presente en el temario de 4º de la ESO a través de la pregunta motriz *¿cómo evolucionan los seres vivos?* Este trabajo está motivado por las prácticas que realicé durante mi estancia en el instituto Irubide ya que fue este tema el que impartí a las alumnas y alumnos de 4º A. Durante la experiencia pude comprobar en primera persona los errores conceptuales que tenían los estudiantes y lo difícil que era corregirlos. Por ello, busco hacer frente a esas dificultades desarrollando una propuesta didáctica que permita que el alumnado aprenda de manera significativa cómo funciona la evolución y que a su vez, sitúe a nuestra propia especie dentro de este proceso. En esta propuesta voy a utilizar parte de los recursos y de la metodología que puse en práctica pero con modificaciones, ya que esa primera toma de contacto me permite adoptar un nuevo enfoque y corregir los obstáculos que encontré, así como plantear nuevas ideas.

1.1. La evolución biológica y las teorías evolutivas:

La evolución biológica se conoce como el proceso histórico de transformación de unas especies en otras descendientes, e incluye la extinción de la gran mayoría de las especies que han existido (Barbadilla 1999).

La primera teoría evolucionista fue formulada por Jean Baptiste Lamarck en 1800. El lamarckismo supuso una revolución ya que se enfrentó a las ideas fijistas o creacionistas dominantes en su época (Punset 2011), muy ligadas a las distintas doctrinas religiosas y que defendían que las especies eran inmutables, que no estaban emparentadas entre ellas y que habían sido creadas en una o sucesivas creaciones. Lamarck en cambio, postuló que evolucionaban gracias a su capacidad de adaptarse al medio ambiente, de manera que las formas simples se iban haciendo más complejas conforme incorporaban cambios a la especie (Punset 2011). Según su teoría las especies se transforman por el uso y desuso de los órganos: si un individuo usa mucho un órgano éste se desarrolla más, mientras que si no lo usa se atrofia y puede llegar a desaparecer (Jiménez, Brañas, y Pizarro 1992). Esas transformaciones individuales se transmiten a la descendencia. Por ejemplo, imaginemos un ave limícola en un terreno encharcado. Según Lamarck, la dificultad para desplazarse por el terreno originaría que el ave desarrolle patas más largas, característica que transmitiría a su descendencia.

Posteriormente, Charles Darwin y Alfred Russel Wallace, llegaron simultáneamente a dos teorías muy similares que explicaban la transformación de las especies. Estas ideas fueron expuestas por primera vez en 1858 (Punset 2011). Al año siguiente Charles Darwin publicó su famoso libro *The Origin of Species by the means of natural selection*.

Desde un punto fijista, las diferencias en la forma, en la conducta, o en la fisiología de los individuos de una misma especie eran imperfecciones, errores en la materialización de la idea de la especie (Barbadilla 1999). En cambio, para Darwin era la materia prima de la evolución ya que gracias a esas diferencias se pueden producir nuevas poblaciones, nuevas especies y por extensión toda la diversidad biológica (Barbadilla 1999). Además observó que los organismos vivos tienen un potencial considerable para reproducirse e incrementar en número. Sin embargo, las poblaciones no crecen de manera ilimitada. La limitación de recursos como el hábitat o el alimento, los factores físicos como la temperatura o la presencia de otros organismos, limitan esta expansión (Méndez 1999). Darwin llamó a esta competencia, lucha por la supervivencia que junto a la variabilidad entre los individuos de una especie origina un proceso que denominó selección natural. El medio, las condiciones ambientales, son el agente sobre el que opera la selección natural que se traduce en una mayor supervivencia de aquellos individuos que tengan alguna característica que les resulte ventajosa (Jiménez, Brañas, y Pizarro 1992). Al sobrevivir más tienen también mayor probabilidad de reproducirse y de transmitir sus características a la descendencia. El resultado de la selección natural es, por lo tanto, un éxito reproductivo diferencial entre variantes de una misma especie (Lecointre 2009), es decir, una mayor o menor contribución numérica de descendientes a la siguiente generación, concepto conocido como eficacia biológica (Méndez 1999). Como los individuos favorecidos tienen mayor eficacia biológica (debido a que sobreviven más), sus variaciones ventajosas pueden acabar siendo dominantes en la población, y entonces esa población habrá cambiado. Con el paso del tiempo y si los cambios son lo suficientemente importantes podría originarse una nueva especie. Si retomamos el ejemplo anterior, en este caso partiríamos de una población con individuos de patas más largas e individuos de patas más cortas. Los primeros se desplazarían mejor en un terreno encharcado y tendrían mayor probabilidad de sobrevivir y por lo tanto de reproducirse y de transmitir sus caracteres. Gracias a la selección natural aumentaría el porcentaje de individuos con patas largas en la población.

En la primera mitad del siglo XX se aceptó que la selección natural era el único mecanismo evolutivo válido (Punset 2011). Los avances genéticos fueron indispensables para llegar a esta conclusión. La unión de la teoría darwinista con la genética y los estudios de poblaciones dieron lugar a la síntesis evolutiva moderna o teoría sintética que define la evolución como una modificación en la frecuencia de genes mutados bajo la acción de la selección natural. Al igual que la darwinista, esta teoría tiene un enfoque gradualista y argumenta que es la suma de los efectos de numerosas pequeñas mutaciones la que explica las modificaciones que acompañan la aparición de nuevas especies. Hay otros científicos que se posicionan en contra del gradualismo y que defienden que la evolución es un proceso que tiene largos períodos de estabilidad seguidos de momentos en los que las especies mutan y se ramifican en múltiples especies

que pueden continuar su camino evolutivo o extinguirse. Esta teoría evolutiva es la del equilibrio punteado (Punset 2011).

Por último, si bien el devenir de la genética demostró que la herencia de los caracteres adquiridos de Lamarck era errónea, hoy en día la epigenética ha demostrado que en algunos casos hay mecanismos de herencia en las células que no se explican ni por la replicación ni la modificación de la secuencia de ADN (Abadie 2008). El caso más estudiado es el del color del pelaje de los ratones: si la hembra come alimentos ricos en grupos metilo durante la gestación su descendencia será menos amarillenta. Sin embargo, la epigenética difiere de las tesis de Lamarck ya que éste propuso la herencia de los caracteres como mecanismo evolutivo y como origen de la adaptación de los organismos, y la epigenética aunque ponga en duda que todo se pueda explicar por mecanismos genéticos apoya el papel de la selección natural en la evolución y la teoría sintética (Abadie 2008).

1.2. Enseñanza de la evolución en la Educación Secundaria Obligatoria:

Si se analiza tanto el currículo de la ESO como el de Bachillerato comprobaremos que la evolución carece de la relevancia que se merece (Castro 2008). El alumnado de la ESO estudia la evolución en un único tema de Biología y Geología de 4º, asignatura que además es optativa. Esto significa que aquellos que no hayan elegido esta asignatura quizás terminen la ESO sin entender la teoría de la evolución desde un punto de vista científico o incluso sin saber quién fue Darwin (Castro 2008).

Esta carencia se une a otro problema y es que a pesar de que al comenzar la educación secundaria la mayoría de los estudiantes si que han oído hablar de la evolución y tienen algunas ideas relacionadas con este proceso, (Jiménez, Brañas, y Pizarro 1992) su enseñanza está llena de dificultades.

En general, son numerosos los problemas que presenta el alumnado a la hora de aplicar los conocimientos científicos que han adquirido a situaciones cotidianas. Si bien, son más o menos capaces de responder bien a las preguntas de un examen, a menudo, no transfieren esos conocimientos a la interpretación del medio y de los fenómenos naturales.

Evidentemente, la enseñanza de la evolución no está exenta de este obstáculo y corregirlo es esencial, sobre todo si tenemos en cuenta que una de las competencias básicas con mayor peso en las asignaturas de Ciencias Naturales y de Biología y Geología es el *conocimiento y la interacción con el mundo físico*. En este sentido, que las alumnas y los alumnos comprendan a qué se debe la gran diversidad de seres vivos y cómo funciona el proceso evolutivo es fundamental.

El público en general puede entender en mayor o menor medida que los seres vivos que habitamos el planeta somos resultado de la evolución y que no es un

proceso que haya terminado, en cambio, las fuentes, los mecanismos o los efectos de la evolución son aspectos que suelen ser menos conocidos (Lecointre 2009).

El docente tiene que tener en cuenta que el alumnado tiene su propia visión, sus propias interpretaciones, sobre el mundo que le rodea y que si la enseñanza se limita a que la alumna o el alumno, escuche la versión del profesor en clase, probablemente no será suficiente para que cambie su visión por otra más coherente científicamente. Hay que partir de lo que los estudiantes perciben y trabajar el aprendizaje de manera significativa.

1.3. Filosofía constructivista y aprendizaje significativo de Ausubel:

Para que la propuesta didáctica consiga sus objetivos es imprescindible que el proceso de enseñanza-aprendizaje sea coherente con la filosofía constructivista y la teoría de Ausubel.

La filosofía constructivista propone en el ámbito educativo un proceso interactivo, participativo y dinámico, en el que la alumna o el alumno, construya su propio conocimiento y el docente sea el orientador o guía del aprendizaje. Para construir los nuevos conocimientos es necesario tener en cuenta la estructura conceptual previa, de manera que los nuevos contenidos sean relacionados de modo no arbitrario y sustancial con lo que el estudiante ya sabe (Palomino 2012).

Para ello, se propone una dinámica participativa en todas las sesiones. En ocasiones serán los propios alumnos o alumnas quienes, mediante trabajos grupales, lleguen por ellos y ellas mismas a los conocimientos de la lección. En otras ocasiones, cuando no se trabaje en grupos pequeños, el profesor o profesora debe estimular la participación de sus alumnos: no se limita a explicar lo que tienen que aprender sino que mediante preguntas conductoras y ejemplos clarificadores, guía a los estudiantes para que entre todos y todas salgan las ideas que tienen que interiorizar. Además, como se explica más adelante, en las primeras sesiones se retoman varios de los conceptos que ya han estudiado en las lecciones anteriores, pero que son necesarios para comprender la evolución. Así mismo, se hace un ejercicio de ideas previas para intentar que cada alumno o alumna parta de un marco conceptual adecuado, deseche las ideas erróneas y pueda integrar los nuevos conocimientos.

2. ANTECEDENTES Y OBJETIVOS

2.1. Antecedentes:

Son numerosos los artículos publicados que apelan a la necesidad de plantear de otra manera la enseñanza de la evolución en la educación secundaria. Las dificultades comienzan cuando el alumnado no sabe explicar correctamente ni el origen ni la permanencia de caracteres nuevos ni las causas de variación intraespecífica (Ayuso y Banet 2002). Esto se debe al problema anteriormente mencionado sobre las dificultades que tienen las alumnas y los alumnos a la hora de aplicar los conocimientos científicos que han adquirido ya que a pesar de que justo antes de estudiar la evolución han estudiado genética, parece que olvidan todo lo que han aprendido y no lo relacionan con los nuevos conocimientos que están adquiriendo.

El concepto de mutación resulta confuso para los estudiantes ya que a veces lo asocian a cualquier cambio y no necesariamente a un cambio de la información genética, o piensan que cualquier mutación se transmite a la descendencia aunque no afecte a los gametos del organismo o que ocurren por necesidad y no al azar (Ayuso y Banet 2002).

Esta disociación entre la herencia y la evolución hace que los estudiantes piensen que los individuos de una especie son capaces de cambiar para adaptarse al medio, es decir, que los cambios en los organismos se producen como respuesta a las condiciones del medio y que además son heredables. Estas explicaciones tienen connotaciones finalistas ya que dan a entender que los cambios biológicos se producen para alcanzar un fin, un objetivo (De la Gándara, Gil, y San Martí 2002). No entienden que es la variabilidad genética la que permite esa adaptación y que es la selección natural la que determina qué individuos sobreviven. Esta preconcepción lamarckista está fuertemente arraigada entre el alumnado e incluso en el profesorado que no está especializado en este campo (Castro 2008). Durante las prácticas, me encontré con muchos errores de este tipo, estos fueron algunos de los casos:

Pregunta 1: *Utilizamos un insecticida para matar las moscas de un establo. Conforme pasa el tiempo vemos que cada vez mueren menos, ¿qué está pasando?*

Respuesta errónea: *Las moscas intentan adaptarse al medio. Para ello desarrollan poco a poco una mayor resistencia al insecticida lo que les permite sobrevivir.*

Pregunta 2: *En un experimento se les corta la cola a unos ratones durante varias generaciones. ¿Nacerían con cola o sin cola al cabo de veinte generaciones?*

Respuesta errónea: *Sin cola, porque se adaptan a vivir sin ella y dejan de transmitir la cola a la descendencia.*

Evidentemente, hubo alumnos que contestaron bien a las preguntas pero a pesar de que acababan de estudiar genética, una buena parte de la clase no supo trasladar lo estudiado a estos casos. Otro ejemplo típico y parecido al del insecticida es el de la resistencia de las bacterias a los antibióticos. Ésta fue una de las preguntas del examen y hubo alumnos que contestaron nuevamente que las bacterias se acostumbran al antibiótico y que por eso cada vez es menos eficaz. En estos casos se observa que el concepto de adaptación plantea problemas ya que tiene una connotación finalista. Si se analizan los libros de texto se encuentran ambigüedades y contradicciones respecto a este concepto, incluso no es muy habitual que la adaptación aparezca definida (De la Gándara, Gil, y San Martí 2002).

El tratamiento de estos conceptos por parte de los libros de texto junto a la experiencia cotidiana del alumnado son los orígenes más señalados de estas ideas erróneas que los estudiantes exponen de manera espontánea (De La Gándara, Gil, y San Martí 2002). Por ejemplo, la experiencia inmediata del alumnado hace que la selección natural no les sea del todo evidente ya que el número de crías que tiene la especie humana o que tienen los animales domésticos más conocidos es en general pequeño y con frecuencia sobreviven todos los descendientes (Jiménez, Brañas, y Pizarro 1992).

Sin embargo, si que conocen el concepto de lucha por la supervivencia, aunque lo suelen asociar con el triunfo de los más fuertes. Creen que son los individuos más fuertes o los más inteligentes los que sobreviven debido a una mala comprensión del concepto de eficacia biológica (De la Gándara y Gil 2002; Castro 2008). En relación con este punto estaría la inadecuada percepción de nuestra especie dentro del proceso evolutivo. Creen que la evolución es finalista y que los humanos estamos en la cúspide de la evolución y cuesta mucho que entiendan que somos una rama más del árbol de la vida y que la evolución podría haber seguido otro curso originando un mundo quizás diferente del que conocemos.

Por último, el fenómeno de la evolución escapa en gran medida a nuestros sentidos y a nuestra escala temporal ya que en general las especies necesitan largos periodos de tiempo para que los cambios que les afectan nos sean perceptibles y las especies que evolucionan rápidamente son invisibles o casi a nuestros ojos (Lecointre 2009). Además su dimensión es poblacional, ya que una mutación se constata cuando su frecuencia la hace detectable en el seno de la población. Esta dimensión poblacional, su imperceptibilidad, los esfuerzos de abstracción que requiere y su incompatibilidad con nuestra tendencia al antropocentrismo se presentan obstáculos en la comprensión de la evolución (Lecointre 2009).

2.2. Objetivos didácticos del proyecto:

A través de este proyecto quiero hacer frente a los errores conceptuales anteriormente mencionados y que los estudiantes de 4º de la ESO aprendan de manera significativa qué es la evolución y cómo se desarrolla. Para concretar los objetivos he consultado el currículo de la ESO para la asignatura de Biología y Geología (Gobierno de Navarra 2007) y he añadido otros propios.

Objetivos conceptuales:

1. Exponer razonadamente los problemas que condujeron a enunciar la teoría de la evolución, los principios básicos de esta teoría y las controversias científicas, sociales y religiosas que suscitó.
2. Reconocer la variabilidad poblacional como punto de partida de la evolución y la selección natural como motor.
3. Identificar los errores de las ideas lamarckistas.
4. Integrar los conceptos que han estudiado de genética con los conceptos de esta unidad.
5. Desarrollar un concepto adecuado de adaptación y de eficacia biológica.
6. Reconocer la magnitud del tiempo del proceso evolutivo.
7. Situar a *Homo sapiens*, es decir, a nosotras y nosotros mismos, dentro del contexto evolutivo.

Objetivos procedimentales:

8. Aplicar en la resolución de problemas, estrategias personales y coherentes con los procedimientos de la ciencia (identificación del problema, formulación de hipótesis, elaboración de estrategias de solución y de diseños experimentales, consideración de aplicaciones y repercusiones del estudio realizado, búsqueda de coherencia global,...)
9. Comprender y expresar mensajes con contenido científico utilizando el lenguaje oral y escrito con propiedad, interpretar diagramas, gráficas, mapas conceptuales y tablas, así como comunicar a otros, argumentaciones y explicaciones en el ámbito de la ciencia.
10. Construir herramientas para analizar la información de manera crítica teniendo en cuenta las fuentes, de manera que se separe la ciencia de lo que no es ciencia.

Objetivos actitudinales:

11. Participar en la planificación y realización en equipo de actividades científicas, valorando las aportaciones propias y ajenas, mostrando una actitud flexible y de colaboración y asumiendo responsabilidades en el desarrollo de las tareas.
12. Crear un clima de trabajo adecuado y motivador.

3. PROPUESTA DIDÁCTICA

El primer paso para llevar a cabo la propuesta didáctica ha sido construir un mapa conceptual de referencia (Anexo 1) que contenga los principales conceptos que el alumnado tiene que aprender y una V de Gowin para la propuesta (Anexo 2). Una vez hecho esto, se ha dado paso a la realización de la secuencia de actividades que se expone a continuación. En la siguiente tabla se resumen las actividades o temas de que consta la propuesta y su relación con los objetivos didácticos del proyecto.

Tabla 1:

Actividad o tema	Objetivos	Número de sesiones
Introducción del tema	12	<1
Debate creacionistas - evolucionistas	1, 10 y 12	1
Ejercicio de ideas previas	3 y 4	<1
Concepto de variabilidad intraespecífica	2, 4 y 9	1 - 2
Selección natural, eficacia biológica y adaptación	2, 4, 5, 8, 9, 11 y 12	3
Pruebas de la evolución	9, 11 y 12	1
Historia de la evolución	6 y 7	1
¿La evolución es solamente la historia del pasado?	2, 3, 5 y 9	<1
La evolución de los homínidos	7, 9, 10, 11 y 12	4
Examen		1

3.1. Introducción del tema:

¿Qué es un ser vivo? ¿Qué es una especie? ¿Qué es la biodiversidad? ¿Cómo se explica la gran variedad de seres vivos que hay en la Tierra? Éstas son varias preguntas que se trabajarán al comienzo de la unidad para introducir la evolución. Se hará de manera conjunta buscando la participación de las alumnas y alumnos a la hora de responderlas.

3.2. Debate creacionistas - evolucionistas:

Esta primera actividad tendrá como objetivo abordar el debate entre la corriente creacionista que hoy en día se agrupa bajo el nombre de diseño inteligente y las ideas evolucionistas (Anexo 3).

Antes del debate se proyectará un extracto de unos diez minutos del documental *El genio de Darwin: Las claves del evolucionismo*. Con este reportaje se busca encender el debate ya que discute el diseño inteligente de manera bastante polémica. Una vez visto el audiovisual se pasará al debate.

Se formarán tres grupos y cada uno de ellos adoptará un rol: un grupo defenderá el diseño inteligente, otro la evolución y otro grupo representará al ciudadano de a pie. El principal objetivo de este debate, además de que sepan adoptar un rol, argumentar y reflexionar, es que el alumnado aprenda a diferenciar la ciencia de la denominada pseudociencia, que comprenda que la ciencia no busca ni darnos la razón ni satisfacer nuestras ideas o creencias sino nutrirnos de explicaciones racionales para interpretar el mundo real, que se intentan comprobar mediante observaciones, experimentos o modelos y que pueden evolucionar conforme el conocimiento va aumentando. Además es interesante que observe cómo el ciudadano tiene que tener herramientas para salir de ese bombardeo de opiniones subjetivas y no fundamentadas científicamente. Por último, creo que puede ser una buena actividad inicial ya que un debate puede despertar la motivación de los estudiantes para comenzar el tema.

Esta actividad abordará una sesión y responde a los objetivos 1, 10 y 12.

3.3. Ejercicio de ideas previas:

Se pasará un ejercicio de ideas previas al alumnado para que lo contesten de manera individual (Anexo 4). Una vez lo hayan contestado se corregirá. Se hará de manera deductiva para que sean las propias alumnas y alumnos las que, con los conocimientos que estudiaron en las lecciones anteriores, busquen las respuestas correctas. Para ello, el profesor o profesora realizará preguntas conductoras y buscará ejemplos para que desechen las respuestas erróneas.

Para realizar este ejercicio se necesita algo menos de una sesión entera y responde a los objetivos 3 y 4.

3.4. ¿Cómo se originan las diferencias que existen entre los individuos de una misma especie? Concepto de variabilidad intraespecífica:

Para que los estudiantes interioricen el origen de la variabilidad dentro de una especie es necesario que hagan uso de los conceptos ya estudiados sobre herencia y que los apliquen a esta unidad. El docente preguntará al alumnado cómo creen que se originan las diferencias existentes entre los individuos de una misma especie y a través de las aportaciones de los estudiantes se comprobará si definen correctamente mutación, especie diploide, cromosomas homólogos, fenotipo y genotipo y si han entendido el proceso de meiosis. Se dibujará el proceso de meiosis en la pizarra ya que permite recordar qué es un cromosoma, una cromátida, un alelo, la recombinación entre cromosomas homólogos, célula haploide y diploide, etc. Una vez que han relacionado estos conocimientos previos con el proceso de la evolución realizarán un mapa conceptual en la sala de audiovisuales (Anexo 5). Para realizar el mapa podrán consultar la unidad *Las leyes de la herencia. Reproducción y herencia. Las*

leyes de Mendel. Aproximación al concepto de gen de la Web del proyecto Biosfera
(<http://recursos.cnice.mec.es/biosfera/alumno/4ESO/genetica1/index.htm>).

Esta actividad responde a los objetivos 2, 4 y 9 y puede necesitar entre una y dos sesiones para que el alumnado disponga de tiempo para realizar el mapa conceptual.

3.5. Conceptos de selección natural, eficacia biológica y adaptación:

Para comprender qué es la selección natural y cómo actúa se harán dos juegos de simulación en grupos de seis. El primer juego se realizará con dos cartulinas por grupo, una verde y una amarilla y el profesor propondrá el contexto: *tenemos un insecto que puede ser verde o amarillo, el color verde es el carácter dominante y el amarillo es recesivo. Este insecto vive en un prado alrededor del cual tenemos la orla de un bosque donde nidifican muchos pájaros insectívoros.* La cartulina representa el prado y la población del insecto serán trozos pequeños de las mismas cartulinas y el montaje se realiza como muestran las siguientes imágenes:

Imagen 1: Insectos sobre el prado verde:



Imagen 2: Insectos sobre el prado seco:

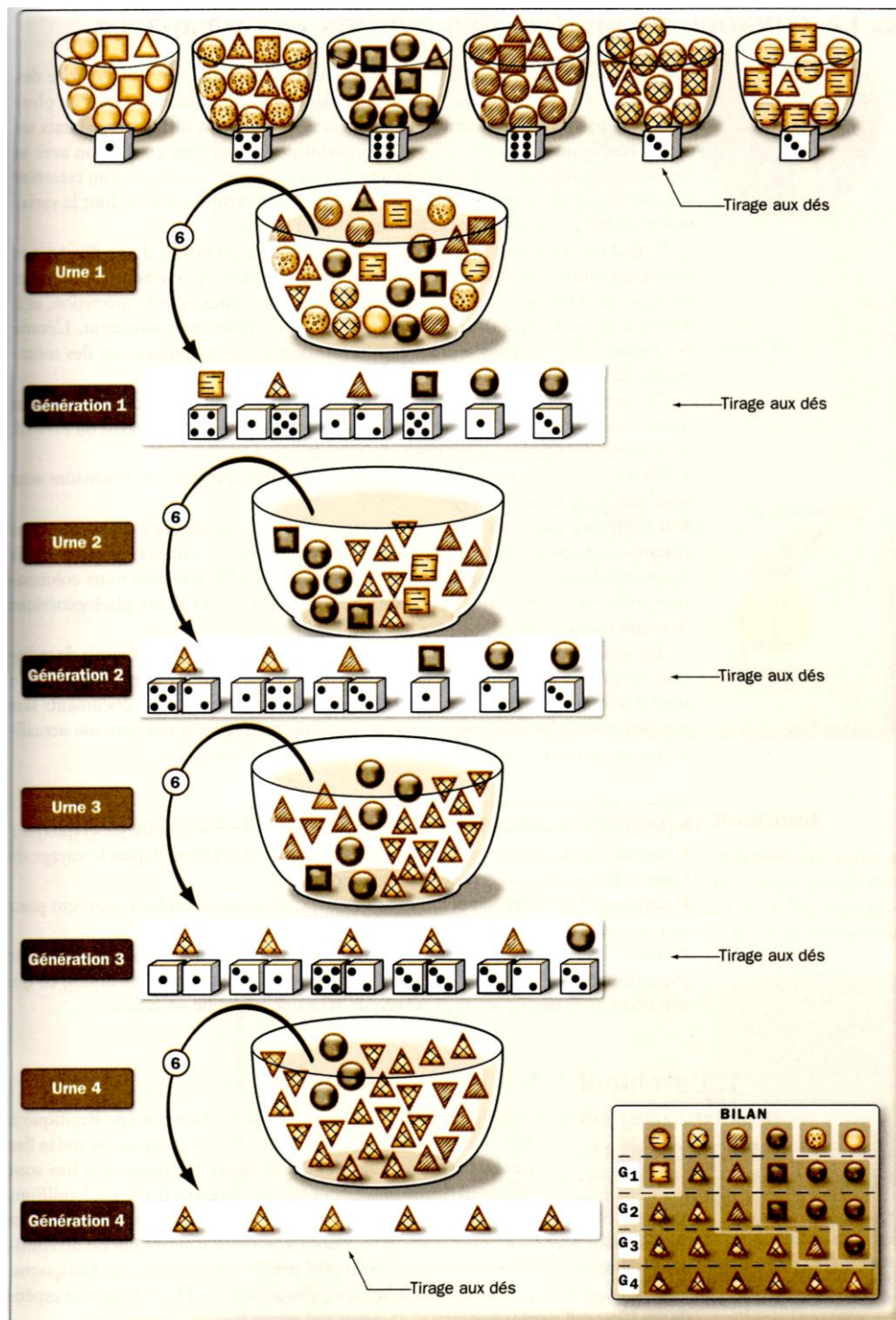


Primero la especie está en un prado verde (trozos amarillos y verdes sobre la cartulina verde). En estas condiciones son más los insectos amarillos cazados que verdes ya que destacan entre la vegetación. Pero, ¿qué pasa si el prado se seca? Se coloca la cartulina amarilla, en este caso es al revés, los individuos amarillos pasan más desapercibidos y tienen mayor probabilidad de sobrevivir así que con el paso del tiempo el número de individuos amarillos aumentaría en la población. Para realizar la simulación se reparten varios roles entre los integrantes de cada grupo: 2 representan a unos petirrojos, 2 se encargan de recolectar los datos y de preparar el juego y otros dos informan a la clase de los resultados obtenidos (Anexo 6). Con esta actividad los estudiantes tienen que representar los genotipos de las generaciones filiales según las leyes de Mendel y además observan la acción de la selección natural

sobre el genotipo y cómo la población puede llevar una trayectoria diferente de la que cabría esperar en un principio.

Una vez terminada la simulación con las cartulinas pasaremos a hacer el segundo juego que se muestra en la siguiente imagen:

Imagen 3: segundo juego de simulación (Lecointre 2009):



Para realizar este juego se necesitan piezas de diferentes formas y colores y un dado. Cada alumno tiene una bolsa con tres tipos de piezas diferentes pero de un mismo color. El color representa una característica fenotípica de la

especie (por ejemplo, color del pelo, longitud de las patas, tamaño de los dientes,...) y la forma posibles mutaciones que pueden sufrir los genes que controlan cada una de las características fenotípicas (en los ejemplos anteriores, pelaje más claro u oscuro, patas más largas o cortas, dientes más pequeños o más grandes...). Para todas las características, las piezas redondas son mayoritarias y neutras a las condiciones del medio, las triangulares son minoritarias y favorables y las piezas cuadradas son también minoritarias pero desfavorables a las condiciones del medio. Cada alumno tira un dado y coloca el número de piezas que ha obtenido en un cuenco. Se sacan seis piezas al azar de ese cuenco, estas piezas componen la primera generación y son las primeras que tendrán descendencia pero tendrán más o menos según la forma de la pieza. Cuando sale una pieza redonda el alumno tira un dado y el número que obtiene será el número de descendientes que depositará en el siguiente cuenco. Cuando salga una pieza cuadrada (desfavorable a las condiciones del medio) el alumno lanza el dado y si obtiene "1" pondrá una pieza en el siguiente cuenco, mientras que para el resto de valores pondrá dos piezas. Por último, cuando salga una pieza triangular (favorable a las condiciones del medio) el alumno lanza dos dados. Mientras que las piezas cuadradas solo pueden tener dos descendientes, las piezas triangulares pueden tener hasta doce. Con el paso de las generaciones se ve que el polimorfismo va reduciéndose en la especie, predominando cada vez más aquellos fenotipos que resultan más beneficiosos en ese ambiente.

En estos juegos el alumnado tiene que recopilar los datos obtenidos (Anexo 7), representarlos en gráficas y presentar los resultados al resto de la clase. Como punto final se les pide que definan qué es la selección natural, una vez escuchadas todas las aportaciones se busca una definición consensuada.

Además, es interesante trabajar el concepto de eficacia biológica y adaptación en estas sesiones. Para ello, primero se les pedirá a los alumnos que piensen en distintos ejemplos de selección natural y posteriormente se les entregará varias láminas con otros ejemplos (Anexo 8). Las dos ideas a resaltar a la hora de analizar cada una de las situaciones son las siguientes:

- No sobrevive el más fuerte o el más inteligente sino aquél que posee unas características ventajosas en ese medio en concreto. A su vez, el medio puede cambiar y favorecer otras variantes. Por ello, es muy importante que las especies tengan una variabilidad genética que les permita adaptarse ante los cambios.
- La adaptación no es el resultado del esfuerzo realizado por los individuos, sino de la selección ejercida por el medio que elimina a los individuos peor adaptados.

Es muy importante que las alumnas y alumnos integren estas dos ideas para comprender la evolución biológica. Esto se puede conseguir si se analizan adecuadamente los ejemplos expuestos.

Por último, los alumnos tienen que leer un artículo divulgativo sobre el caso real de la mariposa *Biston betularia*. Con este artículo se busca que puedan tener presente un caso real de evolución (Anexo 9).

Para realizar estas actividades se necesitan unas tres sesiones y responden a los objetivos 2, 4, 5, 8, 9, 11 y 12.

3.6. Pruebas de la evolución:

En este apartado se estudian las pruebas que demuestran que la evolución no es una teoría, sino un hecho. Esta es la principal idea que se quiere transmitir al alumnado y para ello se realizará un puzzle.

Se mantienen los grupos anteriores de seis alumnos. Cada miembro del grupo se especializa en un tipo de prueba, gracias a la lectura de un documento (Anexo 10). En cada grupo una persona se encargará de las pruebas anatómicas, dos se encargarán de las pruebas paleontológicas, otra persona de las pruebas embriológicas, otra de las biogeográficas y por último otra de las moleculares.

Los estudiantes disponen de 10 minutos para leer el documento que les ha sido asignado, a continuación se reúnen los expertos de cada tema durante 10 minutos para poner en común el texto. Luego, vuelven a juntarse por grupos y cada uno explica su apartado, para ello tienen 20 minutos. Por último se elige a un alumno o alumna al azar que explica las pruebas de la evolución delante de toda la clase.

Esta dinámica se realiza en una sesión y responde a los objetivos 9, 11 y 12.

3.7. La historia de la evolución:

Una vez se han estudiado los conceptos más importantes relacionados con la evolución y las pruebas que la ratifican, el alumnado ya está preparado para adentrarse en la historia evolutiva. El objetivo es echar una vista atrás y explicar el origen común de todos los seres vivos. Además permite desengranar algunos de los pasos evolutivos más importantes como por ejemplo, el origen de las primeras células procariotas, de las primeras células eucariotas, la conquista del medio terrestre, la radiación de los mamíferos...

En este caso el profesor o profesora preparará un PowerPoint con abundantes imágenes que mostrarán la historia de la vida en diferentes épocas. No se busca que el alumnado aprenda minuciosamente las épocas o los seres vivos que habitaban en cada una de ellas, sino saber un poquito más sobre aquellos que nos precedieron, situarnos a nosotras y nosotros mismos dentro de este

proceso y percibir lo larga que es la historia de la Tierra y el poco tiempo que lleva nuestra especie sobre ella. Además el docente puede aportar algún fósil bastante típico en nuestra geografía como por ejemplo, los ammonites o los nummulites, de manera que todas y todos tengan la oportunidad de coger entre sus propias manos un fósil.

Como la escala temporal (millones de años) dificulta mucho que el alumnado integre la explicación se propone pasar la historia de la Tierra a nuestra escala temporal, concretamente a un periodo de 24 horas (Anexo 11). Esto es muy interesante ya que pensar que de las 24 horas que lleva la tierra evolucionando nosotros surgimos en el último segundo es un dato muy impactante y clarificador.

Se utiliza una sesión para estudiar la historia de la evolución y responde a los objetivos 6 y 7.

3.8. Pero, ¿la evolución es solamente la historia del pasado?

Hay que evitar que los alumnos vean la evolución como una historia que nos cuentan nuestros abuelos sobre el pasado. La evolución está ocurriendo en el presente y tiene numerosas consecuencias que a menudo nos afectan directamente.

Cuando intentamos acabar con una plaga en un campo de cultivo, o encontramos resistencias de las bacterias a los antibióticos o vemos que un insecticida ya no es tan efectivo, estamos viendo la evolución en directo. Por eso, se propone utilizar este tipo de ejemplos en la clase, de manera que el tema pueda resultar más cercano a la vida de los estudiantes. Durante el desarrollo de este tema se tiene que intentar exprimir a los alumnos y alumnas para que sean ellos mismos quienes identifiquen estos ejemplos con la evolución.

Se puede tratar en menos de una sesión y responde a los objetivos 2, 3, 5 y 9.

3.9. El árbol genealógico de los homínidos:

La didáctica de la evolución no estaría completa si no se estudiaría la evolución de los homínidos. Si bien son muchos los interrogantes que quedan por responder y puede resultar bastante compleja si se estudia de manera exhaustiva, las alumnas y los alumnos tienen que aprender qué nos hace diferentes de otras especies muy próximas y quiénes protagonizaron este corto periodo de la historia evolutiva.

Como punto de partida se proyecta un audiovisual, *La odisea de la especie*. Como el documental consta de varios DVD y es largo se selecciona la primera parte que explica qué acontecimientos pudieron dar origen al surgimiento de

los homínidos, dónde ocurrió y qué se sabe sobre *Orrorin tugenensis* y *Sahelanthoripus tchadensis* o Tumaia.

Una vez visto el documental se pasa a desarrollar un trabajo en grupo. Este trabajo consiste en investigar un homínido por grupo y plasmar la información recopilada en una cartulina para luego explicarlo al resto de la clase. Los homínidos que se estudian son los que suelen aparecer en el libro de clase: el género *Australopithecus*, *Homo habilis*, *Homo erectus*, *Homo neanderthalensis* y *Homo sapiens*.

El docente prepara una ficha para cada grupo (Anexo 12) explicando el trabajo, los pasos a realizar y varias fuentes que pueden consultar. El alumnado trae la información a clase y dispone de una sesión para realizar el trabajo. El día de la exposición salen todos los miembros del grupo con la cartulina y explican al resto de la clase aquello que han aprendido sobre el homínido que les tocaba.

Para estudiar los homínidos se necesitan unas cuatro sesiones y responde a los objetivos 7, 9, 10, 11 y 12.

3.10. Contribución a las competencias básicas:

La presente propuesta didáctica contribuye al desarrollo de varias de las competencias básicas marcadas para la etapa de la ESO (Gobierno de Navarra 2007).

Conocimiento e interacción con el mundo físico: gracias a los propios contenidos que se desarrollan en este tema.

Comunicación lingüística: gracias a las puestas en común, a la dinámica del puzzle y a la presentación del trabajo sobre los homínidos.

Competencia matemática: gracias al tratamiento de datos y su representación en las simulaciones de la selección natural.

Tratamiento de la información y competencia digital: gracias al debate y a la búsqueda de información para hacer el mapa conceptual y el trabajo sobre los homínidos.

Aprender a aprender: gracias a los trabajos grupales y a la metodología deductiva que el docente desarrolla durante las sesiones.

Competencia social y ciudadana: gracias al debate en el que el ambiente tiene que ser siempre respetuoso, a las dinámicas de grupo y a la motivación del alumnado mediante juegos de simulación que hacen el ambiente de la clase más agradable.

Autonomía e iniciativa personal: gracias a todos los trabajos en grupo y a la repartición de roles.

4. EVALUACIÓN

4.1. Criterios de evaluación:

Se consideran criterios de evaluación, que el alumnado haya alcanzado los objetivos curriculares del proyecto. Para comprobarlo se utilizan las herramientas de evaluación que se detallan a continuación.

4.2. Herramientas de evaluación:

Herramientas en los trabajos en grupo (los dos juegos de simulación, la dinámica de puzzle y el trabajo de los homínidos):

Portfolio (20%): Se presenta un portfolio por grupo. En este portfolio deben adjuntar las fichas que se les ha entregado junto con las conclusiones que sacan en cada sesión.

Presentación de la cartulina (10%): Ya que el trabajo sobre la evolución de los homínidos es al que más tiempo tienen que dedicar, se le da un 10 % de la nota. Se valora la presentación de la cartulina, sus contenidos y la presentación oral.

Rúbricas de autoevaluación y coevaluación (20%): Cada alumno o alumna tiene que rellenar una rúbrica por trabajo en grupo realizado (Anexo 13). En ella se valora el comportamiento y la actitud de cada miembro del grupo durante el desarrollo de las dinámicas de grupo y cada alumno tendrá que calificar su propio comportamiento y el del resto de compañeros de grupo. Como son cuatro trabajos en grupo cada rúbrica vale un 5% de la nota. El docente tiene que respetar las notas que se han puesto, si bien si en algún caso cree que han calificado el trabajo de un alumno por lo bajo y de manera no justificada puede subir la parte correspondiente de la nota.

Herramientas en el resto de las sesiones:

Mapa conceptual (10%): El mapa conceptual que cada estudiante tiene que realizar vale un 10% de la nota. Se valora que sea coherente y que muestre que el alumno o alumna ha entendido lo explicado.

Examen (30%): Se hace un examen teórico al final de la unidad (Anexo 14). Esta prueba permite ver a que nivel ha integrado cada alumno lo estudiado a lo largo de las sesiones. Se utilizan ejemplos que son parecidos a los vistos en clase para ver si saben aplicar los conceptos estudiados.

Actitud del alumno o alumna (10%): El docente valora la actitud de cada alumno en las sesiones y su participación en las puestas en común y en las sesiones de grupo grande (debate, ejercicio de ideas previas...). Además, esta nota matiza la de las rúbricas de manera que si un alumno se ha comportado

mal pero en las rúbricas sus compañeros le han calificado bien el profesor puede sumarle menos o incluso nada en este porcentaje de la nota.

4.3. Evaluación del proyecto.

Adquisición de conocimientos: El examen es una herramienta para comprobar si los alumnos han entendido el tema y lo saben aplicar. Se pueden utilizar los resultados y compararlos con los de años anteriores para ver si hay diferencias significativas.

Opinión del alumnado: Se reparte un cuestionario (Anexo 15) para que cada estudiante valore la unidad. Esto puede ayudar a buscar los puntos flojos y hacer cambios de cara a cursos sucesivos.

5. REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS

Abadie, Jacques. 2008. «L'héritage Darwin: Les idées de Lamarck ne sont pas de retour.» *Les dossiers de la recherche* 33: 43.

Ayuso, Enrique, y Enrique Banet. 2002. «“Pienso más como Lamarck que como Darwin”: comprender la herencia biológica para entender la evolución». *Alambique: Didáctica de las Ciencias Experimentales* (32).

Barbadilla, Antonio. 1999. «La selección natural: “Me replico, luego existo”». *Bol. SEA - Ecología evolutiva* 26: 605–612.

Cabrera, A., y M. Sanz. 2008. «Actividades de ampliación. Carpeta digital de recursos. Material fotocopiable.» Oxford University Press España.

Castro, Laureano. 2008. «La evolución y el mundo educativo». *eVOLUCION* 3(1): 55–58. <http://www.sesbe.org/sites/sesbe.org/files/eVOLUCION-3%281%29%281%29.pdf>.

De la Gándara, Milagros, y M^a José Gil. 2002. «El aprendizaje de la adaptación». *Alambique: Didáctica de las Ciencias Experimentales* 32.

De La Gándara, Milagros, M^a José Gil, y Neus San Martí. 2002. «Del modelo científico de “adaptación biológica” al modelo de “adaptación biológica” el los libros de texto de Enseñanza Secundaria Obligatoria.» *Enseñanza de las Ciencias* (20(2)): 303–314.

Gobierno de Navarra. Departamento de Educación. 2007. *Currículo. Educación Secundaria Obligatoria (vol.1)*. Pamplona. Fondo de Publicaciones del Gobierno de Navarra.

Hickman, Cleveland, Larry Roberts, y Allan Larson. 2002. *Principios integrales de Zoología*. Undécima ed. Madrid: McGraw-Hill Interamericana.

Jiménez, M^a Pilar, Manuel Brañas, e Inmaculada Pizarro. 1992. «Cómo cambian los seres vivos». *Aula de Innovación Educativa* (5).

Lecointre, Guillaume. 2009. *Guide critique de l'évolution*. París: Belin.

Martínez, Francisco, y Juan Carlos Turégano. 2012. «Ciencias para el Mundo Contemporáneo. Guía de Recursos Didácticos. El origen de la vida y la evolución de las especies.» http://www.cienciasmc.es/web/pdf/u4_origen_vida_y_evolucion.pdf.

Méndez, Marcos. 1999. «La evolución en marcha: conceptos, lógica y metodología en la Ecología Evolutiva.» *Bol. SEA - Ecología evolutiva* 26: 595–603.

Mestres, Francesc. «Biston betularia, un ejemplo de evolución “en directo”». http://www.recercaenaccio.cat/agaur_reac/AppJava/es/articulos/divulgacio/article/20091217-biston-betularia.jsp. (Fecha de consulta: 10/06/2012).

Ministerio de Educación, Cultura y Deporte. «Proyecto Biosfera». <http://recursostic.educacion.es/ciencias/biosfera/web/>. (Fecha de consulta 5/04/2012).

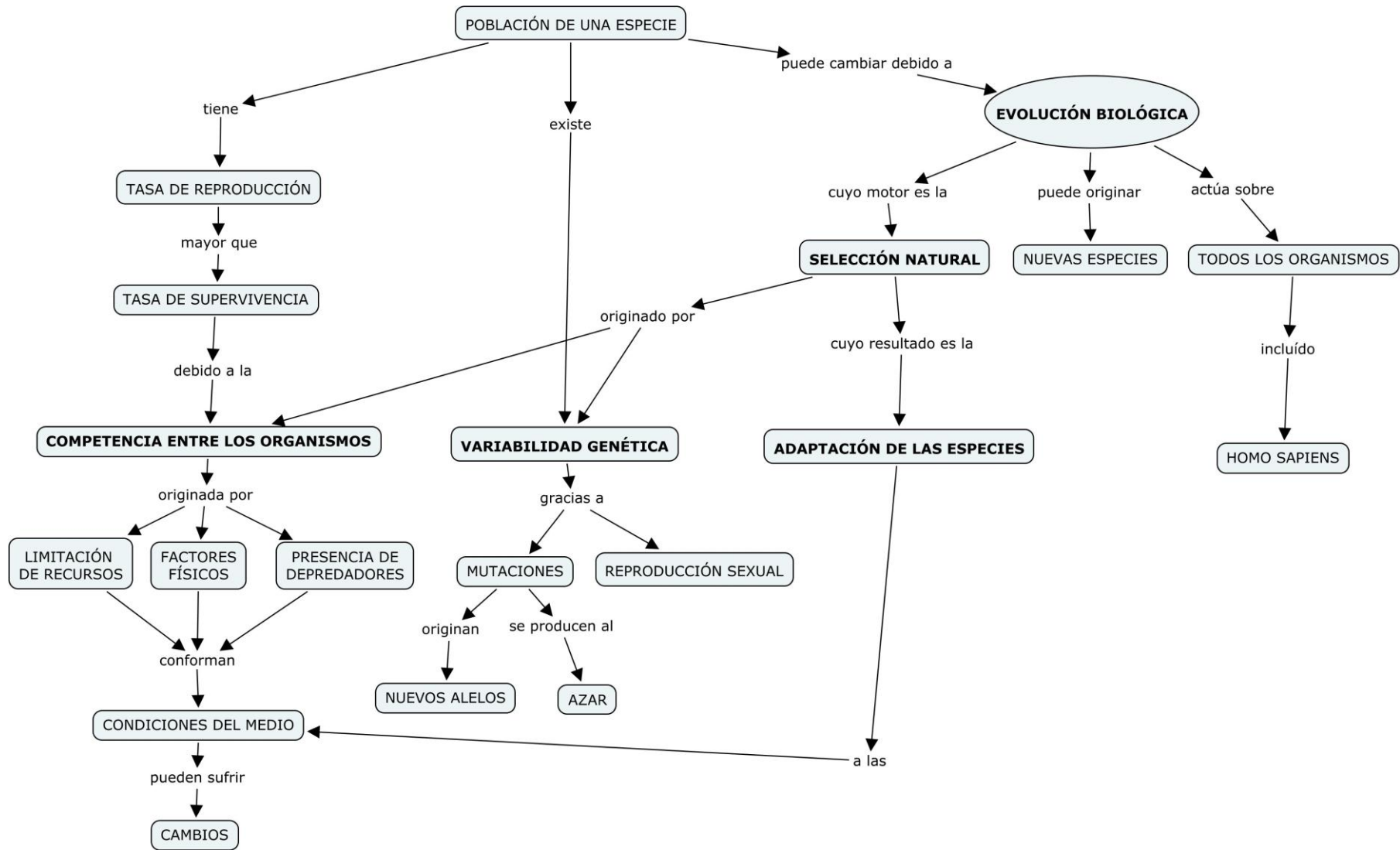
Palomino, W. «Teoría del aprendizaje significativo de David Ausubel». <http://www.monografias.com/trabajos6/apsi/apsi.shtml>. (Fecha de consulta: 17/06/2012).

Punset, Eduardo. 2011. *La evolución de las especies*. Nuestro lugar en el Universo 4. España: Eureka.

Universidad de Zaragoza. «Cuestionario del estudiante para la evaluación y mejora de la docencia universitaria». <https://gestiona.unizar.es/evaluaciondocencia/doc/Cuestionario.pdf>. (Fecha de consulta 16/06/2012).

6. ANEXOS

Anexo 1: Mapa conceptual de referencia:



Anexo 2: Diagrama UVE del diseño de la propuesta didáctica

Pregunta central

¿Cómo se puede llevar a cabo el diseño de una propuesta didáctica sobre la evolución biológica, para que los estudiantes de 4º de la E.S.O. puedan aprender significativamente qué es la evolución y cómo funciona?

Cosmovisión:

El alumnado de secundaria puede aprender temas referentes a las ciencias naturales de manera significativa, evitando que el aprendizaje sea tan mecánico y memorístico. Para ello es esencial utilizar una teoría educativa coherente que nos facilite el tratamiento adecuado de los conceptos implicados en dichos temas.

Filosofía:

Se han detectado numerosos errores conceptuales en la enseñanza de la evolución en la ESO e incluso en niveles superiores debido, fundamentalmente, a que a veces la experiencia próxima del alumnado hace que algunos conceptos no sean evidentes, y a la no integración de los conceptos estudiados sobre herencia o genética con los de evolución. Es necesario un enfoque constructivista del tema, de manera que los estudiantes sean protagonistas de su propio aprendizaje e integren los nuevos conocimientos en su estructura conceptual previa.

Teorías:

- Teoría constructivista de Ausubel
- Teoría sintética de la evolución
- Herencia

Principios teóricos:

- Los conceptos que posee un individuo se organizan en una estructura cognitiva que condiciona los nuevos aprendizajes.
- Para que el alumnado integre adecuadamente los conocimientos hay que asegurar que la estructura conceptual previa es la adecuada.
- El motor de la evolución es la selección natural y la variabilidad genética existente entre los individuos de una especie, el punto de partida

Conceptos:

Aprendizaje significativo, propuesta didáctica, competencias, construcción del conocimiento científico, errores conceptuales, ESO, evolución, selección natural, variabilidad genética, eficacia biológica. adaptación. mutación. herencia.

Juicios de valor:

Es importante tener en cuenta la visión del propio alumnado, ya que puede dificultar el aprendizaje de la evolución biológica. Hay que implicarlo para que reflexione y detecte los errores que pueda tener y comprenda los conceptos de la lección. Hay que dotarle de herramientas motivadoras y que posibiliten una propuesta coherente.

Juicios de conocimiento:

La elaboración de una propuesta didáctica en relación al tema de evolución, cuyo diseño está basado en los principios del aprendizaje significativo, posibilita teóricamente que los estudiantes de 4º de la ESO aprendan más significativamente un tema propio de las ciencias naturales en la educación secundaria.

Transformaciones:

- Elaboración por parte del profesor/a de un mapa conceptual de referencia.
- Definición de errores conceptuales del tema en cuestión.
- Actividades organizadas según las fases de introducción, localización de ideas previas y desarrollo de los conceptos.
- Elaboración de una Tabla 1 donde se presentan las diferentes actividades relacionadas con los objetivos didácticos.
- Correspondencia entre las diferentes actividades y su contribución al desarrollo de las competencias básicas.
- Evaluación del alumnado y del proyecto.

Registros:

- Listado de 20 conceptos empleados en el MC de referencia.
- Listado de errores conceptuales.
- Currículo de la ESO del departamento de Educación del Gobierno de Navarra para los objetivos y competencias básicas.
- Secuencia de actividades variadas.

Acontecimientos

Impartición de este tema durante el *Prácticum II* en el instituto, detección de los errores conceptuales, elaboración de la presente propuesta didáctica.

Anexo 3: Debate creacionistas – evolucionistas:

Se forman tres grupos de alumnas y alumnos: un grupo defiende el creacionismo, otro la evolución y otro representa al ciudadano de a pie. Todos los grupos tienen la ficha anexa a continuación y van realizando sus aportaciones siendo el profesor o profesora quien dirige el debate. El papel del tercer grupo es ir dando su perspectiva en función de lo que va escuchando de manera que la clase observe lo mediatizados que podemos estar sin ni siquiera exigir que la información que recibimos sea contrastada. Al final del debate se sacan las principales conclusiones entre todas y todos.

Ficha para el debate (Martínez y Turégano 2012):

	EVOLUCIONISTAS		CREACIONISTAS															
<p>Darwin explica la evolución por medio de la selección natural argumentando que para sobrevivir, las especies luchan por la existencia. «Las diferentes especies tienen entre sí una competencia por los alimentos, por su hábitat, existen depredadores naturales, etc. Entre individuos de la misma especie existe variabilidad intra-específica, lo que hace que unos estén, con respecto a otros, mejor adaptados a diferentes ambientes. Estos individuos mejor adaptados se podrán reproducir en mejores condiciones y tendrán un mayor número de descendientes, y estos a su vez podrán transmitir a sus hijos esta característica de mejor adaptación a determinado ambiente. A este proceso se lo llama selección natural. Solo sobreviven los mejor adaptados.» (Más tarde se demostrará que la variación se debe a los genes y a la mutación, pero no se puede emplear en el debate, por ser posterior a Darwin.)</p>	<p>El proceso de la evolución dura millones de años, por eso no puede ser observado directamente, pero se han encontrado numerosas pruebas que apoyan la teoría:</p>	<p>Dios crea todas las especies a la vez. Todos los organismos han sido creados por Dios, especialmente el hombre creado a su imagen y semejanza.</p>	<p>Las especies son fijas, no han cambiado unas en otras ni podrán evolucionar unas en otras desde que fueron creadas por el Divino Creador.</p>	<p>Se han encontrado mamíferos muy parecidos en África y Sudamérica, pero lo suficientemente diferentes para considerarlos especies diferentes, y lo suficientemente parecidos como para pensar que están relacionados. Estas similitudes nos hacen pensar que su antecesor hace millones de años, era común.</p>	<p>Carl Linneo (1707-1778) se convierte en un símbolo del fijismo cuando afirma que las diferentes formas de especies biológicas fueron creadas en el comienzo de los tiempos por un ser infinito.</p>	<p>En cada una de las islas Galápagos (junto al Ecuador), Darwin se asombró de encontrar sus propias tortugas y pájaros pinzones con picos diferentes.</p>	<p>Georges Cuvier (1769-1832), padre de la Paleontología y defensor de la teoría fijista que dice que tanto las especies vegetales, como las animales y por supuesto la propia especie humana son invariables, y por tanto no existe evolución.</p>	<p>Se han encontrado en otros continentes especies que no existen en el nuestro por haber tenido un medio favorable a la adaptación y a la selección natural.</p>	<p>Para explicar la evidente desaparición de unas especies y el surgimiento de otras nuevas, Cuvier se basa en admitir diversas creaciones sucesivas, separadas por grandes cataclismos geológicos, que aniquilaron multitud de seres vivos. Negar la Biblia y el Génesis es negar la palabra de Dios y es una herejía que debe ser condenada y prohibida por la Iglesia y por todos los cristianos.</p>	<p>Al observar las extremidades de los reptiles, pájaros y mamíferos vemos que están basados en el mismo diseño: extremidad pentadáctila. La existencia de estos órganos homólogos prueba que tienen que tener antepasados comunes. Esto es una prueba a favor de la evolución de las especies.</p>	<p>Los seres vivos, las especies, pueden ser inanimados como los vegetales (solo crecen) y los animales (crecen y se desplazan, responden a estímulos) y los seres animados, los hombres (que además tienen voluntad libre, un alma inmortal). Los vegetales no pueden cambiar entre sí, ni los animales, ni los humanos y mucho menos un mono puede dar un hombre. Dios creó a todos los seres vivos de la «nada» y creó al hombre a su imagen y semejanza. Acusan a los evolucionistas de no exponer pruebas para demostrar su teoría.</p>	<p>Ciertas serpientes como las anacondas y las pitones, tienen un par de pequeñas uñas o garras, aproximadamente en los 2/3 del cuerpo a uno y a otro lado. Se piensa que son restos de un par de patas. Estos órganos vestigiales apoyan la teoría de la evolución. Los fósiles encontrados de especies desconocidas nos indican que se extinguieron algunas especies, y que los seres vivos que existieron, básicamente, son muy parecidos a los actuales.</p>	<p>La acusan de cuento para niños, de mitología, de un mal sueño.</p>	<p>Existen más de 200 millones de especies de diferentes animales y plantas en la Tierra, una gran diversidad que no ha existido siempre.</p>	<p>Creer en el diluvio universal, en el pecado original y en el origen divino de todas las especies.</p>	<p>En periodos largos de tiempo, la selección natural puede causar grandes cambios llegando incluso a formarse nuevas especies.</p>	<p>Creer en la Biblia como verdad revelada por Dios y condenar la evolución, pues los seres vivos son inmutables...</p>	<p>Tellhard de Chardin (1881-1955), paleontólogo y teólogo cristiano, intenta hacer coincidir las ciencias antropológicas con la fe y la revelación divina (visión teleológica y providencialismo). El diseño inteligente es el nombre utilizado para describir a la corriente que sostiene que el origen y evolución del Universo, la vida y el hombre son el resultado de acciones racionales emprendidas de forma deliberada por uno o más agentes inteligentes. Es presentada como una versión de creacionismo contemporáneo anti-evolución que trata de buscar así la respetabilidad intelectual.</p>

Anexo 4: Ejercicio de ideas previas (Ficha para el estudiante):

Contesta a las siguientes preguntas:

1. Un ganadero quiere acabar con la población de moscas que hay en el establo. Para ello rocía el establo con una solución de insecticida A. Casi todas las moscas mueren, pero no todas. Al tiempo la población de moscas vuelve a ser grande, así que repite la operación, pero al igual que en el caso anterior, no mueren todas las moscas. Repite este proceso hasta 5 veces observando que cada vez mueren menos moscas. A la sexta vez piensa que quizás el insecticida se descompone con el tiempo por lo que vuelve a comprar una botella del mismo insecticida. Sin embargo, los resultados son similares. Siempre utiliza la misma cantidad y concentración de insecticida.

¿Qué crees que está pasando?

A. Las moscas intentan adaptarse al medio. Para ello, desarrollan poco a poco una mayor resistencia al insecticida lo que les permite sobrevivir.

B. El insecticida que ha comprado es el más barato de la tienda y por eso no es efectivo.

C. Hay moscas que presentan una mayor resistencia al insecticida. Estas moscas sobreviven más y se reproducen por lo que la población de moscas es cada vez más resistente.

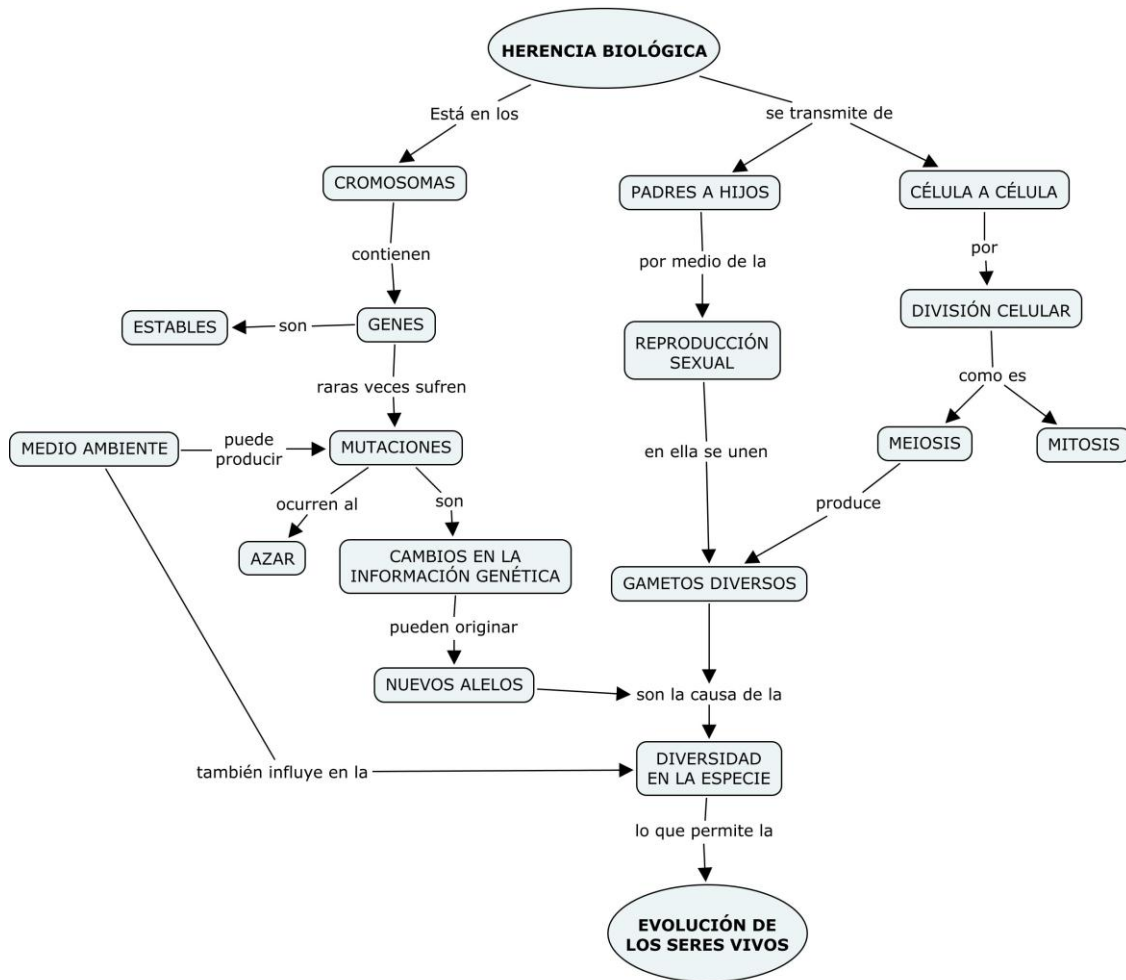
2. A principios del siglo XX, un naturalista realiza un experimento consistente en cortar durante varias generaciones, la cola a unos ratones y ver como aparece la descendencia.

¿Nacerían con o sin cola al cabo de 20 generaciones? ¿Por qué?

Imagina que se adiestra una lechuza para que cace los ratones según su cola, de manera que los que tienen cola son atrapados y los que no tienen cola no lo son. ¿Influiría en algo?

Anexo 5: Mapa conceptual Herencia-Evolución (Ayuso y Banet 2002):

Las alumnas y alumnos tienen que hacer un mapa conceptual que una los conceptos ya estudiados en las lecciones anteriores con la evolución de las especies. El siguiente mapa conceptual es un ejemplo.



Fuente: Gabriel Ayuso, E.; Banet, E. (2002). Revista Alambique, 39-47.

Anexo 6: Juegos de simulación de la selección natural - Simulación 1:

Ficha para el estudiante:

¿Qué es la selección natural?

Imagina la siguiente situación: *En un prado vive un insecto que puede ser verde o amarillo. El color del exoesqueleto está controlado por un gen que tiene dos alelos, el alelo que le da el color verde es dominante (A) y el alelo que le da el color amarillo es recesivo (a). Este insecto vive en un prado alrededor del cual tenemos la orla de un bosque donde nidifican muchos pájaros insectívoros, como por ejemplo petirrojos.*

Partiendo de la siguiente generación parental completa el genotipo y el fenotipo de las generaciones filiales que se formarán según las leyes de Mendel:

Generación parental: AA x aa

F_1

Fenotipo de F_1

F_2

Fenotipos de F_2

¿Qué fenotipo dominará en esta población de insectos?

Ahora vamos a hacer la simulación. Tenéis que representar las situaciones que se os detallan a continuación con el material disponible.

Condiciones del medio:

Situación 1: Es primavera y el prado está verde.

Situación 2: Llega el verano y la vegetación se seca.

Material: una cartulina verde, otra amarilla y 50 trocitos de las mismas cartulinas, siendo 25 verdes y 25 amarillos. Las cartulinas grandes representan el prado en dos momentos diferentes y los trocitos representan a los dos fenotipos de nuestra especie.

Roles de trabajo:

- Petirrojos: dos de vosotras o vosotros seréis petirrojos hambrientos que se alimentan de este insecto.
- Recopilación de datos: dos miembros del equipo.
- Controlador del tiempo y montaje de la simulación: dos miembros del equipo.

Procedimiento:

1. Los dos petirrojos se alejan de la mesa y se representa la situación 1.
2. Los petirrojos se acercan uno a uno. Tienen que cazar el mayor número de insectos posibles disponiendo cada uno de 3 vuelos de 10 segundos.
3. Se anotan los resultados
4. Los dos petirrojos se alejan y se representa la situación 2.
5. Se repiten los pasos anteriores.

Resultados:

Representar los resultados en la siguiente tabla y realiza una gráfica:

Fenotipo	Situación 1		Situación 2	
	Capturas	Nº de sobrevivientes	Capturas	Nº de sobrevivientes
Verde				
Amarillo				

¿A qué se deben las diferencias en el fenotipo capturado entre ambas situaciones?

¿Qué efecto tiene el medio sobre la población de insectos?

Anexo 7: Juegos de simulación de la selección natural - Simulación 2:

Ficha para el estudiante:

Ahora vamos a hacer otro juego de simulación de la selección natural

Material:

Piezas de diferentes formas y colores, dados, cuencos.

Explicación:

Cada uno de vosotros y vosotras tenéis una bolsa con varias piezas. Estas piezas representan el fenotipo de los individuos de una población (Por ejemplo, color del pelaje, longitud de las patas, tamaño de los dientes...). Las piezas de cada bolsa son del mismo color, este color representa una característica de la especie (Por ejemplo el tamaño de los dientes) y las piezas de la bolsa tienen formas distintas que representan las posibles mutaciones que pueden modificar cada uno de los caracteres (dientes más grandes o más pequeños).

Vamos a ver un ejemplo, imaginarnos una población de un mamífero de pelaje oscuro, patas cortas y dientes pequeños. Se producen mutaciones al azar surgiendo individuos que tienen el pelaje claro, o las patas más largas, o los dientes más grandes.

Formas de las piezas:

Redonda: el individuo presenta una característica que es neutra (es decir no resulta ni ventajosa ni perjudicial ante las condiciones del medio) y está presente en la mayoría de la población.

Cuadrada: representa una mutación en los genes que controlan el carácter y que resulta perjudicial para las condiciones del medio. Esta mutación es minoritaria, solo algunos individuos la presentan.

Triangular: representa una mutación en los genes que controlan el carácter y que resulta beneficiosa para las condiciones del medio. Al igual que en el caso anterior, es minoritaria, solo algunos individuos la presentan.

Procedimiento:

1. Lanzar un dado. El número que obtengáis será el número de piezas que tenéis que extraer de vuestra bolsa y depositar en el cuenco común. Importante: las piezas se extraen al azar.
2. Sacar seis piezas al azar del cuenco, estas piezas componen la primera generación y son las primeras que tendrán descendencia. Para saber cuántos descendientes van a tener cada una de las piezas hay que volver a lanzar el dado, pero atención:

3. La descendencia será mayor o menor según la forma de la pieza:
 - a. Pieza redonda: el número de descendientes es igual al número obtenido al tirar el dado.
 - b. Pieza cuadrada (desfavorable a las condiciones del medio): si obtenéis un "1" tendrá un descendiente, mientras que para el resto de valores tendrá dos.
 - c. Pieza triangular (favorable a las condiciones del medio): lanzaréis dos dados y el número de descendientes será igual a la suma de los valores de los dados.
4. Colocar la descendencia en otro cuenco y repetir el procedimiento sucesivamente de manera que vayáis obteniendo varias generaciones.

Dibuja los individuos de cada generación:

Generación parental:

F_1

F_2

F_3

Anota los resultados en una tabla Excel y realiza una gráfica de tendencia que represente las cuatro generaciones en el eje de las x y el porcentaje de individuos en el eje de las y. Cada fenotipo se representará en una línea.

¿Por qué según la forma de cada pieza la descendencia será mayor o menor?

Según lo visto en las simulaciones, ¿qué es la selección natural?

Anexo 8: Más ejemplos de selección natural:

Ejemplo 1 (Ministerio de Educación, Cultura y Deporte 2012):

Lámina 1:



Lámina 2:



Lámina 3



Lámina 4



Lámina 5:



Según todos los ejemplos que hemos visto de selección natural, ¿qué tienen en común los individuos que sobreviven?

¿Crees por tanto que en la lucha por la supervivencia el que sobrevive es siempre el más fuerte o el más inteligente?

La adaptación, ¿es resultado del esfuerzo realizado por los individuos para sobrevivir?

¿Cómo definirías el concepto de adaptación?

Anexo 9: *Biston betularia*, un ejemplo de evolución "en directo" (Mestres 2012):



La mariposa *Biston Betularia* ha proporcionado un ejemplo real de evolución a lo largo de 200 años. Esta especie presenta una forma clara y una forma oscura. Los naturalistas ingleses han podido comprobar cómo la selección natural favorecía una de estas dos formas en función del incremento o la disminución de la contaminación.

Artículo de Francesc Mestres, profesor de genética en la Universidad de Barcelona.

Los naturalistas ingleses del siglo XIX se dedicaron a recoger ejemplares del lepidóptero *Biston Betularia* y guardarlos en colecciones entomológicas. De esta manera se puede conocer con exactitud cómo han ido cambiando en abundancia las dos formas de color conocidas para esta especie, la forma clara (color blanquecino moteado) y la forma oscura (melánico).

La forma clara predomina en los ambientes naturales....

En la Inglaterra de comienzos del siglo XIX el ambiente no estaba contaminado, de modo que cuando la forma clara de la mariposa se detenía sobre la superficie de los árboles, como la corteza de estos también era clara y estaban recubiertos de líquenes (también grisáceos), se camuflan muy bien. En cambio, la forma oscura resaltaba mucho respecto al color del fondo de la superficie de los árboles. La forma clara estaba pues favorecida por la selección natural al quedar perfectamente camuflada. De manera que los depredadores naturales de la mariposa *Biston Betularia* (aves, como por ejemplo el petirrojo, *Erithacus rubecula*) detectaban con facilidad la forma oscura y la devoraban de forma preferente.

.... y la forma oscura predomina cuando hay contaminación

Esta situación ambiental cambió drásticamente a mediados del siglo XIX con la industrialización mediante las máquinas de vapor que utilizaban el carbón como combustible. Esto generó un ambiente muy polucionado, de forma que los líquenes de las cortezas de los árboles murieron, y además se acumuló una capa de hollín en su superficie. Por lo tanto, la corteza de los árboles pasó a ser negra. Por esta razón la forma melánica (negra) de *Biston Betularia* pasó a camuflarse muy bien en este nuevo entorno, mientras que la forma clara era muy aparente. Por esta razón los pájaros pasaron a depredar preferiblemente la forma clara, con lo que la forma oscura pasó a ser la más abundante debido a que estaba favorecida por la selección natural. Esta situación se mantuvo

hasta finales de la década de los 60 del siglo XX, cuando las medidas anti-polución impulsadas por el gobierno británico hicieron que de nuevo las superficies de los árboles poco a poco emblanquecieran, de forma que la selección volvió a favorecer la forma clara (bien camuflada) frente a la oscura.

La selección cambia al variar el ambiente

Es importante destacar que este ejemplo pone de manifiesto que se puede observar en acción la selección natural (el principal mecanismo de cambio evolutivo, tal y como sugirió el propio Darwin). También hay que resaltar que la selección cambia al variar el ambiente. Primero, en un ambiente no polucionado, la forma clara era favorecida por la selección al estar bien adaptada (camuflada). Después, al cambiar las condiciones hacia un entorno muy polucionado, en este ambiente la selección benefició a las formas oscuras, que estaban entonces mejor adaptadas. El nuevo cambio ambiental (reducción de la polución) volvió a invertir las condiciones del entorno, de forma que la forma clara pasó de nuevo a adaptarse mejor (volvía a no ser detectada por los depredadores) y era pues favorecida por la selección natural.

Hay que considerar también que si un tipo de individuos está favorecido por la selección natural, automáticamente otro grupo está contraseleccionado. Siempre que la selección favorece a las mariposas color concreto (claro u oscuro), el otro tipo está en desventaja.

Un ejemplo simplificado

Otro detalle importante es que el ejemplo que comentamos es útil para resaltar los mecanismos evolutivos pero, como todo modelo, se trata de una simplificación. Así, en la simulación, sólo hemos considerado la viabilidad de los individuos (si se camuflan tienen una probabilidad menor de sufrir depredación). La viabilidad es un factor fundamental sobre el que puede actuar la selección natural. Pero hay que tener en cuenta que no es el único factor, y no hay que olvidar que la selección puede actuar sobre muchos otros niveles: fecundidad, fertilidad, elección de la pareja, programa de producción de los gametos, etc. Fijémonos en el siguiente caso: si tenemos una mariposa *Biston Betularia* de forma clara sobre un fondo de árboles no contaminados se camuflará muy bien, pero si es estéril sus genes NO pasarán a la descendencia y por lo tanto no estará favorecida por la selección natural.

En el fondo, el concepto de la selección natural no es más que una reproducción diferencial: un individuo o grupos de individuos de la población mejor adaptados que el resto dejarán como media un número mayor de descendientes a la siguiente generación. Lo que estará favorecido por la selección es el dejar más descendientes que los demás. Esto puede alcanzarse de diferentes formas, por ejemplo, viviendo más tiempo o teniendo una fertilidad mayor.

Ejemplos de selección

La selección natural no sólo se puede visualizar en la naturaleza, sino que su efecto se puede cuantificar.

De esta manera, se ha podido estimar el efecto de la selección natural en muchas especies y muchas situaciones diferentes. El caso de *Biston Betularia* ha sido muy estudiado a nivel cuantitativo y se ha podido medir el efecto de la selección (lo que técnicamente se conoce como la eficacia biológica y el coeficiente de selección). Entre los ejemplos clásicos de selección natural está la progresiva resistencia de los insectos frente a los insecticidas o de las bacterias frente a los antibióticos. En el hombre se ha podido analizar el efecto de la selección natural en enfermedades como la anemia falcémica. Finalmente no podemos olvidar tampoco que la selección artificial llevada a cabo por el ser humano durante siglos sobre plantas y animales domésticos no es más que un reflejo de cómo actúa la selección a nivel de la naturaleza.

Francesc Mestres

¿Qué dos fenotipos presenta *Biston betularia* con respecto al color?

¿De qué cambio ambiental habla el autor de este artículo? ¿Qué efecto produce sobre la mariposa?

¿Cómo define la selección natural? (En el apartado *Un ejemplo simplificado*)

Anexo 10: Pruebas de la evolución:

Documento 3: Pruebas paleontológicas (II) (Hickman, Roberts, y Larson 2002):

Tendencias evolutivas

El registro fósil nos permite contemplar los cambios evolutivos a través de la mayor escala temporal. Las especies aparecen y se extinguen repetidamente a lo largo del registro fósil. Una especie animal puede, por término medio, sobrevivir entre uno y diez millones de años, aunque con grandes variaciones. Al estudiar la sustitución de unas especies o taxones por otros a lo largo del tiempo, se observan tendencias. Las tendencias son cambios orientados en los rasgos característicos o en los modelos de diversidad en un grupo de organismos. Las tendencias fósiles demuestran claramente el principio de Darwin del cambio perpetuo.

Una tendencia bien estudiada es la evolución del caballo, desde el Eoceno hasta el presente. Si nos fijamos en el Eoceno, vemos muchos géneros y especies de caballos diferentes, que fueron sustituidos por otros a lo largo del tiempo (Figura 6-11). George Gaylord Simpson (p. 201) demostró que esta tendencia es compatible con la teoría evolutiva darwinista. Los tres caracteres que mejor muestran una tendencia en la evolución del caballo son el tamaño corporal, la estructura de las patas y la estructura de los dientes. Comparados con los caballos actuales, los de los géneros extintos eran pequeños, sus dientes tenían una superficie de abrasión relativamente re-

ducida y sus patas tenían un número de dedos comparativamente alto (cuatro). A lo largo de los períodos siguientes, Oligoceno, Mioceno, Plioceno y Pleistoceno, se observa continuamente cómo aparecen nuevos géneros y se van extinguiendo los antiguos. En todos los casos se produce un claro incremento del tamaño corporal, un aumento de la superficie de abrasión de los dientes y la reducción del número de dedos. Conforme el número de dedos disminuía, el dedo central se hacía cada vez mayor, hasta que fue el único que quedó.

No solamente se puede observar un cambio claro en las características de los caballos, sino también en el número de géneros (y en el número de especies) a través del tiempo. Los numerosos géneros de caballos de épocas pasadas han desaparecido, dejando un único superviviente, el género *Equus*. Del mismo modo, se han observado tendencias evolutivas relacionadas con la diversidad en muchos grupos de animales (Figura 6-12).

Las tendencias en la diversidad fósil están producidas por diferentes frecuencias de formación y extinción de especies a lo largo del tiempo. ¿Por qué algunas estirpes producen gran número de especies nuevas mientras que otras estirpes dan lugar a sólo unas pocas? ¿Por qué diferentes linajes tienen mayores o menores frecuencias de extinción: (de especies, géneros o familias) a través del tiempo? Para responder a estas interrogantes, debemos volver a las otras cuatro teorías evolutivas de Darwin. Independientemente de cómo respondamos a estas preguntas, queda claro que las tendencias que se observan en la diversidad animal ilustran sin lugar a dudas el principio de Darwin de cambio perpetuo. Si tenemos en cuenta que las restantes cuatro teorías del darwinismo descansan en la teoría de cambio perpetuo, los hechos que apoyan tales teorías reforzarán ésta.

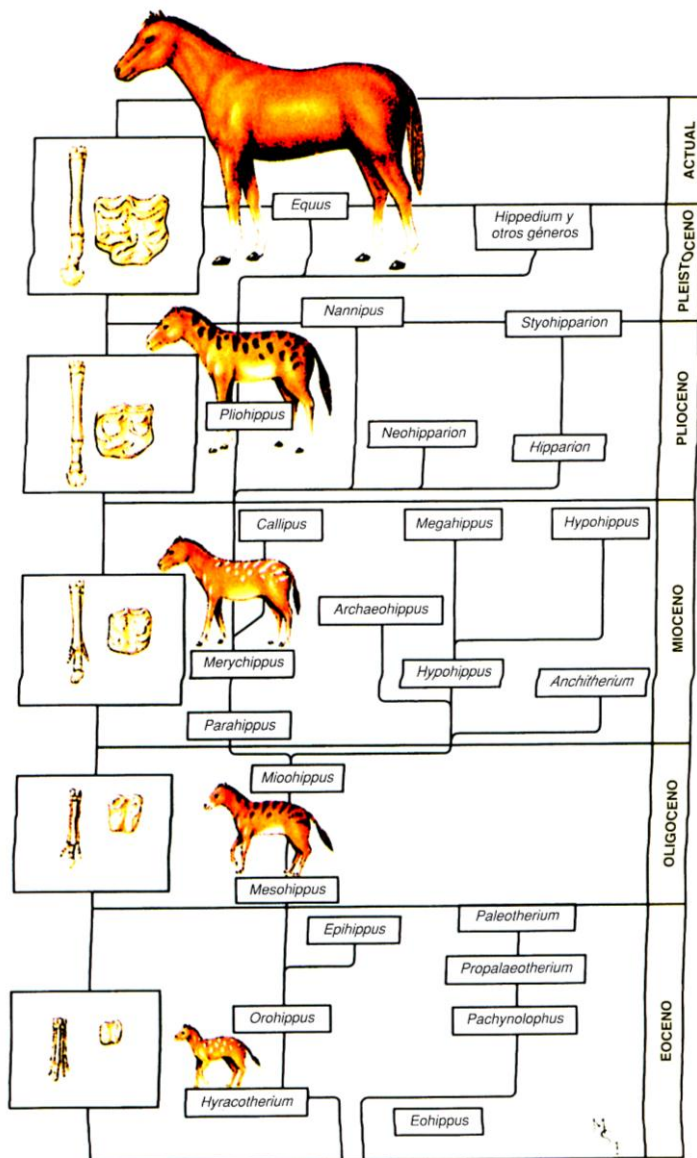


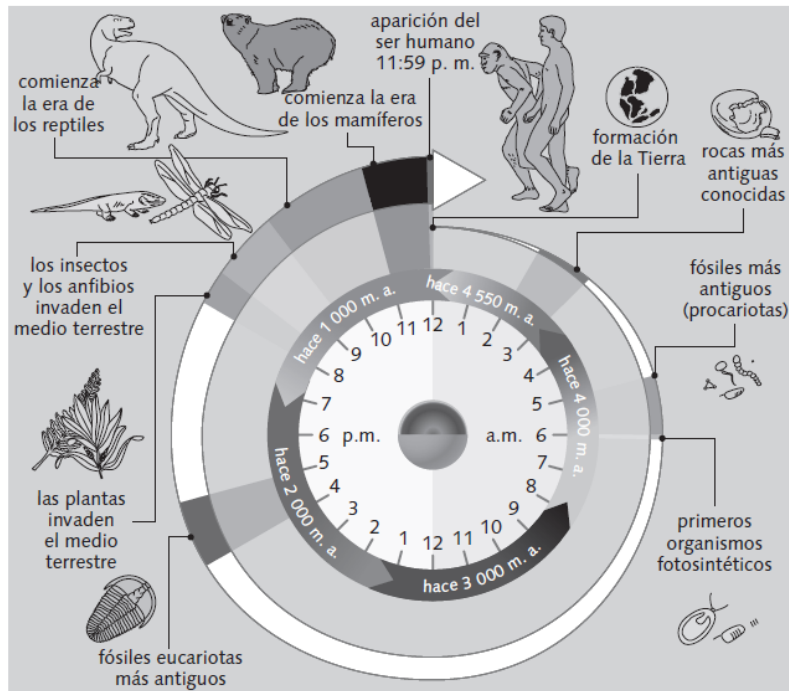
Figura 6-11

Reconstrucción de los géneros de caballos desde el Eoceno hasta la actualidad. Las tendencias evolutivas hacia el incremento en tamaño, la complejidad de los molares y la reducción del número de dedos se muestran junto con una genealogía hipotética de los géneros actuales y extintos.

24. El reloj de la evolución

Los fenómenos geológicos transcurren con mucha lentitud, tanto que las escalas temporales utilizadas por los geólogos abarcan miles de millones de años, un concepto del tiempo prácticamente inaprensible por la mente humana.

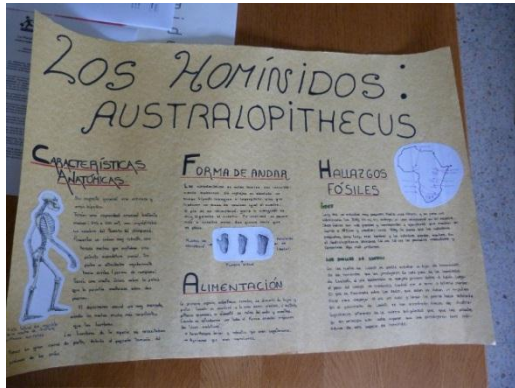
Vamos a representar los sucesos más significativos de la evolución de las especies como un reloj en el que todo ocurre en 24 horas.



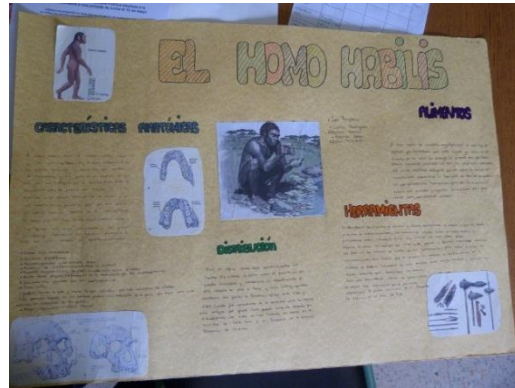
Anexo 12: La evolución de los homínidos:

Cartulinas realizadas por el alumnado:

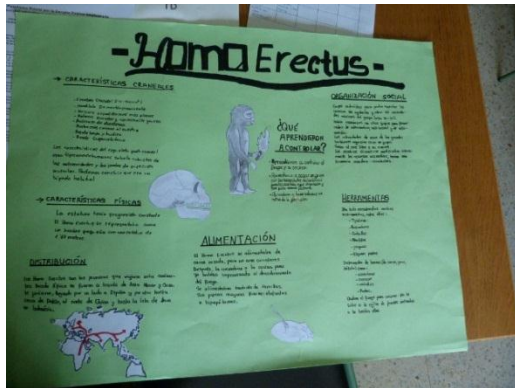
Grupo 1: *Australopithecus*



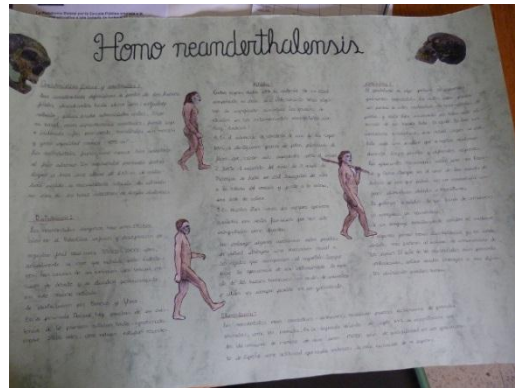
Grupo 2: *Homo habilis*



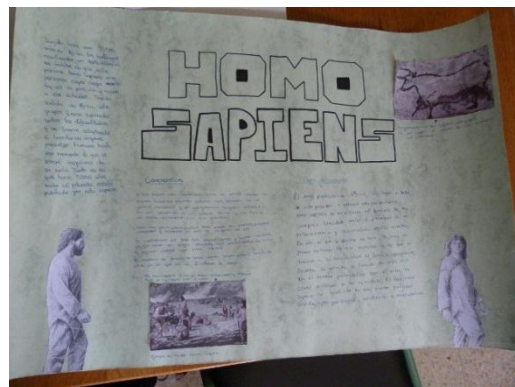
Grupo 3: *Homo erectus*



Grupo 4: *Homo neanderthalensis*



Grupo 5: *Homo sapiens*



Ficha para los miembros del 2º grupo:

El árbol genealógico de los homínidos: *Homo habilis* (GRUPO 2)

En el presente trabajo vais a representar las características más importantes de varios de los homínidos que nos precedieron, es decir, describiréis a grandes rasgos cómo vivían y qué cambios se fueron produciendo entre unos y otros. A vosotras y vosotros os ha tocado investigar sobre *Homo habilis*, homínido que vivió en África hace unos 2,5 millones de años hasta hace aproximadamente 1,6 millones de años.

Para realizar este trabajo tendréis que buscar información y posteriormente representarla en una cartulina teniendo en cuentas los siguientes puntos:

- Características anatómicas (cráneo, ...)
- Construcción de herramientas
- Alimentación
- Distribución

La forma de representar es libre, podréis dibujar, escribir, pegar recortes, lo que decidáis en el grupo. No hace falta que intentéis plasmar todos los datos que encontréis sino que debéis seleccionar los más importantes y ordenarlos en la cartulina de manera que queden las ideas principales.

Estos son los pasos a realizar:

1. Sesión de explicación del trabajo y reunión en grupo para repartir las tareas.
2. Recopile de información en casa.
3. Siguiente sesión: ¡a hacer la cartulina! Tendréis la sesión entera para ello. **Importante: Traer la información que habéis buscado y pinturas.**
4. Sesión de exposición de la cartulina. Explicaréis a vuestros compañeros y compañeras lo que habéis aprendido sobre *Homo habilis*.

Documental: La odisea de la especie (18 minutos). (Todos los miembros del grupo):

- <http://www.youtube.com/watch?feature=endscreen&NR=1&v=40dZ84ps-rc> (desde el minuto 5)
- <http://www.youtube.com/watch?feature=endscreen&NR=1&v=-gEBVqnCnRM>

- <http://www.youtube.com/watch?feature=endscreen&NR=1&v=LmLfRZ1Am6k> (Hasta el minuto 8-9)

Recursos Web:

- http://recursos.cnice.mec.es/biosfera/alumno/4ESO/evolucion/h_habilis.htm
- <http://conteni2.educarex.es/mats/14470/contenido/> (Animación)
- <http://www.portalciencia.net/antroevohabi.html>
- <http://www.diariodeatapuerca.net/HomohabilisyRudolfensis.pdf>
- http://www.portalplanetasedna.com.ar/curiosidades_22.htm
- <http://www.becominghuman.org/node/homo-habilis-essay> (en inglés)

Anexo 13: Rúbrica de autoevaluación y coevaluación:

Autoevaluación y coevaluación del trabajo en grupo

Con ayuda de esta tabla vas a evaluar tu participación en este trabajo y la participación de tus compañeras y compañeros de grupo:

	4 Excelente	3 Bueno	2 Regular	1 Malo
Actitud	Su actitud ha sido buena y positiva. Escuchó y respetó a los compañeros del grupo. También aportó ideas.	Su actitud ha sido buena. Casi siempre escuchó y respetó a los compañeros del grupo. Aportó alguna idea.	Pocas veces escuchó o respetó a los compañeros del grupo. Se mantuvo callado y no propuso casi ninguna idea	Mostró desinterés y no escuchó a los compañeros.
Trabajo asignado	Entregó el trabajo a tiempo y sin necesidad de darle seguimiento	Entregó el trabajo aunque tarde y requirió seguimiento	Solo entregó una parte del trabajo que tenía asignado	No trajo el trabajo que tenía asignado

Nombre	Actitud (4: excelente, 1: malo)	Trabajo asignado (4: excelente, 1: malo)
1.*		
2.		
3.		
4.		
5.		
6.		

* En la primera fila evalúa tu actitud y el trabajo que has realizado

Anexo 14: Examen

1. Contesta a las siguientes preguntas (1 punto):

a) ¿Cómo interpreta la biología moderna la extraña fauna australiana?

1. Es un hecho inexplicable que sigue formando parte del misterio de la vida
2. Una prueba de que Darwin no tenía razón, ya que hay mamíferos que ponen huevos
3. Constituye una prueba biogeográfica, debido al aislamiento de este continente



b) ¿Qué tipo de prueba nos aporta el *Archaeopteryx*?

1. Ninguna, puesto que no puede demostrarse la evolución
2. Embriológica: las aves constituirían una familia de reptiles
3. Paleontológica: los reptiles evolucionaron a partir de aves
4. Paleontológica: las aves surgirían a partir de algún reptil



c) ¿Cómo son entre sí las extremidades anteriores de estos mamíferos?

1. Son órganos homólogos
2. Son órganos atrofiados
3. Son órganos atróficos
4. Son órganos análogos



d) Los machos de estas especies combaten por las hembras con sus "cuernos" ¿Cómo son entre sí estos órganos?

1. Análogos
2. Sexistas
3. Homólogos
4. Iguales



2. Relaciona los siguientes principios con la teoría que les corresponde: Fijismo (F), Lamarckismo (L) y Darwinismo (D) (2 puntos):

- Los seres vivos se mantienen tal y como son creados, no cambian. _____
- Un cambio en las condiciones ambientales puede favorecer a algunos individuos que tienen caracteres minoritarios en la población. _____
- Los individuos compiten por el espacio, por el alimento. A esto se le llama lucha por la supervivencia. _____
- Los caracteres que adquiere un individuo para adaptarse al medio, los transmite a su descendencia. _____
- La adaptación es el resultado de la selección ejercida por el medio que elimina a los individuos peor adaptados. _____
- Los seres vivos utilizan de manera intensiva una parte de su cuerpo y esto origina que esa parte cambie. _____
- Algunos seres vivos desaparecieron a consecuencia de las catástrofes que se mencionan en la Biblia como por ejemplo, el diluvio universal. _____
- En las poblaciones hay variabilidad, es decir, todos los individuos no son iguales. _____
- La selección natural resulta beneficiosa para algunos individuos y perjudicial para otros. _____

3. ¿Cómo se origina la variabilidad en una población, es decir las diferencias que hay entre unos individuos y otros? (2 puntos)

4. Lee el siguiente texto y contesta a la pregunta (2 puntos):

Cuando un nuevo antibiótico se utiliza por primera vez, resulta muy eficaz contra las bacterias sensibles. Pasado un tiempo, pierde actividad y se necesita aumentar la dosis o, incluso, cambiar de antibiótico. Entonces se dice que las bacterias son resistentes a ese antibiótico.

a) ¿Por qué el antibiótico ya no es eficaz?

5. Los caracoles del género *Cepaea* presentan conchas de diferentes colores: marrón, amarillo, rosa o a rayas. Los zorzales comunes se alimentan de ellos, agarrándolos con el pico y golpeándolos contra una roca hasta romper las conchas. Los restos de concha hallados permiten determinar el color de los caracoles que el zorzal ha cazado en mayor proporción en distintas épocas del año (2 puntos).



Zorzal común



Caracoles del género *Cepaea*

Mes	% de conchas amarillas
Abril	42
Junio	22

a) ¿Por qué crees que en abril se comen más caracoles de concha amarilla que en junio?

b) ¿Cómo sería el porcentaje de conchas rosas que cabría esperar en el mes de enero en una pradera, alto o bajo? ¿Por qué?

6. Responde si es verdadero (V) o falso (F) (1 punto):

- Los primeros homínidos surgieron en Europa y después se desplazaron a África. _____

- La postura erguida y la marcha bípeda supusieron la separación de los homínidos con los antepasados de los chimpancés y de los gorilas. _____

- Homo sapiens es el único superviviente de la familia de los homínidos. _____

- La evolución de los homínidos fue lineal, es decir, cada homínido vivió en una época determinada y desapareció dando lugar a otro más perfeccionado. _____

- El género *Homo* se caracteriza por ser capaz de construir y manejar herramientas e instrumentos. Además presenta un gran desarrollo del cerebro. _____

Anexo 15: Encuesta de satisfacción (Universidad de Zaragoza, 2012):

El objetivo de esta encuesta es saber tu opinión sobre la unidad que acabamos de estudiar. Vas a ver una serie de afirmaciones y tienes que contestar siguiendo la siguiente escala:

4: Muy bien, 3: Bien, 2: Regular, 1: Deficiente, NS: No sabe/no contesta.

La siguiente encuesta es anónima, así que por favor contesta a las preguntas con sinceridad.

Sobre la labor del profesor o profesora:	
<i>Explica de manera clara y ordenada, destacando los aspectos más importantes.</i>	
<i>Tiene una actitud receptiva y muestra disposición a la hora de resolver dudas o escuchar al alumnado.</i>	
<i>Fomenta la participación del estudiante.</i>	
<i>La información entregada para hacer los trabajos en grupo (explicación de los objetivos, bibliografía, procedimiento, evaluación, etc.) ha sido adecuada.</i>	
<i>Las herramientas que ha utilizado para evaluar la unidad me han parecido correctas.</i>	
<i>El nivel de las pruebas se corresponde con el de las clases.</i>	
Sobre tu propia labor como alumno o alumna:	
<i>Considero mi preparación previa suficiente para seguir la unidad.</i>	
<i>Resuelvo las dudas preguntando en clase.</i>	
<i>Me siento satisfecho/a con lo aprendido.</i>	
<i>El tema me ha resultado interesante.</i>	
<i>El ambiente de las sesiones ha sido cómodo y adecuado</i>	

Opiniones o sugerencias:

.....

.....

.....

.....

.....