



UNIVERSIDAD DE JAÉN

Centro de Estudios de Postgrado

EL ORIGEN DE LA VIDA Y LA EVOLUCIÓN EN EL AULA DE CIENCIAS

Alumno/a: **Fernández Consentino, Laura**

Tutor/a: **Prof. D. Matías Reolid Pérez**

Dpto: **Geología**

Octubre, 2019

ÍNDICE

RESUMEN Y PALABRAS CLAVE.....	1
1. INTRODUCCIÓN.....	2
2. FUNDAMENTACIÓN EPISTEMOLÓGICA.....	3
2.1. El origen de la vida.....	3
2.1.1. Antiguas teorías sobre el origen de la vida. Generación espontánea.....	3
2.1.1.1. Experimento de Redi.....	4
2.1.1.2. Experimento de Louis Pasteur.....	6
2.1.2. Teorías modernas sobre el origen de la vida.....	8
2.1.2.1. Panspermia.....	9
2.1.2.2. Abiogénesis o síntesis prebiótica.....	10
2.2. El origen de la biodiversidad.....	14
2.2.1. Creacionismo.....	14
2.2.2. Fijismo.....	15
2.2.3. Catastrofismo.....	15
2.3. Lamarck. Herencia de caracteres adquiridos.....	16
2.3.1. Historia de la ciencia. Lamarck.....	16
2.3.2. Aspectos de la teoría transformista de Lamarck.....	18
2.4. Darwin y Wallace. Selección Natural.....	19
2.4.1. Historia de la ciencia. Darwin y Wallace.....	20
2.4.2. Selección Natural.....	21
2.4.3. Selección sexual.....	25
2.5. Pruebas a favor de la evolución.....	26
2.5.1. Pruebas anatómicas.....	26
2.5.2. Pruebas biogeográficas.....	28

2.5.3. Registro fósil.....	29
2.6. Aspectos didácticos del proceso de enseñanza del origen de la vida y la evolución.....	29
2.6.1. Ideas previas del alumnado.....	30
2.6.2. Propuesta didáctica.....	30
3. PROYECCIÓN DIDÁCTICA.....	32
3.1. Introducción.....	32
3.2. Legislación.....	33
3.3. Justificación.....	33
3.4. Contextualización.....	34
3.4.1. El centro educativo.....	34
3.4.2. El alumnado.....	36
3.5. Aspectos psicológicos y pedagógicos del alumnado y de la enseñanza.....	36
3.6. Objetivos.....	37
3.6.1. Objetivos generales de etapa.....	37
3.6.2. Objetivos generales del área de conocimiento.....	39
3.6.3. Objetivos específicos de la unidad didáctica.....	40
3.7. Competencias	41
3.8. Contenidos.....	45
3.8.1. Contenidos de la materia.....	45
3.8.2. Elementos transversales.....	46
3.8.3. Contenidos de planes y proyectos.....	46
3.9. Metodología	47
3.9.1. Principios metodológicos.....	48
3.9.2. Temporalización.....	49
3.9.3. Organización del aula.....	51

3.9.4. Materiales y recursos didácticos.....	51
3.9.5. Descripción y secuenciación de actividades.....	52
3.9.6. Atención a la diversidad.....	62
3.9.7. Interdisciplinariedad	63
3.10. Evaluación.....	64
3.10.1. Sistema de evaluación	64
3.10.2. Criterios de evaluación	64
3.10.3. Estándares de aprendizaje.....	65
3.10.4. Criterios de calificación.....	66
3.10.5. Instrumentos de evaluación	67
3.10.6. Recuperación y proacción.....	73
3.10.7. Evaluación de proceso.....	73
3.11. Conclusión.....	74
Bibliografía	75
Anexos.....	78

Nota:

A lo largo de este trabajo se utiliza el masculino en sentido genérico sin connotación sexista alguna.

RESUMEN

Este trabajo de fin de máster propone una unidad didáctica sobre el origen de la vida y la evolución en el marco de la asignatura de Biología y Geología de 4º de Enseñanza Secundaria Obligatoria. En primer lugar, se lleva a cabo una revisión bibliográfica acerca de los aspectos más importantes relacionados con el origen de la vida y la evolución. A continuación, se realiza la proyección de la unidad didáctica. Para su desarrollo se tienen en cuenta diversos aspectos didácticos como son las posibles ideas previas que puedan presentar. También destaca el uso de metodologías innovadoras con el objetivo de que el alumnado tenga un aprendizaje significativo y presente un papel activo en clase. En el proceso de enseñanza-aprendizaje se busca fomentar el trabajo en equipo, el uso del pensamiento crítico y la correcta utilización del método científico. Se establecen unas sesiones durante las cuales se realizan diferentes actividades acompañadas con determinados recursos y materiales con el fin de mantener al alumnado motivado.

PALABRAS CLAVE: origen de la vida, evolución, didáctica, aprendizaje significativo

ABSTRACT

This master's final project proposes a didactic unit on the origin of life and evolution in the framework of the subject Biology and Geology of 4th year of Secondary Education. First, a bibliographic review is carried out on the most important aspects related to the origin of life and evolution. Next, the projection of the teaching unit is carried out. For its development, different didactic aspects are taken into account, such as the possible previous ideas that they may present. It also highlights the use of innovative methodologies with the objective that students have meaningful learning and present an active role in class. In the teaching-learning process, the aim is to promote teamwork, the use of critical thinking and the correct use of the scientific method. Sessions are required during which different activities are carried out accompanied with certain resources and materials in order to keep the students motivated.

KEYWORDS: origin of life, evolution, teaching, meaningful learning

1. INTRODUCCIÓN

En este trabajo de fin de máster (TFM) se va a presentar una unidad didáctica en la que se trata el origen de la vida y la evolución, ambos contenidos son pilares sobre los que se asienta la Biología moderna.

Han sido muchos los científicos y científicas que han intervenido, investigado y aportado respuestas a grandes preguntas sobre la incógnita del origen de la vida. Por eso se puede acercar, gracias a estos contenidos, la historia de la ciencia, los procesos científicos, el uso de una visión crítica y el pensamiento científico al alumnado. Los estudiantes pueden trabajar estos conocimientos de forma que comprendan mejor la naturaleza de la ciencia, siendo más conscientes de la gran cantidad de variables que pueden influir en su avance.

En cuanto a la evolución, la frase de Theodosius Dobzhansky *“Nada en Biología tiene sentido si no es a la luz de la Evolución”* pone de manifiesto la relevancia de este concepto y los procesos relacionados con el mismo en esta ciencia. Es de vital importancia que el alumnado comprenda bien este mecanismo para poder entender muchos otros aspectos de la Biología. Además, se destaca la historia de la ciencia, estudiando a grandes científicos como Darwin y Wallace que tienen un papel clave en la Biología.

Estos son los principales motivos que justifican que la evolución y la incógnita del origen de la vida sean protagonistas en este trabajo.

Las actividades que se van a exponer van orientadas al alumnado de 4º ESO. Se va a proceder a una contextualización del propio centro educativo y de su alumnado, además de estudiar algunos de los aspectos psicológicos y pedagógicos que pueden presentar los estudiantes que encontramos en 4º ESO. En la unidad didáctica se proponen una serie de actividades para llevar a cabo mediante metodologías que resulten lo más acordes posibles al alumnado al que van dirigidas.

2. FUNDAMENTACIÓN EPISTEMOLÓGICA

2.1. El origen de la vida

Hay ciertas preguntas relacionadas con la ciencia que han ocupado el pensamiento humano a lo largo de diversas generaciones y durante una gran extensión temporal. Concretamente, una de las grandes incógnitas que ha dado lugar a numerosas preguntas y esfuerzos por encontrar respuestas es el origen de la vida. A lo largo de la historia ha habido diferentes corrientes de pensamientos cuyo objetivo era dar una explicación a estas preguntas que la humanidad se ha planteado a lo largo del tiempo.

La edad de la Tierra es de 4.600 millones de años y originalmente se trataba de un lugar sin vida (Orgel, 1994). Actualmente, observamos que en el planeta Tierra existen gran diversidad de formas de vida que se encuentran en la biosfera... Pero, ¿Qué es la vida? La vida se genera como consecuencia de interacciones entre componentes no vivos, es decir, es una propiedad emergente. La célula se considera la unidad mínima de la vida (Audesirk et al., 2013), encontramos que a nivel bioquímico existen una serie de características que son exclusivas de las células vivas y las caracterizan: tienen una membrana que las aísla del medio externo, tienen metabolismo propio, pueden duplicarse y evolucionar (Curtis et al., 2006). Una célula o un conjunto de ellas forman a los seres vivos, que poseen una serie de rasgos comunes: se reproducen, tienen la capacidad de evolucionar, se relacionan, se mantienen gracias al proceso de homeostasis, etc. (Audesirk et al., 2013).

El estudio del origen de la vida es uno de los mejores ejemplos para explicar la historia de la ciencia y de los propios científicos involucrados en desentrañar uno de los mayores enigmas a los que se enfrenta el conocimiento humano. La historia de la ciencia se considera un recurso de gran utilidad a la hora de entender la naturaleza de la ciencia, y puede mejorar el aprendizaje de los conocimientos científicos. Un punto de vista que favorezca la visión histórica y social del avance científico, va a fomentar una visión más reflexiva por parte del alumnado y, como consecuencia, una mejor comprensión de método científico (Acevedo-Díaz et al., 2016).

A continuación, se procede al desarrollo de algunas teorías antiguas que explicaban el origen de la vida y a una serie de experimentos que desmintieron las mismas.

2.1.1. Antiguas teorías sobre el origen de la vida. Generación espontánea.

Una de las antiguas teorías sobre el origen de la vida es la generación espontánea, la cual dice que es posible que nazcan seres vivos a partir de materia inorgánica cómo puede ser tierra.

En algunas obras de Aristóteles se plasmó la idea de la generación espontánea, desarrollando esta hipótesis como la unión de la materia y la forma. Esta última, se trataría del “alma” que le permitiría al ser tener una forma y un movimiento (Oparin, 1974).

La teoría de la generación espontánea fue apoyada por más pensadores de la Antigua Grecia y se mantuvo durante gran cantidad de años.

Durante el siglo XVII se mostraron experimentos a favor y en contra de esta teoría. Esto dio lugar a una controversia científica, es decir, un enfrentamiento entre dos o más corrientes de pensamiento. Estas controversias también resultan acontecimientos interesantes para acercarnos a una mejor comprensión de la naturaleza de la ciencia (Acevedo Díaz et al., 2016).

En el siglo XVII fueron muchos los naturalistas que se posicionaron a favor de la generación espontánea. En este periodo la invención del microscopio provocó que esta teoría tuviera más apoyo, esto se debe a la visualización de la rápida y fácil proliferación de los organismos microscópicos, uno de los defensores de este hecho fue el naturalista Leeuwenhoek.

Jean Baptiste van Helmont (Fig. 1) también mostró sus argumentos a favor de la teoría de la generación espontánea. Durante este mismo siglo el naturalista Francesco Redi realizó un experimento que se manifestaba en contra de la generación espontánea. En años posteriores continuó esta polémica, resultando diferentes explicaciones, ideas y variantes (Palma, 2011).



Fig. 1. J. B. Helmont, naturalista a favor de la generación espontánea (Collado, 2014).

2.1.1.1. Experimento de Redi

Francesco Redi fue un médico y naturalista italiano que contribuyó con sus experimentos a desmentir la existencia de la generación espontánea (Palma, 2011).

Los experimentos de Redi son muy conocidos. Con ellos demostró que las larvas de mosca que aparecían en la carne en descomposición provenían de los huevos que otras moscas habían depositado allí y no de la carne en sí (Parke, 2014).

El experimento consistía en la colocación de trozos de carne en frascos. En un recipiente colocó la carne y la dejó sin tapar; mientras que en otro frasco puso la carne y colocó un papel que ató al orificio del frasco dejando el interior relativamente aislado. Lo que observó fue que en el frasco que había estado tapado no aparecían larvas de mosca, en cambio en el frasco que si había permanecido abierto se observaban estas larvas en la carne. La conclusión a la cual llegó fue que en el recipiente cerrado no había larvas

porque el papel no había dejado entrar a las moscas para que pusieran sus huevos, por lo que los “gusanos” aparecen de los huevos de otras moscas y no de la carne por sí sola.

Además, Francesco Redi realizó otro experimento en el cual tapaba un frasco con una rejilla por la que podía pasar el aire, lo hizo para descartar que este factor influyese en el resultado. Lo que pudo observar fue lo esperado, tampoco se encontraban larvas en esta carne debido a que la rejilla no dejaba pasar a las moscas para depositar sus huevos (Fig. 2) (Palma, 2011).

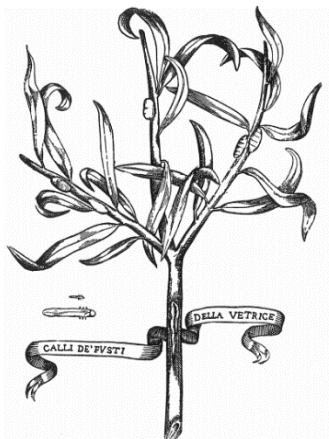
Se considera de forma histórica que estas investigaciones tuvieron una gran importancia y marcaron el principio del fin de la teoría de la generación espontánea.



Fig. 2. Experimento de F. Redi que desmentía la generación espontánea. Se observan los tres recipientes que de izquierda a derecha son: frasco abierto, frasco tapado por una rejilla y frasco relativamente aislado del exterior

http://www.juntadeandalucia.es/averroes/centroscopic/41702011/helvia/sitio/upload/ACTIVIDADES_FINALES SOBRE ORIGEN Y EVOLUCION.pdf

Aunque Francesco Redi es conocido principalmente por este acertado experimento, también cometió errores en relación a otras ideas que él mismo planteó. Él observó que algunos insectos nacían en un crecimiento anómalo de la planta conocida como “agalla”, lo que Redi sostenía era que estos insectos eran originados por la propia planta (Fig. 3).



Actualmente sabemos que esto es totalmente incorrecto y que los insectos aparecen en estas estructuras porque sus progenitores pusieron ahí los huevos.

Esta última afirmación fue un gran error para el naturalista, ya que parece dar soporte a la idea de la existencia de la generación espontánea (Parke, 2014).

Fig. 3. Dibujo de Redi en el que se observan estas estructuras denominadas agallas (Parke, 2014).

2.1.1.2. Experimento de Louis Pasteur

Louis Pasteur (Fig. 4) es considerado el padre de la microbiología. Trabajó en diversos ámbitos y dedicó la mayor parte de su vida a investigar sobre temas muy diversos, siempre dando prioridad al correcto uso del método científico (Restrepo, 1996).

Pasteur hizo grandes contribuciones a la ciencia y más concretamente en el campo de la medicina. Dedicó una parte de su vida a la elaboración de una serie de experimentos con los que se posicionaba en contra de la teoría de la generación espontánea; los experimentos y debates generados como consecuencia, se prolongaron durante un total de cinco años (Gillen y Sherwin, 2008)

Para entrar en contexto cabe destacar que, anteriormente a los experimentos relacionados en el marco del debate de la generación espontánea, Louis Pasteur había trabajado en la investigación de las fermentaciones (Restrepo, 1996).

Los experimentos relacionados se llevaron a cabo a mediados del siglo XIX (Gillen y Sherwin, 2008).

Algunos científicos de la época afirmaban que la fermentación era consecuencia de la descomposición de materia orgánica. Esta idea se enfrenta a la de una minoría, la cual defendía que este proceso se producía como resultado de la acción de un ser vivo microscópico. Pasteur, tras la realización de diversos experimentos, publicó un manifiesto en el año 1857 donde mostraba que la presencia de una bacteria concreta es la clave para que se produzca el ácido láctico. Finalmente, llega a la interesante conclusión de que la presencia de vida es esencial para que se de este proceso.

Durante el siglo XIX, encontramos a científicos posicionados a favor y en contra de la teoría de la generación espontánea. Destaca Jean Baptiste Pouchet, científico coetáneo a Pasteur, quien en este periodo publicó sus experimentos; estos trataban sobre la formación espontánea de organismos en aire “artificial” y con la presencia de oxígeno. Louis Pasteur se mostró en desacuerdo con los experimentos y las conclusiones obtenidas por Pouchet, dando lugar a una controversia que se prolongaría durante unos años (Restrepo, 1996).

Estas controversias científicas resultan ser una estrategia didáctica para introducir la historia de la ciencia en las aulas. Gracias a trabajar esta visión nos hacemos conscientes de la cantidad de variables que pueden influir en la aceptación o no de un hecho científico, además de ver la influencia que puede tener la sociedad en estos aspectos.



Fig. 4. Louis Pasteur (Gillen y Sherwin, 2008).

El experimento de Pouchet consistió en la colocación de un matraz del revés, quedando la boca dentro de un recipiente con mercurio, evitando de esta forma que entrase el aire. El matraz contenía agua destilada y la boca de éste se conectó mediante un tubo a un aparato cuya función era generar oxígeno. El oxígeno comenzó a pasar al matraz y cuando este contenía la misma cantidad de agua que de oxígeno, Pouchet introdujo heno con ayuda de unas pinzas esterilizadas, que quedó flotando en la superficie del agua. Lo que pudo observar tras unos días fueron microorganismos en el heno. Para Pouchet estos microorganismos habían aparecido en condiciones estériles; por lo que no provenían de otro ser vivo previo, posicionándose a favor de la generación espontánea (Fig. 5) (Morcillo y García, 2013).

Pasteur no estaba de acuerdo con las conclusiones extraídas del experimento anterior. Este investigador ya había hecho sus experimentos sobre las fermentaciones, demostrando que el proceso se producía por la presencia de microorganismos. Es decir, para Pasteur la generación espontánea no era una opción (Restrepo, 1996). Además, ya había hecho investigaciones en las que había observado que en el aire había microorganismos, lo que influyó en sus trabajos posteriores (Gillen y Sherwin, 2008).

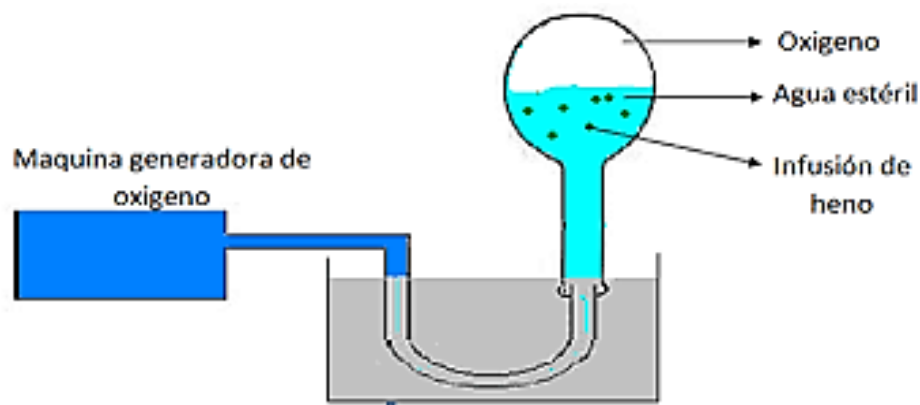


Fig. 5. Experimento de Pouchet, a favor de la generación espontánea (Morcillo y García, 2013).

Debido a estas últimas investigaciones Pasteur pensó que el mercurio que Pouchet había usado en su experimento podía estar contaminado por el aire y, por eso, se habían formado los microorganismos que observó pasados los días. Pasteur emprendió su propio experimento, que destaca por las cuidadas condiciones de esterilidad.

Para llevarlo a cabo, Pasteur creó los matraces con cuello de cisne. Para ello curvó la parte de la boca del matraz disponiendo la parte más delgada de éste de forma ondulada (Fig. 6).

Llenó este matraz de un líquido que contenía levaduras y lo calentó hasta hervir, es decir, quedó en condiciones estériles (eliminó los microorganismos presentes).

Debido a la forma del matraz los microorganismos que lleva el aire no podían llegar al líquido contenido, por lo que éste se mantenía transparente. Si se rompía el cuello ondulado del matraz el aire sí podía ponerse en contacto con el líquido, llegando los microorganismos y, como consecuencia, podía observarse el líquido más turbio por la proliferación de estos (Fig. 7). Este experimento se posiciona en contra de la teoría de la generación espontánea.



Fig. 6. Matraz con cuello de cisne que Pasteur usó en sus experimentos. (Audesirk et al., 2013).

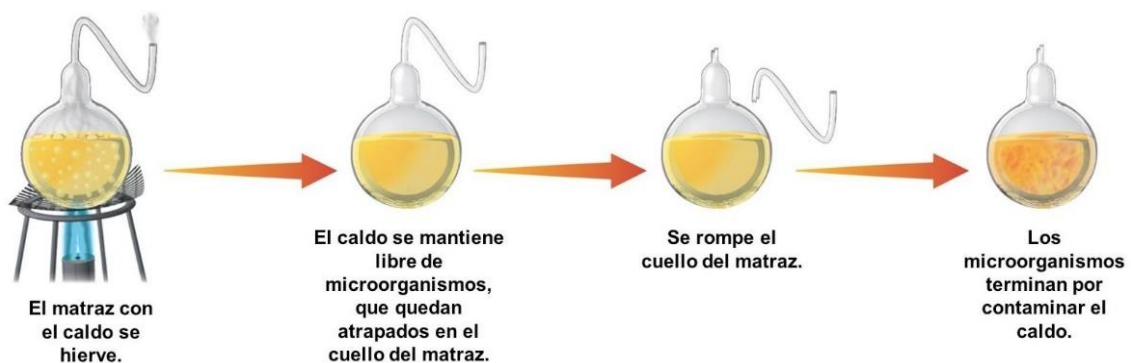


Fig. 7. Experimento de Louis Pasteur. (<https://www.mundonets.com/experimento-de-louis-pasteur/>)

El problema que no se resolvió fue por qué en los experimentos de Pouchet crecían organismos a pesar de las condiciones de esterilidad que mostraban. Esta polémica viene por el desconocimiento de las esporas, que son estructuras bacterianas que resisten altas temperaturas. En el heno que Pouchet usaba se podían encontrar estas esporas, y por esto crecían microorganismos pasados los días. En cambio, el caldo que usó Pasteur no contenía estas estructuras resistentes al calor, por lo que si no entraban microorganismos del aire este caldo se mantenía estéril (Restrepo, 1996).

2.1.2. Teorías modernas sobre el origen de la vida

En este apartado se exponen las teorías más actuales sobre el origen de la vida. Antes de comenzar a explicar cada una ellas es interesante tratar algunos aspectos que resultan esenciales para el entendimiento de las mismas, ya que son los cimientos del conocimiento a partir de los cuales se construyen.

Existen una serie de elementos indispensables para la formación de la vida. Se trata del carbono, hidrógeno, oxígeno y nitrógeno; elementos químicos que constituyen la base química orgánica (Gómez-Caballero y Pantoja-Alor, 2003). Lo más característico de las moléculas orgánicas es que en todos los casos llevan el carbono como elemento esencial. Este elemento se va a combinar con otros, dando lugar a diferentes tipos de compuestos orgánicos, que van a tener en común el carbono como elemento presente (Oparin, 1974).

La importancia del átomo de carbono reside en su capacidad de poder formar un total de cuatro enlaces covalentes, ya sea con otros átomos de carbono o con otros átomos distintos. Los enlaces covalentes se forman como consecuencia de compartir electrones y el carbono presenta cuatro en su orbital superior que pueden dar lugar a estos cuatro enlaces covalentes (Curtis et al., 2008).

Por otra parte, destaca el agua como compuesto esencial para la vida. Supone un porcentaje muy alto del total del peso de todos los organismos vivos. El agua posee una serie de características gracias a las cuales es una molécula de tanta importancia en los organismos vivos: las diferentes moléculas de agua van a interaccionar entre sí a través de puentes de hidrógeno, interaccionan con otro tipo de moléculas, tienen un alto calor específico y calor de vaporización y cuando pasan a estado sólido dan lugar al hielo.

Las características del agua generan que estas moléculas presenten una serie de propiedades singulares y de gran importancia para la vida: tensión superficial, solvente universal, cohesión etc. (Audesirk et al., 2013).

2.1.2.1. Panspermia

La panspermia es una teoría que explica el origen de la vida en la Tierra. La palabra panspermia tiene origen griego y significa “semillas por todos lados”. Según esta teoría la vida se originó fuera del planeta Tierra, durante el s. XIX fueron muchos los científicos que apoyaron la panspermia.

El científico Svante August Arrhenius (Fig. 8) fue gran defensor de la panspermia durante los s. XIX y XX (González-Oreja, 2016).

La panspermia ha sido criticada por la comunidad científica, que coincide en que esta teoría no resuelve la pregunta principal: ¿Cuál es el origen de la vida? La panspermia localiza ese origen fuera de la Tierra, pero no explica el origen en sí mismo (Lazcano, 2016).



*Fig. 8 Svante August Arrhenius
(Collado, 2014)*

Numerosos científicos se posicionaron en contra de la panspermia porque observaron que las condiciones que encontramos en el espacio no resultan favorables para el origen de la vida tal y como la conocemos en nuestro planeta. A pesar de la existencia de varios posicionamientos en contra de la panspermia, algunos descubrimientos recientes sitúan a la panspermia como una posible realidad. Se han descubierto la existencia de determinadas moléculas, importantes y esenciales para el origen de la vida, en el espacio (García et al., 2016).

2.1.2.2. Abiogénesis o síntesis prebiótica

La abiogénesis explicaría el origen de la vida a partir de materia inorgánica. Son varias las hipótesis que se han planteado a lo largo de la historia para dar una explicación a esta idea. Dos de las teorías más importantes son las que se van a mostrar a continuación.

Teoría de la sopa primordial

Antes de dar comienzo al desarrollo de esta importante teoría acerca del origen de la vida, cabe destacar que Darwin mostró anteriormente una idea relacionada con estos conocimientos. Según este destacado científico la vida pudo surgir en una charca de la Tierra primitiva en condiciones de temperatura elevada. Muchos científicos pensaron que esta hipótesis no encajaba bien con las conclusiones a las que Louis Pasteur había llegado tras la realización de sus experimentos (González-Oreja, 2016).

Alexander I. Oparin (Fig. 9) y John B.S. Haldane fueron dos grandes científicos que de manera independiente establecieron un modelo para la síntesis de moléculas orgánicas, la denominada teoría de la “sopa primordial”. Estos dos investigadores mostraron ideas muy similares, aunque no se conocieron hasta varios años más tarde (Juaristi y Manzanilla-Naim, 2015).



Fig. 9. Alexander I. Oparin (Collado, 2014.)

Para desarrollar su teoría partieron de una serie de ideas. En primer lugar, decían que la composición de la atmósfera primitiva era bastante diferente a la actual, destacando que en la primera el oxígeno estaba ausente o la cantidad era mínima; siendo por lo tanto una atmósfera reductora. Por otra parte, afirmaba que los elementos básicos de la materia viva estaban en el agua y la atmósfera primitiva. Estos elementos son el carbono, hidrógeno, nitrógeno y oxígeno, tal y como se comentaba en el apartado 1.2. (Curtis et al., 2008).

Estos científicos postulaban que partiendo de estos gases característicos de la atmósfera primitiva se crearon moléculas orgánicas. La energía necesaria para que se diera las reacciones de estos gases, y que pasaran las moléculas que los formaban a otras moléculas, era dada por la radiación solar, las tormentas eléctricas y el vulcanismo.

Las moléculas, producto de estas reacciones, se acumulaban en lagos y mares dando lugar a la “sopa primordial” o “sopa prebiótica”. Debido a las condiciones de la Tierra primitiva y a las interacciones químicas, estas moléculas ahí acumuladas darían lugar a las moléculas orgánicas.

Oparin afirmaba que posteriormente estas moléculas se agregaban dando lugar a unas estructuras que denominó coacervados. Estas presentarían un metabolismo y serían la base de la que parten los demás organismos vivos (Curtis et al., 2008).

En el año 1952, Harold C. Urey presentó su investigación acerca de las características de la atmósfera primitiva, y éstas, coincidían con las ideas de Oparin. Durante este periodo de tiempo, Stanley L. Miller (Fig. 10), se interesó por estas investigaciones de Urey a quien propuso realizar una serie de experimentos en los que observarían la síntesis de los compuestos orgánicos fundamentales para que se originara la vida, todo



*Fig. 10. Stanley Miller
(Collado, 2014).*

fundamentado en la idea de que las corrientes eléctricas eran la mayor fuente de energía de la Tierra primitiva (Juaristi y Manzanilla-Naim, 2015). En el experimento usaron los que suponían eran los gases predominantes en la atmósfera primitiva (metano, vapor de agua, hidrógeno y amoníaco) y éstos eran expuestos a descargas eléctricas. Los productos obtenidos fueron moléculas orgánicas entre las que destacan los aminoácidos. Este experimento apoyaba las ideas de Oparin, además, de las propias ideas de los investigadores protagonistas del mismo (Gómez-Caballero y Pantoja-Alor, 2003).

Para el desarrollo del experimento emplearon un par de matraces comunicados entre sí, y en ellos se introdujo la mezcla de gases anteriormente mencionada (Fig. 11).

Al cabo de unos meses, tras este descubrimiento fue publicado el modelo de doble hélice de ADN, los protagonistas de este fueron Rosalind Franklin, Maurice Wilkins, James Watson y Francis Crick, y esta visión molecular contribuyó a completar aún más esta gran incógnita a la cual no paraban de buscar respuesta.

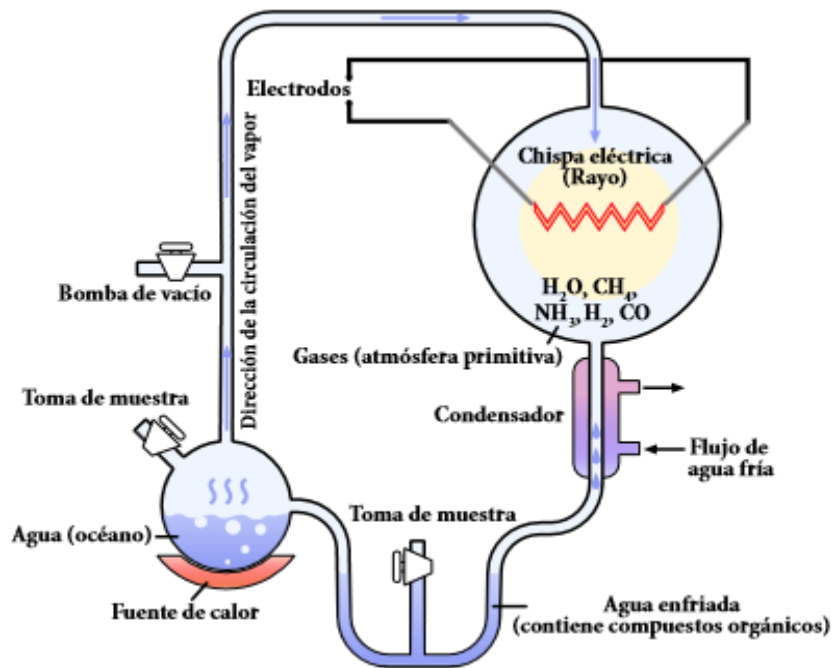


Fig.11. Experimento de Miller y Urey (Collado, 2014)

Posteriormente, en el año 1960, el investigador español Joan Oró (Fig. 12) demostró experimentalmente que, a partir de ácido cianhídrico, que era uno de los productos del experimento de Urey-Miller; se formaba adenina, una de las bases nitrogenadas imprescindibles en la estructura del ácido desoxirribonucleico (ADN) y del ácido ribonucleico (ARN) (Juaristi y Manzanilla-Naim, 2015).

Además, la adenina también es primordial para la formación del adenosín trifosfato (ATP), compuesto implicado en reacciones químicas fundamentales de los organismos vivos (Salas, 1998).

En conclusión, toda esta sucesión de descubrimientos reforzaba la teoría de inicial de la sopa primordial, encabezada por Haldane y Oparin.



Fig. 12. Joan Oró.
(<https://scbcientifics.iec.cat/es/cientifics/oro-florensa-joan.html>)

Teoría de las fuentes hidrotermales

Durante el año 1977 el submarino Alvin de investigación oceanográfica halló fisuras hidrotermales en el fondo oceánico, concretamente en las dorsales oceánicas. Se trata de lugares que se encuentran a varios metros de profundidad, donde obviamente no hay luz solar.

En estas fisuras hidrotermales se generan diversas reacciones químicas, debido a que el agua que emiten estas surgencias se encuentra a altísimas temperaturas y además está cargada de numerosos iones, principalmente en estado reducido.

Este hidrotermalismo se debe a la proximidad del magma con la superficie.

Hoy en día hay una gran actividad hidrotermal en las dorsales oceánicas, pero también en relación con los puntos calientes o en el margen del Océano Pacífico donde se produce subducción de la litosfera oceánica (Fig. 13).

Los fluidos hidrotermales arrastran numerosos iones en disolución. La composición de la corteza de la Tierra primigenia, cuando aparecen las primeras formas de vida, era basáltica y los principales minerales eran piroxeno, plagioclasa cálcica (anortita) y olivino. Otra de las variantes más importantes para saber los elementos que van a acompañar a estos fluidos hidrotermales va a ser si la zona es rica en sulfuros o en óxidos (Gómez-Caballero y Pantoja-Alor, 2003).

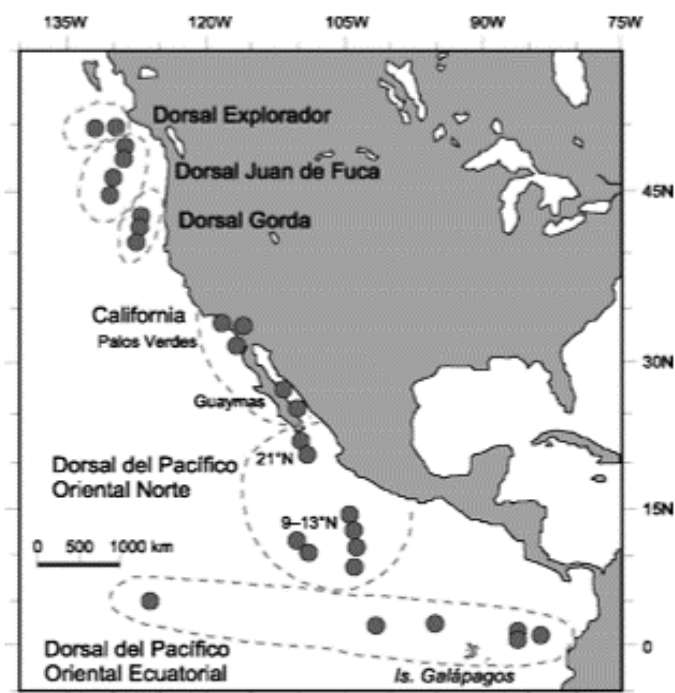


Fig.13. Zonas con hidrotermalismo, situadas en las dorsales oceánicas de Océano Pacífico (Gómez-Caballero y Pantoja-Alor, 2003)

Según esta teoría las fuentes hidrotermales constituyen un ambiente ideal para que se genere la vida, ya se han observado que alrededor de estas surgencias numerosos organismos extremófilos entre los que se encuentran bacterias, moluscos, gusanos, etc.

Serían las bacterias la base de la cadena trófica, y en lugar de obtener la energía de la radiación solar la captarían de los compuestos ricos en azufre. El carácter extremófilo de los microorganismos encontrados en relación con estos ambientes apoyaría esta hipótesis debido a que es compartido por los organismos que actualmente conocemos como los más antiguos (Fig. 14) (Collado, 2014).

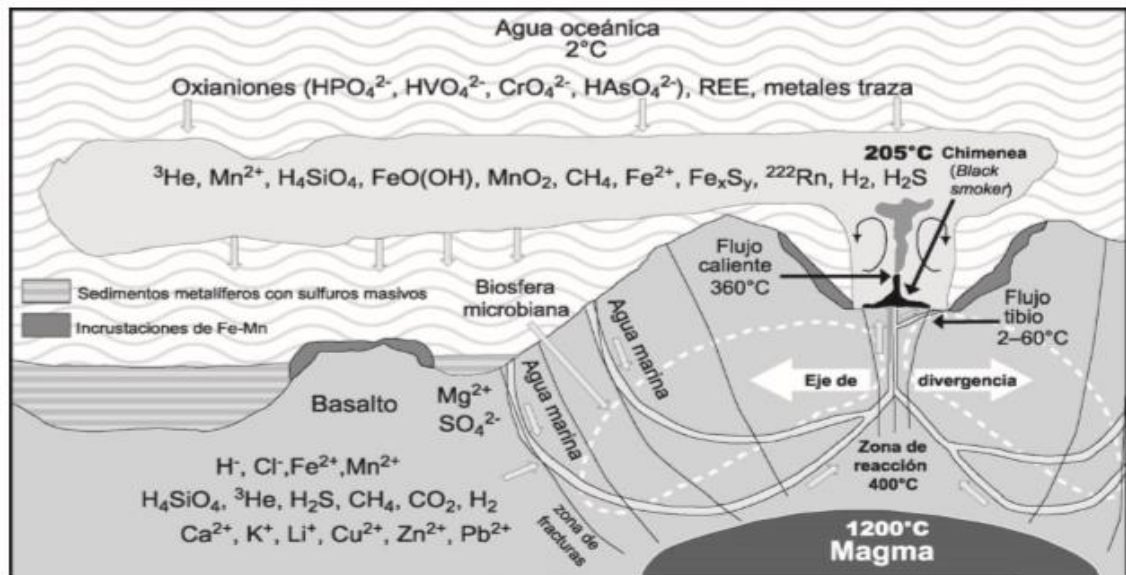


Fig.14. Dorsal oceánica en la que observamos actividad hidrotermal y los diversos factores implicados (Gómez-Caballero y Pantoja-Alor, 2003).

Este ambiente también resultaría favorable ya que protegería a las primeras células que aparecieron de la peligrosa radiación ultravioleta que imposibilitaría la aparición de la vida en la superficie.

2.2. El origen de la biodiversidad

Cuando observamos la naturaleza podemos ver la gran diversidad que existe en ella, actualmente se cree que existen más de 7,5 millones de especies. El origen de esta diversidad ha sido objeto de investigación para muchos científicos a lo largo de la historia, uno de los más relevantes es Charles Darwin. Se han generado diversas teorías para dar una respuesta a la diversidad existente y se van a desarrollar en los apartados posteriores.

2.2.1. Creacionismo

Es una ideología que tiene miles de años de antigüedad, ya se podía ver este pensamiento en los primeros homínidos. Según el creacionismo, la diversidad existente

en el planeta se debe a su creación por parte de un “Dios” o “Creador”. En un principio esta idea era trasladada a otras generaciones o poblaciones de forma oral. Entorno a esto se han generado diversas leyendas, historias, ritos... y se han formado diversas corrientes cómo las monoteístas (creencia en un solo Dios) o politeístas (creencia en varios Dioses).

William Paley, teólogo, desarrolló su pensamiento del “Diseño inteligente”, esta idea se basa en que la complejidad de algunas estructuras que forman parte de los seres vivos solo podría generarse a partir de un diseño previo por parte de un ser más inteligente. Concretamente, hablaba del ojo y de lo compleja que puede resultar esta estructura (Zavaro-Pérez, 2018).

2.2.2. Fijismo

La teoría fijista parte de ideas creacionistas. Según un pensamiento fijista desde la Creación las especies no han cambiado; es decir, se mantienen inmutables, por lo que no varían con el paso del tiempo. Además, no existiría ningún tipo de vínculo entre especies ya que se crearían de forma independiente.

Carl Von Linneo (Fig. 15), es el padre de la taxonomía y seguía un pensamiento fijista. Creó un sistema para clasificar plantas y animales en el s. XVIII, que se continúa usándose en la actualidad (Méndez, 2014). Escribió el libro *Species Plantarum*, tras la realización de un largo viaje en el que describió gran cantidad de especies de plantas. A pesar de la gran diversidad plasmada en su libro no cambió sus ideas fijistas sobre la naturaleza (Curtis et al., 2006).

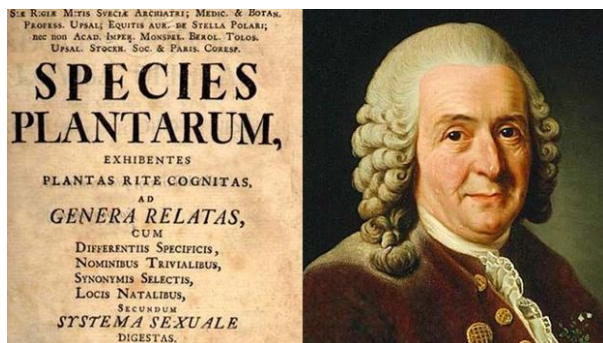


Fig.15. Carl Von Linneo y su publicación *Species Plantarum* (<https://www.abc.es>)

2.2.3. Catastrofismo

El catastrofismo es una corriente de pensamiento creada por George Cuvier, científico reconocido como padre de la paleontología. Cuvier era fijista y, a partir de estas ideas y de sus observaciones de fósiles, plasmó esta nueva teoría.

Según el catastrofismo las variaciones que se dan en la naturaleza se producen por grandes cambios bruscos y violentos. Cuvier desarrolló este pensamiento con la intención de explicar la diversidad que se podía observar en el planeta, además, así podía aclarar la existencia de fósiles de organismos que estaban extintos (Collado, 2014).

Una de estas catástrofes de las que habla Cuvier se correspondería con el Diluvio Universal, que es un acontecimiento bíblico (Curtis et al., 2006).

2.3. Lamarck. Herencia de caracteres adquiridos

Anteriormente a las ideas evolutivas actualmente aceptadas se tenía una concepción de las especies bastante diferente, destacando la inmutabilidad de estas. El creacionismo, tal y cómo se decía en el apartado 2.2.1, había predominado largo tiempo (llegando a la actualidad). Diversos pensamientos de naturalistas como Linneo intentaban dar una explicación a la diversidad existente en la naturaleza, y a partir del periodo de la Ilustración comenzamos a ver cambios en conceptos relacionados con la evolución (Soler, 2002).

En lo que respecta al periodo anterior a la Ilustración cabe destacar al naturalista Aristóteles, pupilo de Plantón, que describe una forma de clasificar especies denominada *Scala Naturae* (Fig. 16). Desarrolló esta clasificación basándose en la observación de centenares de especies diferentes. Destaca la idea de que las especies son inmutables y, además, se observa un orden ascendente que culmina con el ser humano (Gallardo, 2017).

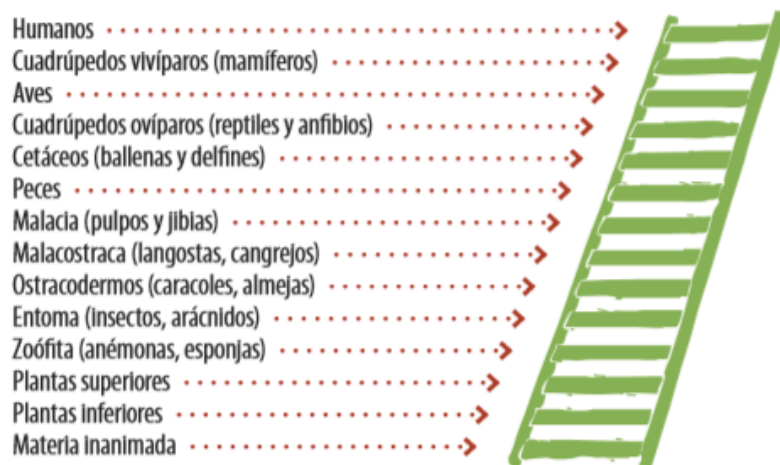


Fig. 16. Representación de la *Scala Naturae*, en ella podemos observar una jerarquía y en los más alto de esta se encuentra el ser humano. Destaca, además, que no varían las especies con el tiempo (Gallardo, 2017).

2.3.1. Historia de la ciencia. Lamarck.

Jean-Baptiste Lamarck (Fig. 17), fue un naturalista de finales del s. XVIII y principios del s. XIX. Vivió en París y, aunque comenzó como botánico terminó dedicándose a la zoología (Gallardo, 2017).



Fig. 17. Jean Baptiste Lamarck (Collado, 2014).

A finales del s. XVIII el naturalista llegó a interesantes conclusiones tras la observación de moluscos del Museo de París, donde trabajaba. Pudo observar ligeros cambios entre unos individuos y otros dependiendo del periodo geológico al que pertenecieran. Finalmente, llegó al resultado de que existía un cambio pausado y progresivo que llevaba a que un organismo variase hasta tener otra forma (Soler, 2002).

En el año 1809, Lamarck publicó *Philosophie Zoologique*, dónde recoge todas sus ideas relacionadas con su teoría evolutiva (Mayr, 1972). Tuvo que afrontar el tema de las extinciones y fósiles, recordamos que hasta ahora la idea que presentó Cuvier para darle una explicación posible fue la teoría del catastrofismo. Sin embargo, se habían propuesto varias ideas que explicaban la presencia de organismos fósiles. Se pensaba en el Diluvio Universal cómo causa de extinción o en que fueran una consecuencia de la acción de los humanos. Además, se planteaban que las especies no estuvieran realmente extintas y que se encontraran en zonas donde el humano no había llegado.

Por último, cabe destacar que Lamarck aceptó la teoría de la generación espontánea para explicar la aparición de organismos sencillos. Debido a esta visión sabemos que la teoría evolutiva que este naturalista nos mostraba no se puede visualizar cómo la teoría de Darwin que se desarrollará en apartados posteriores, ya que esta no concibe un antecesor común ni las características ramificaciones del árbol que propondría Darwin (Fig. 18) (Soler, 2002).

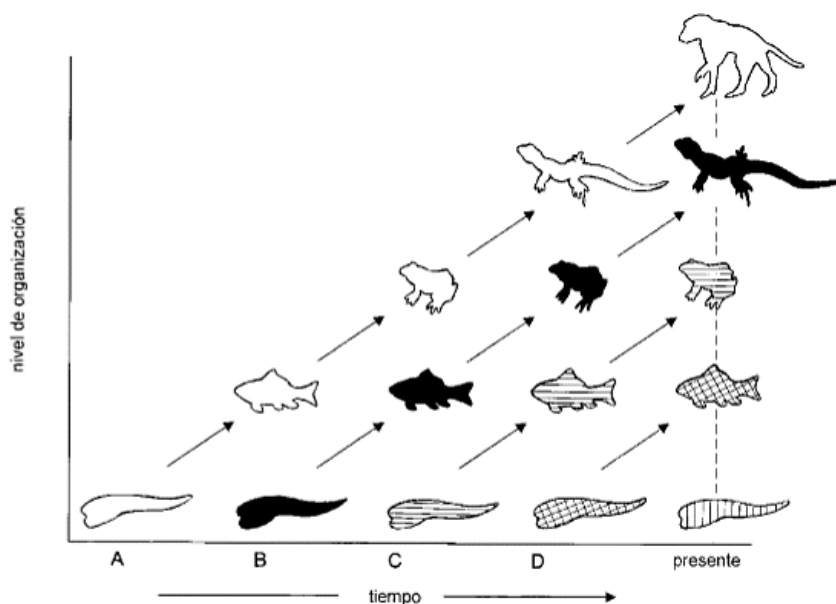


Fig. 18. Imagen que muestra las ideas de Lamarck. Se observa una jerarquía hacia una complejidad cada vez mayor (Soler, 2002).

2.3.2. Aspectos de la teoría transformista de Lamarck

La teoría de Lamarck también es conocida como transformismo o lamarckismo y se fundamenta en una serie de ideas principales:

En primer lugar, da gran importancia a los cambios ambientales. Los factores ambientales que se pueden modificar son abundantes y diversos; estas variaciones suponían un cambio de necesidades en las especies teniendo como consecuencia una modificación en la conducta, en los hábitos, etc. Se puede decir que es motor o mecanismo en el que se basan el resto de pensamientos transmitidos por Lamarck (Soler, 2002).

En segundo lugar, tenemos el principio de uso y desuso. Esto explica que cuando se da un cambio ambiental, el individuo tiene que modificar su conducta usando más unos órganos o estructuras que otros. El uso de una estructura concreta tendría como consecuencia su desarrollo y, por tanto, la adaptación del organismo a este nuevo ambiente. En cambio, el desuso de un órgano puede llevar a la desaparición del mismo (Collado, 2014).

Por último, encontramos un segundo principio en la teoría de Lamarck que indica una herencia de estos caracteres adquiridos tras el uso de un órgano determinado (Fig. 19) (Soler, 2002).

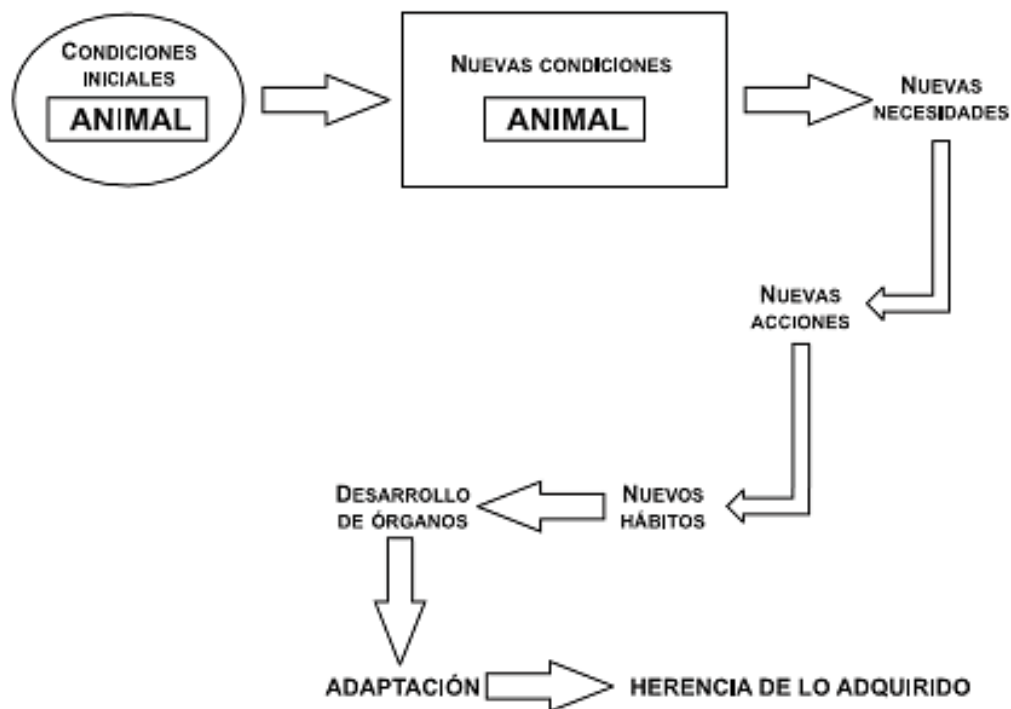


Fig. 19. Esquema que representa la Teoría transformista de Lamarck (Moreno, 2005).

La teoría transformista de Lamarck tiene bastantes errores, partimos de que también es conocida como “herencia de caracteres adquiridos” y, cómo bien se sabe actualmente, estos rasgos obtenidos no pasan por medio del ADN a generaciones posteriores. Sin embargo, se entra en la actualidad en un debate sobre este pensamiento lamarckiano debido a los avances en epigenética que se han dado en los últimos años (Gallardo, 2017). Con epigenética nos referimos a un campo de la biología que estudia las modificaciones heredables en el ADN que no afectan al orden de la secuencia de nucleótidos, pero provocan variaciones en la expresión y, por tanto, en el fenotipo. Concretamente, se refiere a metilaciones en el material genético y a variaciones en las histonas (García et al., 2012).

En muchos casos, Lamarck es considerado como el “gran equivocado”. En cambio, se debe valorar la acertada visión de este científico hacia el cambio que experimentaban las especies, acercando con esto el concepto de evolución y alejando las ideas fijistas (Fig. 20) (Moreno, 2005).

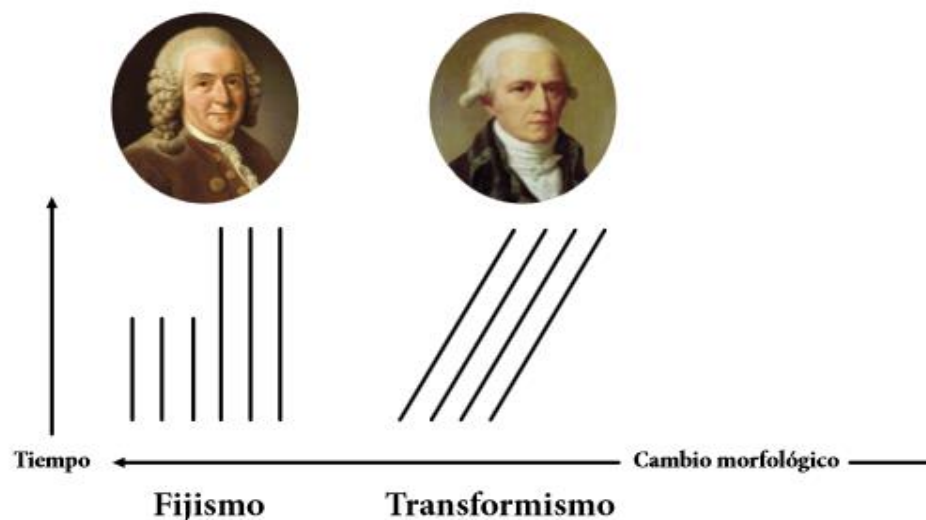


Fig. 20. Visión fijista que defendía Linneo comparada con la teoría de Lamarck (Collado, 2014).

2.4. Darwin y Wallace. Selección Natural

A continuación, se procede al desarrollo de la teoría evolutiva propuesta por Darwin y Wallace basada en el mecanismo de Selección Natural.

2.4.1. Historia de la ciencia. Darwin y Wallace

Charles Robert Darwin (Fig. 21) fue un naturalista que vivió en el s. XIX, comenzó sus estudios de medicina, pero terminó cursando teología. Es uno de los científicos más importantes en la biología por sus grandes aportes a esta ciencia. Destaca por su obra “El Origen de las Especies” publicada en 1859 (Collado, 2014).



Fig. 21. Charles Robert Darwin (Collado, 2014).

Cuando Darwin finalizó sus estudios recibió una carta en la que le proponían un viaje como naturalista en el barco HMS Beagle. Darwin emprendió este viaje cuando apenas tenía 22 años y la expedición duró unos 5 años. Los pensamientos que Darwin plasmó durante este viaje estuvieron influidos por dos grandes científicos: Lyell y Malthus. El primero es el autor de “Principios de geología” y el segundo publicó sus ideas acerca de las tendencias dinámicas de las poblaciones (Collado, 2014). Durante su viaje en el Beagle, Darwin enfermó gravemente para el resto de su vida. Al volver de esta expedición se mudó con su mujer cerca de la ciudad de Londres, donde redactó su importante obra “El Origen de las Especies” (Soler, 2002).



Fig. 22. Alfred Russel Wallace (Ruíz-Pérez, 2013).

Alfred Russel Wallace (Fig. 22) fue un naturalista que vivió durante el s. XIX, es coetáneo a Darwin y formuló de forma paralela a este una teoría evolutiva basada en la selección natural que contaba con muchas similitudes a la propuesta por Darwin. A pesar de verse obligado a dejar sus estudios de forma prematura era una persona con inquietudes que terminó por aprender conocimientos de diversas materias. Sus pensamientos se vieron influidos por dos figuras: Owen y Malthus. El primero influyó en las ideas políticas del naturalista y, el segundo, en las ideas plasmadas en su teoría evolutiva.

Destaca en su vida una expedición que duró cuatro años a la zona del Amazonas, donde pudo adquirir grandes cantidades de información para posteriormente escribir su teoría. Este no sería ni el último ni el único viaje que realizó el naturalista, ya que más tarde emprendió otra expedición por varios lugares. Un año antes de la publicación del “Origen de las especies” de Charles Darwin, Wallace enfermó de malaria. Durante este periodo de tiempo escribió un artículo mostrando los conocimientos y conclusiones extraídas de sus viajes (Ruíz-Pérez, 2013).

2.4.2. Selección Natural

Darwin plasmó su teoría evolutiva en su conocida obra “El origen de las especies” publicada en el año 1859, en ella realiza una introducción donde destaca la importancia de su expedición en el Beagle para extraer las conclusiones, ideas y pensamientos manifestados en su libro. Insiste en que no considera que su publicación este completa, y se puede leer su preocupación por no terminarla debido a su estado de salud.

Resulta interesante la visión que Darwin muestra en el capítulo uno, el cual se titula “La variación en estado doméstico”. Darwin muestra la “selección” que se realiza en especies de animales o plantas por parte de trabajadores como agricultores. Se puede ver que estas observaciones que Darwin realizó en especies domesticas tuvieron bastante relevancia a la hora de desarrollar su teoría, esto se conoce cómo selección artificial (Ginnobili, 2011).

La biogeografía también fue un concepto importante para Darwin. Esta estudia las especies y su distribución en el planeta. El naturalista pudo observar un cambio en especies que podían estar relacionadas según el ambiente que las rodeaba. Adaptación al medio, diversificación...son algunas de las ideas que Darwin tenía durante su viaje a bordo del Beagle y que terminaron por ordenarse y exponerse en un libro considerado de los más importantes en la historia de la biología.

La observación de las diferentes especies de pinzones de las islas Galápagos fue una de las más importantes y conocidas. Estos pinzones mostraban diferente morfología en sus respectivos picos dependiendo del tipo de alimentos que ingeriesen. A partir de esta observación surge la idea de aislamiento geográfico, empieza el planteamiento de cuestiones acerca de si existe un pinzón en el continente que actúe como ancestro común o si las especies de las islas eran la consecuencia de variaciones fenotípicas dadas por el aislamiento de poblaciones en islas con características ambientales tan concretas (Fig. 23) (Mader, 2008).



Fig. 23. Diferentes especies de pinzones de las Islas Galápagos. De izquierda a derecha vemos: alimentación basada en semillas, alimentación de insectos y del néctar de las flores (Mader, 2008).

La selección natural implica la supervivencia de los individuos con unos rasgos fenotípicos heredables que supongan una mayor eficacia biológica del individuo en un determinado ambiente en el que exista una limitación de recursos.

La selección natural se entiende como el mecanismo a través del cual se generan los cambios evolutivos, para entender bien este proceso hay que tener en cuenta una serie de ideas, requisitos o causas:

➔ Los individuos que forman parte de una población presentan variaciones y estas pueden ser heredadas por las siguientes generaciones (Mader, 2008).

Cuando observamos una población podemos evidenciar las diferencias entre los individuos que la forman, por ejemplo, en el caso de poblaciones humanas vemos diferente color de piel u ojos, peso, estatura... Aunque en algunas especies pueda resultar menos evidente esto se cumple, recordamos las importantes diferencias manifestadas en la morfología del pico entre una especie de pinzón y otra. A pesar de que en el periodo en el que vivió Darwin el campo de la genética no se encontraba muy avanzado; actualmente sabemos que muchos cambios en rasgos fenotípicos vienen dados por el azar, causados por mutaciones en el material genético. Estos cambios en el ADN son heredables, gracias a los posteriores aportes de Mendel se ha podido llegar a una minuciosa descripción de la herencia de caracteres (Audesirk et al., 2013).

➔ Si observamos la cantidad de individuos que forman una generación podemos ver que exceden en número a los que el medio ambiente puede mantener (Mader, 2008). La obra de Thomas Malthus tuvo gran importancia tanto para Darwin como para Wallace, y estuvo muy presente durante las expediciones que estos realizaron. Malthus estudiaba la dinámica de las poblaciones y cómo estas podían aumentar sin aparente control. En un determinado medio vamos a encontrar una cantidad de recursos que va a resultar limitante, ya que los individuos necesitan de estos para su supervivencia. Esta idea es fundamental y se puede enlazar con el siguiente punto (Fontdevila y Moya, 2003).

➔ Algunos individuos en una población consiguen sobrevivir y reproducirse; mientras que otros no sobreviven y, por tanto, no logran reproducirse. Este éxito reproductivo no es al azar, sino que viene dado por disponer o no de determinados rasgos, características o caracteres. Por esto existe una reproducción dispar entre los diferentes individuos que forman las poblaciones (Audesirk et al., 2013).

Para poner en marcha el mecanismo de Selección Natural observamos un ambiente en el cual hay una limitación de recursos, con lo cual se genera una lucha por la supervivencia a nivel individual. Los individuos de la población que consigan sobrevivir y, por tanto, llegar a la edad adecuada para reproducirse son los más válidos (Fontdevila y Moya, 2003).

Tiene que existir una presión selectiva que va a venir dada por las características específicas que muestre un ambiente determinado. Estas características pueden ir desde la temperatura o pH de una zona hasta depredadores o enfermedades que se den en ese medio. De estas van a depender la supervivencia y posterior reproducción de un individuo (Soler, 2002).

Lo que hace que estos individuos sean más aptos son los rasgos heredables que les proporcionan, como consecuencia, una mayor probabilidad de supervivencia en ese medio concreto. La heredabilidad es un concepto de gran importancia, ya que implica que los descendientes de estos individuos supervivientes puedan tener también ese rasgo favorable. Cuando la selección natural actúa durante varias generaciones tenemos que los individuos que forman las poblaciones van a cambiar (Fig. 24) (Fontdevila y Moya, 2003).

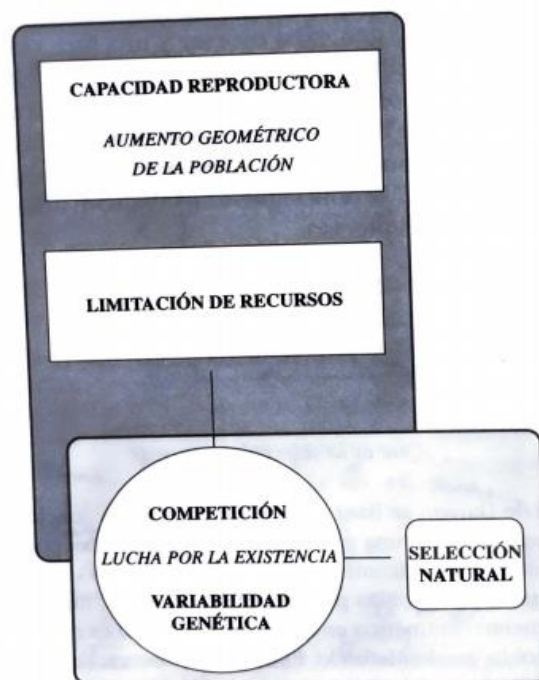


Fig. 24. Imagen que representa el proceso de Selección natural. En el recuadro más oscuro se observan dos ideas principales:

Crecimiento poblacional excesivo y cantidad insuficiente de recursos para todos los individuos de la población.

En el recuadro más claro encontramos el conflicto generado por sobrevivir en ese ambiente y la variabilidad en cuanto a rasgos heredables que presente en la población (Fontdevila y Moya, 2003).

Darwin habla de la existencia de un ancestro común a partir del cual salen las ramas del árbol que representa la evolución. Si la selección natural es lo que rige la naturaleza no se ilustra la vida cómo en anteriores teorías en las cuales el hombre resulta estar en la cumbre debido a la existencia de una jerarquía. Ahora encontramos a todas las especies a un mismo nivel, no tenemos peldaños de escaleras, si no la copa de un árbol donde se encuentran todas las especies actuales (adaptada, cada una, a las singularidades de su propio medio ambiente). Ya encontramos esta idea de árbol ramificado en los apuntes que Darwin tomó a principios del s. XIX (Fig. 25).

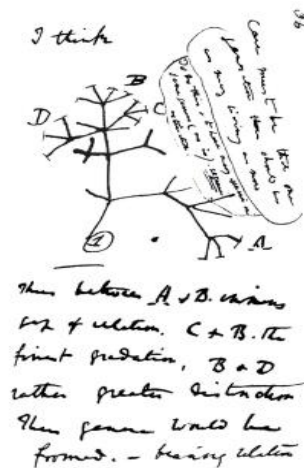


Fig. 25. Dibujo realizado por Darwin en uno de sus cuadernos, observamos un árbol ramificado del cual parten varias especies, ilustrando así la visión que Darwin tenía acerca de la evolución (Fontdevila y Moya, 2003).

Podemos comparar en la siguiente figura las teorías evolutivas de Lamarck y Darwin (Fig. 26) (Soler, 2002).

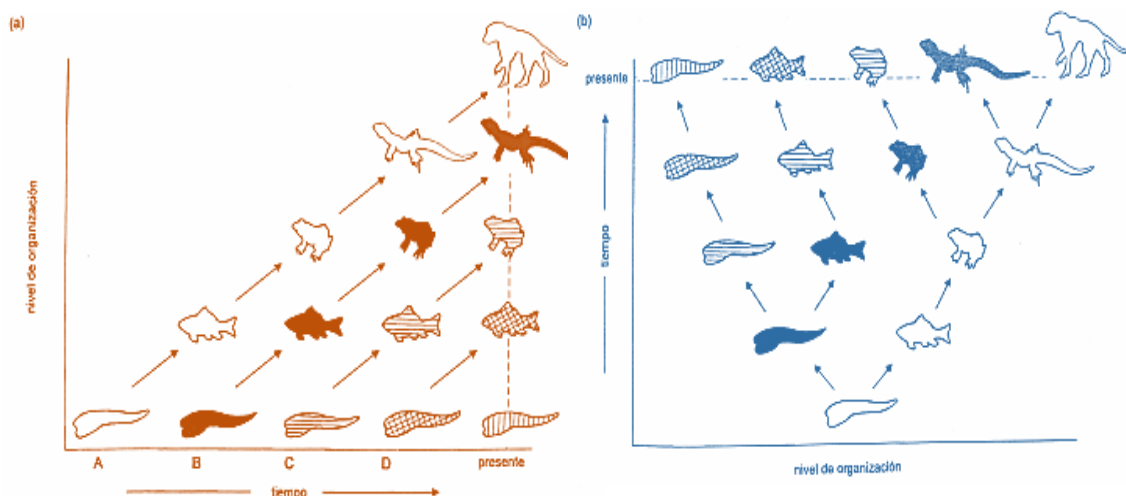


Fig. 26. En la figura de color naranja se ilustra la teoría evolutiva de Lamarck. En azul se ilustra la teoría evolutiva de Darwin (Soler, 2002).

2.4.3. Selección Sexual

Para entender la selección sexual es interesante tratar y comprender con anterioridad el concepto de dimorfismo sexual (Fig. 27). Esto es referido a las diferencias entre los rasgos de los machos y hembras de una misma especie.



Fig. 27. Observamos en esta imagen a dos individuos de la misma especie. A la izquierda encontramos a la hembra que presenta un plumaje con colores amarrados que puede mantenerla fácilmente camuflada con el ambiente, evitando a posibles depredadores. A la derecha observamos a un individuo de sexo masculino que, en cambio, muestra un plumaje llamativo de color azulado (Curtis et al., 2008).

Suelen observarse caracteres sexuales secundarios y van a ir en función del sexo del individuo. En nuestra propia especie podemos observar dimorfismos sexuales, como puede ser lo referido al tamaño de hombres respecto al de mujeres. En general, las hembras de nuestra especie presentan un tamaño menor al de individuos de sexo masculino.

En el caso de muchas especies de aves encontramos caracteres sexuales secundarios llamativos como, por ejemplo, plumaje de colores fuertes, largas colas...Son rasgos fenotípicos que pueden provocar que estos individuos estén más expuestos o visibles a depredadores. Si pensamos en la selección natural estos rasgos no resultan favorables para que estos individuos puedan sobrevivir (Fontdevila y Moya, 2003).

La selección sexual es una forma de explicar por qué se desarrollan estos rasgos sexuales secundarios a pesar de que pueden ser un problema a la hora de sobrevivir. Los conceptos supervivencia y reproducción son fundamentales en la selección natural, pero cuando encontramos determinados individuos con grandes cuernos o plumajes extravagantes podemos ver que se resta importancia al hecho de sobrevivir y aumenta el valor de la reproducción. Tenemos que la selección sexual se produce cuando individuos de una población que tienen un mismo sexo compiten para lograr reproducirse (Cordero y Santolamazza, 2009).

El éxito reproductivo de un individuo puede aumentar si este presenta determinados caracteres sexuales secundarios. En el caso de individuos de sexo masculino su éxito va

a depender del número de hembras que logre fecundar. En cambio, en el caso de las hembras el éxito reproductivo va a venir dado por otros factores como la calidad de espermatozoides del macho o el número de huevos que es capaz de generar a lo largo de su vida.

Podemos observar casos de selección sexual muy diferentes entre sí dependiendo de la especie de la que se esté hablando. En algunos casos los machos de una especie se ven implicados en una pelea física para conseguir a las hembras disponibles en ese momento, en este caso concreto los machos de mayor tamaño van a tener ventaja sobre los otros.

En el caso de algunas aves los individuos de sexo masculino presentan plumas de colores muy llamativos, y este es un carácter que las hembras tienen en cuenta para elegir pareja. Si los individuos con plumaje más extravagante se reproducen más, es decir, su éxito reproductivo es mayor; va a seleccionarse ese carácter en generaciones futuras, aunque puede presentar cierto riesgo en la supervivencia de ese mismo individuo (Solomon et al., 2013).

Dentro de la selección sexual encontramos varias posibilidades. Por una parte, en el primer caso comentado en el que existía un conflicto físico, son los machos de esa especie los que compiten por conseguir a la hembra. Por otra parte, en el segundo caso descrito destaca el desarrollo de plumajes de colores llamativos, y en esta situación, es la hembra la que se decide por uno u otro macho dependiendo de la presencia o desarrollo de este carácter (Curtis et al., 2008).

2.5. Pruebas a favor de la evolución

Existen una serie de evidencias científicas que apoyan el hecho de la evolución. A continuación, se muestran algunas de estas, clasificándolas por campos de conocimiento.

2.5.1. Pruebas anatómicas

Si observamos la anatomía de diferentes especies encontramos unas estructuras denominadas homólogas, son aquellas que, aunque pueden tener diferentes funciones van a presentar una estructura anatómica parecida.

Esto dejaría de manifiesto la existencia de un antecesor común que tenía esta estructura determinada y que, luego, se ha ido modificando según los sucesos evolutivos por los que ha pasado cada especie. Podemos observar homología en las extremidades de algunas especies; ya que, aunque las alas de las aves, brazos humanos o aletas de ballena tengan diferente función, los huesos que las componen son los mismos (Fig. 28).

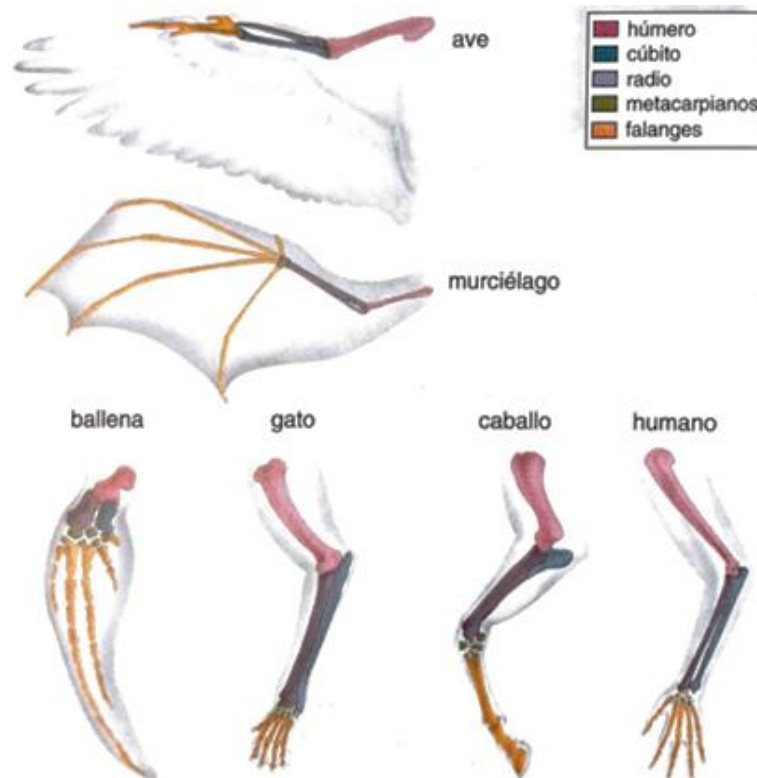


Fig. 28. En esta figura se muestran las extremidades pertenecientes a diferentes especies, podemos comprobar que estructuralmente son muy similares (Mader, 2008)

Los órganos vestigiales son estructuras que encontramos en algunas especies y que no tienen ninguna función. La teoría evolutiva planteada por Darwin parece proporcionar una lógica explicación a la existencia de estos órganos vestigiales, se trata de una especie de “carga” proveniente de la evolución de esa especie. Como ejemplo de estructura vestigial tenemos el cóccix en humanos o, en el caso de las ballenas y las serpientes, encontramos unos pequeños huesos que vienen de las patas traseras que poseían los ancestros de estas (Fig. 29) (Audesirk et al., 2013).

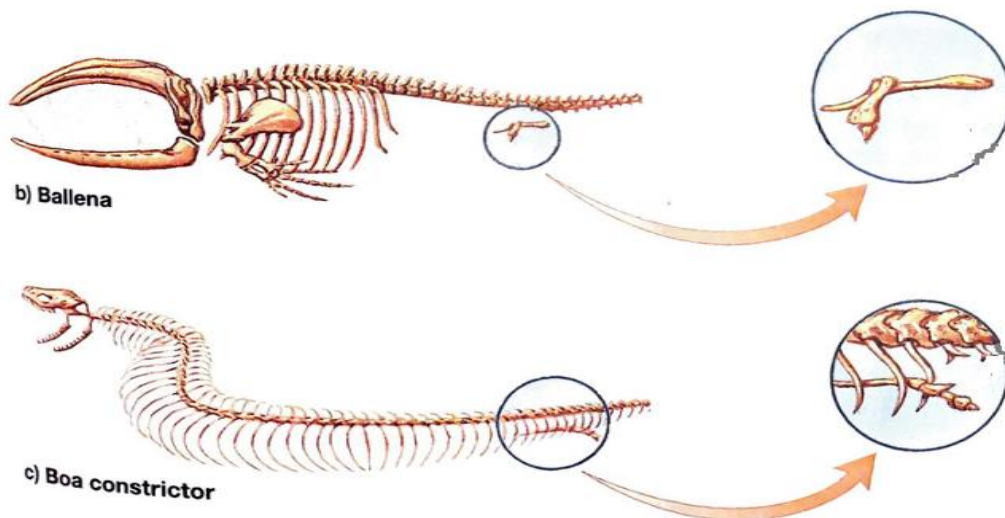


Fig. 29. Esqueleto de ballena y serpiente en el que podemos ver esos huesos considerados como estructuras vestigiales (Audesirk et al., 2013).

2.5.2. Pruebas biogeográficas

La biogeografía estudia la distribución de las especies animales y vegetales en la Tierra. Cuando Charles Darwin realizaba su conocida expedición predominaban ideas creacionistas en la población. Darwin y otros naturalistas como Wallace comenzaron a observar gran cantidad de especies que apenas se diferenciaban entre sí, esto provoca el cuestionamiento de que todas estas especies tan semejantes fueran generadas por un Creador.

Se busca una explicación para ello, y los creacionistas hacen una distinción entre especies formadas originalmente por el Creador y otras especies variantes de las originales. Estas últimas no eran consideradas especies como tal (Curtis et al., 2008).

A principios del s. XX el científico Wegener sugirió que los continentes que existen actualmente estaban antes unidos en un supercontinente llamado Pangea. Esta idea explicaría el porqué de la distribución de algunas especies. Especies que se encontraban en Pangea quedaron separadas tras la fragmentación de los continentes, quedando poblaciones de una determinada especie aisladas de forma geográfica y, obteniendo como consecuencia diferentes historias evolutivas (Fig. 30) (Solomon et al., 2008).

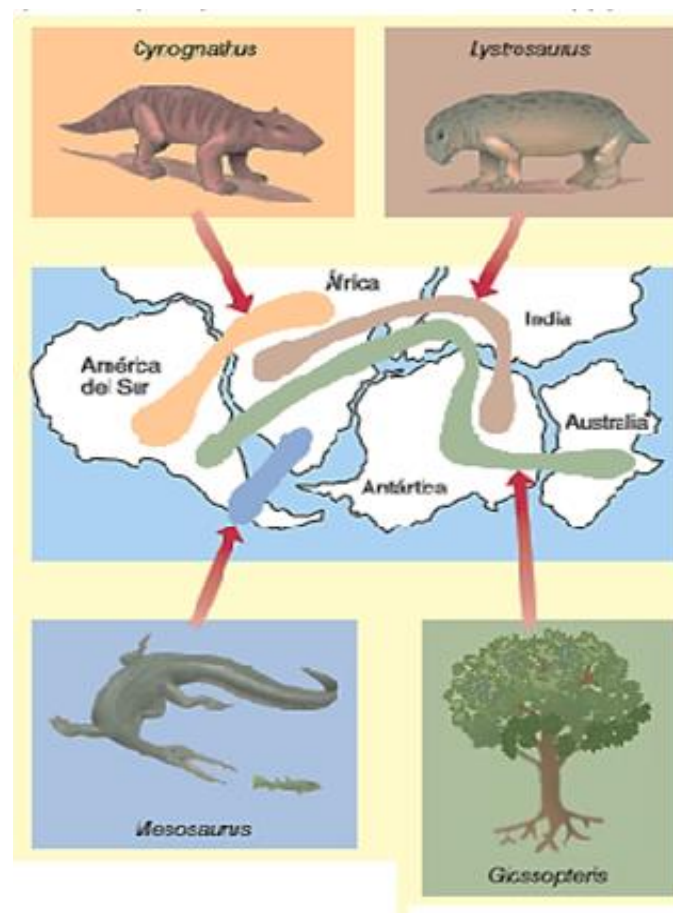


Fig.30. En este mapa podemos ver que la distribución de los fósiles de estos organismos va a depender de la antigua disposición de los continentes (Solomon et al., 2008)

2.5.3. Registro fósil

En el registro fósil podemos observar rasgos físicos de animales que ya se encuentran extintos. Se pueden ver cambios graduales en las especies observando fósiles de diferentes etapas temporales (Curtis et al., 2008).

El registro fósil nos puede dar bastantes datos y gracias a él podemos observar la secuenciación de la vida. Además, nos proporcionan información de individuos intermedios entre unos grupos y otros, por ejemplo, *Archaeopteryx* que es un individuo que presenta características de reptil y de aves.

En muchas ocasiones se puede recrear la historia de una especie cuando tenemos un registro fósil completo para ese grupo de individuos, es el caso del género *Equus* (Fig. 31).

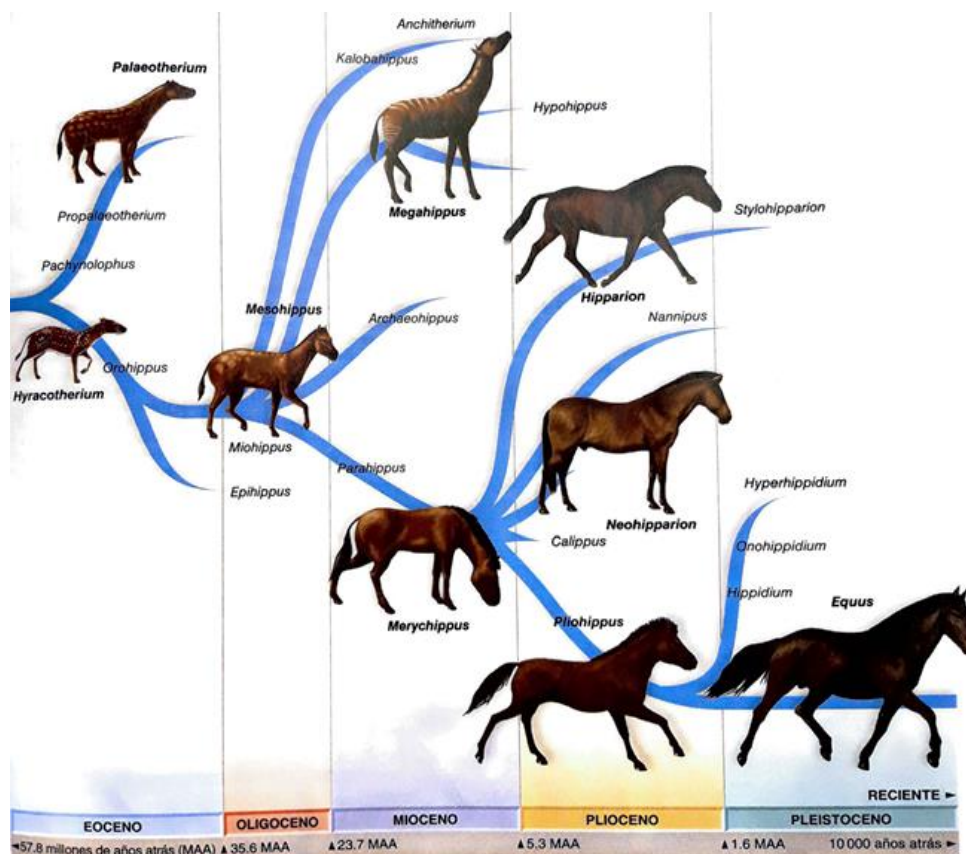


Fig.31. Árbol del género *Equus*.

2.6. Aspectos didácticos del proceso de enseñanza del origen de la vida y la evolución

A continuación, se muestran las ideas previas que el alumnado presenta sobre este tema y su importancia. Además, se trata la propuesta didáctica para el correcto aprendizaje y enseñanza del origen de la vida y los procesos evolutivos.

2.6.1. Ideas previas del alumnado

El alumnado presenta, de forma general, ideas previas o concepciones alternativas que pueden ser erróneas y que son difíciles de eliminar. No solo encontramos esto en niveles educativos inferiores, sino que también podemos ver estas ideas previas entre la población adulta e incluso especializada en el tema de interés (Aleixandre, 1991).

Se le ha dado gran importancia a las ideas previas sobre evolución que muestran los estudiantes de secundaria, esto se debe a que es un tema fundamental y básico para entender otros campos de la Biología (Fernández y Sanjosé, 2007).

El alumnado muestra concepciones alternativas de los siguientes aspectos:

Tienen ideas lamarckianas del proceso evolutivo, fundamentalmente tienen presentes el principio de uso y desuso y la herencia de caracteres adquiridos. Muestran una visión individualizada del mecanismo evolutivo y un pensamiento teleológico, es decir, ven la evolución como un proceso que tiene una finalidad. También observan la evolución como un proceso lineal (Galli y Meinardi, 2015).

Parte del alumnado muestra cierto rechazo a la teoría de la evolución, debido a que la ven incompatible con sus creencias religiosas. Además de tener una concepción teleológica, muestran dificultades para comprender el concepto de azar en los procesos evolutivos.

Pensar bajo una visión lamarckiana proporciona al alumnado una explicación cómoda para entender determinados procesos. En muchos casos se tiene una visión antropocéntrica, lo que apoya la visión teleológica por parte del alumnado, que ve así una finalidad y un sentido a la vida.

Se han propuesto varias metodologías con el objetivo de “superar” estas ideas previas del alumnado. La más usada es el conflicto cognitivo, con ello se pretende que el estudiante busque con sus propias ideas la solución a un problema, hasta que observe una incoherencia en sus esquemas mentales. A partir de esto se trabajaría para construir nuevos esquemas con los que pueda resolver el conflicto.

El factor que más va a influir en obtener unos buenos resultados tras el uso del conflicto cognitivo es la edad (Fernández y Sanjosé, 2007).

2.6.2. Propuesta didáctica

Las metodologías, recursos y actividades empleados en este trabajo tienen como objetivo el aprendizaje y la enseñanza de la evolución y del origen de la vida. Se basa en un enfoque constructivista, que actualmente es el más usado en las aulas y se antepone al conductismo. Destaca la búsqueda de cambios conceptuales, buscando una modificación de las ideas previas erróneas del alumnado, tal y como se comentaba en

el apartado anterior. Por último, destaca el esfuerzo por la búsqueda de un aprendizaje significativo del alumnado (Moreira, 1997).

Jean Piaget ha proporcionado grandes aportes a la visión de una educación basada en el constructivismo. Bajo un punto de vista constructivista, es el estudiante el que hace un esfuerzo a nivel cognitivo para la construcción de conocimiento, el individuo muestra un papel activo (Díaz-Barriga y Hernández-Rojas, 2002).

La teoría del aprendizaje significativo indica que este se produce cuando se establece una relación entre los nuevos conocimientos y lo que el individuo ya sabe. La interacción que se produce tiene que cumplir dos cosas:

- Que no se trate de una interacción arbitraria, es decir, tiene que establecerse un contacto con un conocimiento anterior que resulte relevante para lo que el individuo este aprendiendo.
- Que sea sustancial, es decir, que no sea literal.

El aprendizaje significativo es contrario al aprendizaje mecánico y, aunque se busque un predominio del primero no se puede descartar totalmente el segundo. El aprendizaje mecánico es fundamental cuando se aprende algo de lo que no se tiene ninguna base previa (Ausubel, 1983).

3. PROYECCIÓN DIDÁCTICA

3.1. Introducción

La unidad didáctica presentada en este Trabajo de Fin de Máster se desarrollará en la etapa de Educación Secundaria Obligatoria (ESO) y está orientada al alumnado de 4º ESO, para la asignatura Biología y Geología.

Siguiendo el Real Decreto 1105/2014, de 26 de diciembre, por el que se establece el currículo básico de la Educación Secundaria Obligatoria y del Bachillerato; pertenece al Bloque I: La evolución de la vida.

Concretamente se van a exponer dos de los contenidos incluidos en este bloque:

- Hipótesis sobre el origen de la vida en la Tierra.
- Teorías de la evolución. El hecho y los mecanismos de la evolución.

Durante el curso 4º ESO el alumnado va a adquirir conocimientos relevantes de Biología y de Geología. En el mismo bloque en el que se encuentran los contenidos que se van a desarrollar en esta unidad didáctica también se desarrollan temas como la célula, el ciclo celular, el material genético, la transmisión y herencia de caracteres, etc.

Además, 4º ESO cuenta con un total de cuatro bloques que tratan contenidos diversos que van desde los propios contenidos desarrollados en este trabajo, pasando por la historia y dinámica del planeta Tierra hasta temas relacionados con ecología y medio ambiente.

Cabe destacar que el último bloque de la asignatura está orientado a la realización de un proyecto de investigación. Con el que se espera que el alumnado trate los temas fundamentándose en el método científico y bajo un pensamiento crítico.

Según el Real Decreto 1105/2014, de 26 de diciembre, por el que se establece el currículo básico de la Educación Secundaria Obligatoria y del Bachillerato:

“La asignatura de Biología y Geología debe contribuir durante la Educación Secundaria Obligatoria (ESO) a que el alumnado adquiera unos conocimientos y destrezas básicas que le permitan adquirir una cultura científica; los alumnos y alumnas debe identificarse como agentes activos, y reconocer que de sus actuaciones y conocimientos dependerá el desarrollo de su entorno. Durante esta etapa se persigue asentar los conocimientos ya adquiridos, para ir construyendo curso a curso conocimientos y destrezas que permitan a alumnos y alumnas ser ciudadanos respetuosos consigo mismos, con los demás y con el medio, con el material que utilizan o que está a su disposición, responsables, capaces de tener criterios propios y de no perder el interés que tienen desde el comienzo de su temprana actividad escolar por no dejar de aprender”.

Los diferentes recursos didácticos y actividades que se van a mostrar durante el desarrollo de este trabajo han sido pensados para fomentar la motivación del alumnado y mejorar los conocimientos relacionados con las teorías evolutivas y sobre el origen de la vida. Se va a buscar un desplazamiento de las ideas previas erróneas que muestren los estudiantes.

Por último, la implementación de metodologías innovadoras va a ser primordial para la búsqueda de motivación y la mejora de un aprendizaje significativo del alumnado.

3.2. Legislación

Boletín Oficial del Estado (BOE)

Ley Orgánica 8/2013, de 9 de diciembre, para la mejora de la calidad educativa.

Real Decreto 1105/2014, de 26 de diciembre, por el que se establece el currículo básico de la Educación Secundaria Obligatoria y del Bachillerato.

Orden ECD/65/2015, de 21 de enero, por la que se describen las relaciones entre las competencias, los contenidos y los criterios de evaluación de la educación primaria, la educación secundaria obligatoria y el bachillerato.

Boletín Oficial de la Junta de Andalucía (BOJA)

Decreto 111/2016, de 14 de junio, por el que se establece la ordenación y el currículo de la Educación Secundaria Obligatoria en la Comunidad Autónoma de Andalucía.

Orden de 14 de julio de 2016, por la que se desarrolla el currículo correspondiente a la Educación Secundaria Obligatoria en la Comunidad Autónoma de Andalucía, se regulan determinados aspectos de la atención a la diversidad y se establece la ordenación de la evaluación del proceso de aprendizaje del alumnado.

3.3. Justificación

El tema escogido para este trabajo de fin de máster es el origen de la vida y la evolución. Hay varios motivos que explican el porqué de esta elección. Por una parte, el origen de la vida es un tema muy interesante y con grandes incógnitas, que ha pasado por las brillantes mentes de muchos científicos y científicas. A pesar de ser un tema tratado desde hace cientos de años hay aportes bastante recientes e interesantes descubrimientos, acercando al alumnado a una visión actual de la ciencia. Además, es un tema que puede fomentar una visión crítica y los estudiantes tengan un enfoque basado en el método científico.

En cuanto a la evolución creo que es una parte fundamental en la Biología y muy necesaria para llegar a comprender otros campos de esta ciencia. Como dijo Theodosius Dobzhansky, biólogo especializado en genética, *“Nada en Biología tiene sentido si no es a la luz de la Evolución”*. Además, diversos estudios ponen de manifiesto que el alumnado de secundaria no comprende bien conceptos relacionados con la evolución; en el caso del Bachillerato científico un 55% aprox. acepta la teoría de la evolución en su totalidad, y si vemos datos del alumnado de Bachillerato de Humanidades este porcentaje se reduce a un 26.5% (Rivas y García, 2016).

En cualquiera de los dos temas es importante el uso de la historia de la ciencia como recurso, ya que con esto conseguimos acercar la naturaleza de la ciencia al alumnado.

3.4. Contextualización

3.4.1. El centro educativo

El centro educativo tomado como modelo para desarrollar la unidad didáctica es el I.E.S. “Sierra de la Grana”, que se localiza en Jamilena, municipio de la provincia de Jaén. Su término municipal es el más pequeño de toda la provincia y se sitúa en el extremo suroeste de la comarca de La Campiña, al pie de la Sierra de la Grana.

Su superficie es de 9 Km², se encuentra a una altitud de 765 m y su distancia a la ciudad de Jaén es de 16 Km. Los municipios colindantes a Jamilena son Martos, Torredelcampo, Torredonjimeno y Los Villares.

La población de Jamilena cuenta con un total de 3.337 habitantes y el índice socio-económico y cultural del I.E.S. “Sierra de la Grana” es bajo.

Se trata de una localidad típica de un entorno rural, en la cual, la gran mayoría de la población trabaja en tareas agrícolas. Una de las actividades económicas principales es el olivar, y otro producto de gran importancia en este municipio es el ajo.

Hay mala comunicación mediante transporte público a otras zonas de la provincia o de fuera de esta, esto puede dificultar el acceso de parte de la población a actividades socioculturales de interés que se desarrollen en otros lugares. Otro dato relevante en este epígrafe es que son pocos los padres y madres que cuentan con estudios medios, y esta cifra disminuye si observamos los que cuentan con estudios superiores.

El objetivo principal del instituto es la mejora del aprendizaje del alumnado, obteniendo unos buenos resultados escolares y una mejora en el rendimiento. También se busca colaborar en la formación del alumnado estableciendo estrategias para tener como meta el desarrollo total de sus capacidades y su personalidad, y valorando el lograr tener unos hábitos de trabajo. Por último, cabe destacar que en el instituto se fomenta el

desarrollo del espíritu crítico del alumnado y una actitud basada en el respeto de los derechos y libertades de todos los miembros del centro educativo; y una convivencia basada en unos principios democráticos.

El I.E.S. “Sierra de la Grana” cuenta con las siguientes instalaciones: ocho aulas ordinarias y aulas específicas para tecnología, apoyo e integración, música e informática, un laboratorio de Ciencias Naturales, instalaciones deportivas, despachos para los miembros del Equipo Directivo, aulas específicas para los miembros de un departamento concreto, sala de profesores, una conserjería, una sala de usos múltiples y una biblioteca.

Encontramos diversos recursos materiales como libros de texto correspondientes a cada asignatura y libros de lectura, pantallas digitales en cada aula, ordenadores a disposición tanto de profesores como de alumnos y material escolar variado.

En cuanto al organigrama del centro contamos con:

- El Equipo Directivo formado por: la Directora, la Jefa de Estudios y el Secretario.
- El Claustro formado por todo el profesorado que imparte clases en el Instituto y está presidido por la Directora del Centro. En el caso del I.E.S. “Sierra de la Grana” el Claustro está formado por unos 20-22 profesores, este número va a oscilar dependiendo de la cantidad de grupos de ese año, durante este curso concreto se cuenta con un total de 20 profesores de diferentes asignaturas. Más específicamente, mi especialidad “Biología y Geología” cuenta con un total de 2 profesoras en este Instituto.
- El Personal de Administración y Servicios (P.A.S.) es escaso pero su labor resulta eficaz, ya que las funciones del P.A.S. se cumplen a diario y la disposición por parte de todo el personal que lo forma es muy buena.
- Consejo Escolar, que es la máxima representación de la Comunidad Educativa. Está formado por todos los miembros del Equipo Directivo, por varios representantes del profesorado, de las madres/padres/tutores legales y del alumnado, por un representante del P.A.S. y otro del ayuntamiento.
- El Equipo Técnico de Coordinación Pedagógica (E.T.C.P.), cuyos integrantes son: la Directora, Jefa de Estudios, representantes de los Departamentos y el Departamento de Orientación.
- La Asociación de Madres y Padres del Alumnado (A.M.P.A.), se encargan de ser representantes de las familias y de fomentar la participación de estas en las diversas

actividades que se programen en el instituto, además de contribuir en la organización y elaboración de las mismas.

Por último, el IES “Sierra de la Grana” cuenta con una organización de los espacios y tiempos. El horario lectivo del Centro es de 8:00 a 14:30 horas, con un descanso a media mañana de media hora. La puerta del Centro se cerrará pasados 10 minutos de la hora de entrada. Entre clases sonará un timbre indicando el fin de esa sesión y se dejan unos minutos para el cambio de profesor o de aula si fuese necesario.

3.4.2. El alumnado

El I.E.S. “Sierra de la Grana” es el único Centro de Educación Secundaria del municipio. Casi el total del alumnado viene del C.E.I.P. “Padre Rejas”, que también es el único Centro de Educación Primaria.

El porcentaje de alumnos y alumnas de otras etnias o nacionalidades es muy bajo. Este escaso porcentaje corresponde con estudiantes de origen árabe y sudamericano. No se han percibido problemas de adaptación, por lo que se muestran totalmente integrados.

Podemos observar en las clases gran variedad de personalidades y tipos de inteligencias. Cada estudiante es totalmente diferente de otro y hay que intentar que la metodología que empleamos para la enseñanza abarque a todo el alumnado. La convivencia es buena y no se muestran conflictos excesivamente graves entre alumnos. Lo que sí se puede observar en algunas ocasiones son faltas de educación y respeto entre compañeros, por lo que hay que corregir estas conductas negativas y fomentar una visión de respeto y tolerancia entre personas.

En cuanto a la relación de alumnos y alumnas con profesorado es buena en su gran mayoría. El porcentaje de estudiantes que se incorporarán a bachillerato es de un 30% aproximadamente de los que empiezan en ESO y el porcentaje de alumnado que opta por Formación Profesional es similar.

3.5. Aspectos psicológicos y pedagógicos del alumnado y de la enseñanza

El alumnado de 4º ESO tiene una edad que ronda los 16 años. Durante esta etapa, que denominamos adolescencia, van a existir factores tanto psicológicos como pedagógicos que van a influir en el alumnado y en el propio proceso de enseñanza.

Por una parte, un importante factor a tener en cuenta es la autoestima. Podemos considerar este rasgo como algo variable, sobre todo en este periodo de tiempo en el que los adolescentes están expuestos a grandes cambios en sus vidas. Muchos trabajos citan una bajada de autoestima en la primera parte de la adolescencia que luego vuelve

a aumentar en periodos más avanzados de ésta. Según esta visión generalizada, la mayor parte del alumnado de 4º ESO no presentaría problemas de autoestima que pudieran influir en el entorno escolar, ya que se encuentran en una etapa más tardía de su adolescencia. En cambio, desde otro punto de vista, se insiste en la importancia de las variaciones individuales y muestran lo diferente que puede resultar el desarrollo de la autoestima de dos adolescentes de la misma edad.

La autoestima también puede variar dependiendo de las relaciones familiares que mantenga cada adolescente, las relaciones con sus amigos y compañeros o el propio contexto del instituto (Parra et al., 2004).

En cuanto a aspectos pedagógicos se han puesto a prueba diversas metodologías, recursos didácticos, etc. para la enseñanza de las ciencias. Se ha visto que el uso de mapas conceptuales puede mejorar y ayudar al alumnado a la hora de adquirir un aprendizaje significativo (Moreira, 2005).

3.6. Objetivos

En el Real Decreto 1105/2014, de 26 de diciembre, por el que se establece el currículo básico de la Educación Secundaria Obligatoria y del Bachillerato se establece la siguiente definición para objetivos:

“Objetivos: referentes relativos a los logros que el estudiante debe alcanzar al finalizar cada etapa, como resultado de las experiencias de enseñanza-aprendizaje intencionalmente planificadas a tal fin”.

En este apartado se van a mostrar tanto los objetivos generales de etapa, cómo los del área de conocimiento y los específicos de la unidad didáctica.

3.6.1. Objetivos generales de etapa

Siguiendo el Real Decreto 1105/2014, de 26 de diciembre, por el que se establece el currículo básico de la Educación Secundaria Obligatoria y del Bachillerato, concretamente en el artículo 11, se establecen los objetivos de la Educación Secundaria Obligatoria.

La Educación Secundaria Obligatoria contribuirá a desarrollar en los alumnos y las alumnas las capacidades que les permitan:

“a) Asumir responsablemente sus deberes, conocer y ejercer sus derechos en el respeto a los demás, practicar la tolerancia, la cooperación y la solidaridad entre las personas y grupos, ejercitarse en el diálogo afianzando los derechos humanos y la igualdad de trato

y de oportunidades entre mujeres y hombres, como valores comunes de una sociedad plural y prepararse para el ejercicio de la ciudadanía democrática.

b) Desarrollar y consolidar hábitos de disciplina, estudio y trabajo individual y en equipo como condición necesaria para una realización eficaz de las tareas del aprendizaje y como medio de desarrollo personal.

c) Valorar y respetar la diferencia de sexos y la igualdad de derechos y oportunidades entre ellos. Rechazar la discriminación de las personas por razón de sexo o por cualquier otra condición o circunstancia personal o social. Rechazar los estereotipos que supongan discriminación entre hombres y mujeres, así como cualquier manifestación de violencia contra la mujer.

d) Fortalecer sus capacidades afectivas en todos los ámbitos de la personalidad y en sus relaciones con los demás, así como rechazar la violencia, los prejuicios de cualquier tipo, los comportamientos sexistas y resolver pacíficamente los conflictos.

e) Desarrollar destrezas básicas en la utilización de las fuentes de información para, con sentido crítico, adquirir nuevos conocimientos. Adquirir una preparación básica en el campo de las tecnologías, especialmente las de la información y la comunicación.

f) Concebir el conocimiento científico como un saber integrado, que se estructura en distintas disciplinas, así como conocer y aplicar los métodos para identificar los problemas en los diversos campos del conocimiento y de la experiencia.

g) Desarrollar el espíritu emprendedor y la confianza en sí mismo, la participación, el sentido crítico, la iniciativa personal y la capacidad para aprender a aprender, planificar, tomar decisiones y asumir responsabilidades.

h) Comprender y expresar con corrección, oralmente y por escrito, en la lengua castellana y, si la hubiere, en la lengua cooficial de la Comunidad Autónoma, textos y mensajes complejos, e iniciarse en el conocimiento, la lectura y el estudio de la literatura.

i) Comprender y expresarse en una o más lenguas extranjeras de manera apropiada.

j) Conocer, valorar y respetar los aspectos básicos de la cultura y la historia propias y de los demás, así como el patrimonio artístico y cultural.

k) Conocer y aceptar el funcionamiento del propio cuerpo y el de los otros, respetar las diferencias, afianzar los hábitos de cuidado y salud corporales e incorporar la educación física y la práctica del deporte para favorecer el desarrollo personal y social. Conocer y valorar la dimensión humana de la sexualidad en toda su diversidad. Valorar críticamente los hábitos sociales relacionados con la salud, el consumo, el cuidado de los seres vivos y el medio ambiente, contribuyendo a su conservación y mejora.

l) Apreciar la creación artística y comprender el lenguaje de las distintas manifestaciones artísticas, utilizando diversos medios de expresión y representación.”

3.6.2. Objetivos generales del área de conocimiento

En este apartado nos centramos en los objetivos generales de la asignatura a la que pertenece nuestra unidad didáctica, es decir, Biología y Geología.

Según Orden de 14 de julio de 2016, por la que se desarrolla el currículo correspondiente a la Educación Secundaria Obligatoria en la Comunidad Autónoma de Andalucía, se regulan determinados aspectos de la atención a la diversidad y se establece la ordenación de la evaluación del proceso de aprendizaje del alumnado.

La enseñanza de la Biología y Geología en esta etapa tendrá como finalidad el desarrollo de las siguientes capacidades:

“1. Comprender y utilizar las estrategias y los conceptos básicos de la Biología y Geología para interpretar los fenómenos naturales, así como para analizar y valorar las repercusiones de desarrollos científicos y sus aplicaciones.

2. Aplicar, en la resolución de problemas, estrategias coherentes con los procedimientos de las ciencias, tales como la discusión del interés de los problemas planteados, la formulación de hipótesis, la elaboración de estrategias de resolución y de diseños experimentales, el análisis de resultados, la consideración de aplicaciones y repercusiones del estudio realizado y la búsqueda de coherencia global.

3. Comprender y expresar mensajes con contenido científico utilizando el lenguaje oral y escrito con propiedad, interpretar diagramas, gráficas, tablas y expresiones matemáticas elementales, así como comunicar a otras personas argumentaciones y explicaciones en el ámbito de la ciencia.

4. Obtener información sobre temas científicos, utilizando distintas fuentes, incluidas las tecnologías de la información y la comunicación, y emplearla, valorando su contenido, para fundamentar y orientar trabajos sobre temas científicos.

5. Adoptar actitudes críticas fundamentadas en el conocimiento para analizar, individualmente o en grupo, cuestiones científicas.

6. Desarrollar actitudes y hábitos favorables a la promoción de la salud personal y comunitaria, facilitando estrategias que permitan hacer frente a los riesgos de la sociedad actual en aspectos relacionados con la alimentación, el consumo, las drogodependencias y la sexualidad.

7. Comprender la importancia de utilizar los conocimientos de la Biología y Geología para satisfacer las necesidades humanas y participar en la necesaria toma de decisiones en torno a problemas locales y globales a los que nos enfrentamos.

8. Conocer y valorar las interacciones de la ciencia con la sociedad y el medio ambiente, con atención particular a los problemas a los que se enfrenta hoy la humanidad y la

necesidad de búsqueda y aplicación de soluciones, sujetas al principio de precaución, para avanzar hacia un futuro sostenible.

9. Reconocer el carácter tentativo y creativo de las ciencias de la naturaleza, así como sus aportaciones al pensamiento humano a lo largo de la historia, apreciando los grandes debates superadores de dogmatismos y las revoluciones científicas que han marcado la evolución cultural de la humanidad y sus condiciones de vida.

10. Conocer y apreciar los elementos específicos del patrimonio natural de Andalucía para que sea valorado y respetado como patrimonio propio y a escala española y universal.

11. Conocer los principales centros de investigación de Andalucía y sus áreas de desarrollo que permitan valorar la importancia de la investigación para la humanidad desde un punto de vista respetuoso y sostenible.”

3.6.3. Objetivos específicos de la unidad didáctica

CONCEPTUALES	1. Conocer la teoría de la generación espontánea 2. Identificar argumentos que se mostraban a favor o en contra de la generación espontánea 3. Describir el experimento de Pouchet 4. Explicar el experimento de Pasteur 5. Comprender la teoría de la sopa primordial 6. Explicar el experimento de Urey-Miller 7. Conocer la teoría de las fuentes hidrotermales 8. Reconocer a los diferentes pensadores y naturalistas implicados en las teorías sobre el origen de la biodiversidad 9. Saber en qué consiste la Scala Naturae 10. Reconocer aspectos de la vida de Lamarck que hayan podido influir en su teoría evolutiva 11. Enumerar las ideas principales de la Selección Natural 12. Explicar la Selección Sexual 13. Interpretar un esquema en el que se represente el fijismo, el transformismo y la teoría evolutiva mediante selección natural
PROCEDIMENTALES	14. Desarrollar el experimento de F. Redi 15. Debatir la controversia protagonizada por Pouchet y Pasteur sobre la generación espontánea 16. Investigar en qué consiste la panspermia 17. Expresar las ideas de Oparin y Haldane, a partir de las cuales desarrollaron la teoría de la sopa primordial

	18. Diferenciar entre creacionismo, fijismo y catastrofismo 19. Desarrollar la teoría transformista de Lamarck 20. Debatir las ideas de Wallace y Darwin 21. Reflexionar sobre las pruebas a favor de la evolución
ACTITUDINALES	22. Interesarse por la incógnita del origen de la vida 23. Interiorizar las diferentes ideas que intentan dar una explicación a la biodiversidad 24. Valorar los aportes que han hecho los científicos a lo largo de la historia

Tabla 1. Clasificación de los objetivos específicos de esta unidad didáctica según su carácter conceptual, procedimental o actitudinal.

3.7. Competencias

Según el Real Decreto 1105/2014, de 26 de diciembre, por el que se establece el currículo básico de la Educación Secundaria Obligatoria y del Bachillerato, se establece la siguiente definición de competencia:

“Competencias: capacidades para aplicar de forma integrada los contenidos propios de cada enseñanza y etapa educativa, con el fin de lograr la realización adecuada de actividades y la resolución eficaz de problemas complejos”.

Hay un total de 7 competencias clave, son las siguientes:

1. Comunicación lingüística.
2. Competencia matemática y competencias básicas en ciencia y tecnología.
3. Competencia digital.
4. Aprender a aprender.
5. Competencias sociales y cívicas.
6. Sentido de iniciativa y espíritu emprendedor.
7. Conciencia y expresiones culturales.

A continuación, procedo a desarrollar brevemente en qué consisten cada una de las competencias clave, tomando para ello lo expuesto en la Orden ECD/65/2015, de 21 de enero, por la que se describen las relaciones entre las competencias, los contenidos y los criterios de evaluación de la educación primaria, la educación secundaria obligatoria y el bachillerato.

- 1) Comunicación lingüística → *“La competencia en comunicación lingüística es el resultado de la acción comunicativa dentro de prácticas sociales determinadas, en las cuales el individuo actúa con otros interlocutores y a través de textos en múltiples modalidades, formatos y soportes”.*
- 2) Competencia matemática y competencias básicas en ciencia y tecnología → *“La competencia matemática y las competencias básicas en ciencia y tecnología inducen y fortalecen algunos aspectos esenciales de la formación de las personas que resultan fundamentales para la vida. En una sociedad donde el impacto de las matemáticas, las ciencias y las tecnologías es determinante, la consecución y sostenibilidad del bienestar social exige conductas y toma de decisiones personales estrechamente vinculadas a la capacidad crítica y visión razonada y razonable de las personas”.*
- 3) Competencia digital → *“La competencia digital es aquella que implica el uso creativo, crítico y seguro de las tecnologías de la información y la comunicación para alcanzar los objetivos relacionados con el trabajo, la empleabilidad, el aprendizaje, el uso del tiempo libre, la inclusión y participación en la sociedad”.*
- 4) Aprender a aprender → *“La competencia de aprender a aprender es fundamental para el aprendizaje permanente que se produce a lo largo de la vida y que tiene lugar en distintos contextos formales, no formales e informales. Esta competencia se caracteriza por la habilidad para iniciar, organizar y persistir en el aprendizaje”.*
- 5) Competencias sociales y cívicas → *“Las competencias sociales y cívicas implican la habilidad y capacidad para utilizar los conocimientos y actitudes sobre la sociedad, entendida desde las diferentes perspectivas, en su concepción dinámica, cambiante y compleja, para interpretar fenómenos y problemas sociales en contextos cada vez más diversificados; para elaborar respuestas, tomar decisiones y resolver conflictos, así como para interactuar con otras personas y grupos conforme a normas basadas en el respeto mutuo y en convicciones democráticas. Además de incluir acciones a un nivel más cercano y mediato al individuo como parte de una implicación cívica y social”.*
- 6) Sentido de iniciativa y espíritu emprendedor → *“La competencia sentido de iniciativa y espíritu emprendedor implica la capacidad de transformar las ideas en actos. Ello significa adquirir conciencia de la situación a intervenir o resolver, y saber elegir, planificar y gestionar los conocimientos, destrezas o habilidades”.*

- 7) Conciencia y expresiones culturales → *“La competencia en conciencia y expresión cultural implica conocer, comprender, apreciar y valorar con espíritu crítico, con una actitud abierta y respetuosa, las diferentes manifestaciones culturales y artísticas, utilizarlas como fuente de enriquecimiento y disfrute personal y considerarlas como parte de la riqueza y patrimonio de los pueblos. Esta competencia incorpora también un componente expresivo referido a la propia capacidad estética y creadora y al dominio de aquellas capacidades relacionadas con los diferentes códigos artísticos y culturales, para poder utilizarlas como medio de comunicación y expresión personal. Implica igualmente manifestar interés por la participación en la vida cultural y por contribuir a la conservación del patrimonio cultural y artístico, tanto de la propia comunidad como de otras comunidades”.*

A continuación, se muestra una tabla (Tabla 2) que plasma las relaciones existentes entre las competencias clave, los objetivos específicos y los objetivos generales tanto de etapa como de materia.

OBJETIVOS DE LA UNIDAD DIDACTICA	OBJETIVOS DE ETAPA	OBJETIVOS DE LA MATERIA	COMPETENCIAS CLAVE
1. Conocer la teoría de la generación espontánea	f	1, 3	2
2. Identificar argumentos que se mostraban a favor o en contra de la generación espontánea	e,f,h	1,2,3,4	2
3. Describir el experimento de Pouchet	f	1	2
4. Explicar el experimento de Pasteur	f	1	2
5. Comprender la teoría de la sopa primordial	f	1, 3	2
6. Explicar el experimento de Urey-Miller	f	1	2
7. Conocer la teoría de las fuentes hidrotermales	f	1,3	2

8. Reconocer a los diferentes pensadores y naturalistas implicados en las teorías sobre el origen de la biodiversidad	f, j	3,9	2
9. Saber en qué consiste la Scala Naturae	f	1,3	2
10. Reconocer aspectos de la vida de Lamarck que hayan podido influir en su teoría evolutiva	f, j	3,9	2
11. Enumerar las ideas principales de la Selección Natural	f	1	2
12. Explicar la Selección Sexual	f	1	2
13. Interpretar un esquema en el que se represente el fijismo, el transformismo y la teoría evolutiva mediante selección natural	f	3,5	2
14. Desarrollar el experimento de F. Redi	f	1,3	2
15. Debatir la controversia protagonizada por Pouchet y Pasteur sobre la generación espontánea	a, e, f, h	1,2,4,5,9	1,2
16. Investigar en qué consiste la panspermia	b, e, f	2,3,4,5,9	1,2
17. Expresar las ideas de Oparin y Haldane, a partir de las cuales desarrollaron la teoría de la sopa primordial	f	1	1,2
18. Diferenciar entre creacionismo, fijismo y catastrofismo	f	1,3,4,5	2
19. Desarrollar la teoría transformista de Lamarck	f	1,3	2

20. Debatir las ideas de Wallace y Darwin	a, e, f, h	1,2,4,5,9	1,2
21. Reflexionar sobre las pruebas a favor de la evolución	e, f	1,3,4,5	2
22. Interesarse por la incógnita del origen de la vida	b, f, h	3,4,5	2,3
23. Interiorizar las diferentes ideas que intentan dar una explicación a la biodiversidad	b, f	3,5,	2
24. Valorar los aportes que han hecho los científicos a lo largo de la historia	b, f, j	5,7,9	1,2,7

Tabla 2. Relaciones entre los objetivos específicos de esta unidad didáctica con los objetivos de etapa, materia y con las competencias clave.

3.8. Contenidos

En el Real Decreto 1105/2014, de 26 de diciembre, por el que se establece el currículo básico de la Educación Secundaria Obligatoria y del Bachillerato, se establece la siguiente definición para contenidos:

“Contenidos: conjunto de conocimientos, habilidades, destrezas y actitudes que contribuyen al logro de los objetivos de cada enseñanza y etapa educativa y a la adquisición de competencias. Los contenidos se ordenan en asignaturas, que se clasifican en materias y ámbitos, en función de las etapas educativas o los programas en que participe el alumnado”.

A continuación, se muestran los contenidos pertenecientes a la propia materia, los contenidos transversales y los planes y proyectos.

3.8.1. Contenidos de la materia

Según el Real Decreto 1105/2014, de 26 de diciembre, por el que se establece el currículo básico de la Educación Secundaria Obligatoria y del Bachillerato, la unidad didáctica desarrollada en este trabajo se corresponde con la asignatura Biología y Geología de 4º ESO.

Pertenece al Bloque I: La evolución de la vida y los contenidos de este que se van a tratar son los presentes en la siguiente tabla (Tabla 3):

BLOQUE I: LA EVOLUCIÓN DE LA VIDA
CONTENIDOS
- Origen y evolución de los seres vivos. - Hipótesis sobre el origen de la vida en la Tierra. - Teorías de la evolución. El hecho y los mecanismos de la evolución.

Tabla 3. Bloque al que pertenece la unidad didáctica desarrollada en este trabajo y los contenidos correspondientes a la misma.

3.8.2. Elementos transversales

En el Decreto 111/2016, de 14 de junio, por el que se establece la ordenación y el currículo de la ESO en la Comunidad Autónoma de Andalucía se establecen una serie de elementos transversales. A continuación, se indican algunos de los que se van a tratar en esta unidad didáctica:

“b) El desarrollo de las competencias personales y las habilidades sociales para el ejercicio de la participación, desde el conocimiento de los valores que sustentan la libertad, la justicia, la igualdad, el pluralismo político y la democracia.

c) La educación para la convivencia y el respeto en las relaciones interpersonales, la competencia emocional, el autoconcepto, la imagen corporal y la autoestima como elementos necesarios para el adecuado desarrollo personal, el rechazo y la prevención de situaciones de acoso escolar, discriminación o maltrato, la promoción del bienestar, de la seguridad y de la protección de todos los miembros de la comunidad educativa.

d) El fomento de los valores y las actuaciones necesarias para el impulso de la igualdad real y efectiva entre mujeres y hombres, el reconocimiento de la contribución de ambos sexos al desarrollo de nuestra sociedad y al conocimiento acumulado por la humanidad, el análisis de las causas, situaciones y posibles soluciones a las desigualdades por razón de sexo, el respeto a la orientación y a la identidad sexual, el rechazo de comportamientos, contenidos y actitudes sexistas y de los estereotipos de género, la prevención de la violencia de género y el rechazo a la explotación y abuso sexual”.

3.8.3. Contenidos de planes y proyectos

En el IES “Sierra de la Grana” se implantan diversos planes y proyectos. Por una parte, en este centro hay una serie de Planes y Programas dados por la Consejería de Educación cómo Escuela TIC, Plan de Igualdad, Plan de Salud Laboral... Por otra parte, encontramos

otros Planes que han sido solicitados por el propio centro: Escuela Espacio de Paz, Proyecto Lector, etc.

Concretamente, en esta unidad didáctica se van a trabajar los siguientes planes y proyectos:

- **Proyecto Lector** → Este proyecto tiene como objetivo el fomento de la lectura y una mejora de la comprensión lectora por parte del alumnado. Se ha podido observar cierta carencia en este ámbito y con esto se pretende mejorar las capacidades lectoras de los estudiantes. Además de trabajar textos científicos en clase, se establece que en cada control se incluya un texto con unas preguntas para fomentar la comprensión lectora. Los textos se escogen para buscar la motivación de los estudiantes y promover el interés por los textos científicos.
- **Escuela Espacio de Paz** → Con la implementación de este plan se busca una resolución de conflictos basada en una actitud pacífica, respetuosa, sin prejuicios, tolerante y que promueva el diálogo. En cualquier caso, se deben promover estos valores entre el alumnado del Centro y en el caso particular de esta unidad didáctica se va a valorar esta actitud en el día a día y en el desarrollo de actividades específicas como debates.
- **Escuela TIC** → Con este plan se pretende fomentar el uso de las nuevas tecnologías para mejorar el aprendizaje del alumnado y que sirva para aplicar nuevos recursos y actividades en el aula. Siempre se va a transmitir un uso responsable de estas nuevas tecnologías y gracias a los materiales aportados por el centro todo el alumnado tiene las mismas posibilidades de acceso a los nuevos recursos, actividades o a las nuevas formas de trabajo basadas en el uso de las TICs. En el caso de esta unidad didáctica será necesario el acceso a internet para que la clase pueda buscar información sobre determinados temas, fomentando en estos casos su visión crítica a la hora de buscar y seleccionar contenidos encontrados en internet. Además, el ordenador y las pantallas digitales serán necesarias para la proyección de diapositivas o imágenes.

3.9. Metodología

En el Real Decreto 1105/2014, de 26 de diciembre, por el que se establece el currículo básico de la ESO y del Bachillerato se dispone la siguiente definición para metodología didáctica:

“Metodología didáctica: conjunto de estrategias, procedimientos y acciones organizadas y planificadas por el profesorado, de manera consciente y reflexiva, con la finalidad de posibilitar el aprendizaje del alumnado y el logro de los objetivos planteados”.

3.9.1. Principios metodológicos

Las metodologías usadas para el desarrollo de esta unidad didáctica son diversas y van a depender de la sesión en la que nos encontremos o la actividad que se esté desarrollando. Las distintas metodologías que se van a emplear se muestran en la tabla (Tabla 4).

METODOLOGÍAS	
TRANSMISIÓN-RECEPCIÓN	Se trata del método más tradicional. En esta metodología el docente adquiere un papel activo y es el que va a transmitir los conocimientos oralmente mientras que el alumnado recibe esta información de una forma pasiva. Cuando en clase se emplea este método durante la mayor parte del tiempo el alumnado tiende a estar distraído o desmotivado y, aunque es necesario su uso, creo que se puede modificar ligeramente de forma que el profesor lance preguntas a sus alumnos para que estos tomen un papel más activo. Además, es conveniente el uso de herramientas TIC durante la implementación de esta metodología de forma que se puedan proyectar imágenes o diapositivas mientras el docente transmite el conocimiento.
COOPERATIVO	Con esta metodología el alumnado va a trabajar en pequeños grupos para conseguir una meta u objetivo. Además de obtener un aprendizaje significativo van a adquirir habilidades de trabajo en grupo, aprendiendo a valorar el trabajo de sus compañeros y a organizarse. Uno de los rasgos fundamentales de esta metodología es que tienen que trabajar en conjunto y saber que su éxito depende del de sus compañeros y el de estos de él mismo. Con este método solemos encontrar a alumnado motivado, que además de cumplir con los objetivos de la enseñanza adquieren habilidades relacionadas con el trabajo en equipo. En este caso el alumnado va a tener un papel activo en el aprendizaje, mientras que el docente es el encargado de supervisar los grupos y el funcionamiento de los mismos, ayudando cuando se necesite y observando que se cumpla con la actividad y la relación entre los propios miembros del equipo.

GAMIFICACIÓN	Con la gamificación se busca que el alumnado aprenda jugando, llevando a las aulas una dinámica típica de videojuegos y juegos de mesa. Se busca conseguir la motivación del alumnado. Se trabaja con varias ideas como tener una meta u objetivo y que se genere cierta competitividad, además, se suele crear una puntuación o recompensas. En este caso el docente tiene el papel de coordinador de la actividad y supervisor, mientras que los estudiantes muestran un papel activo.
APRENDIZAJE BASADO EN PROBLEMAS	Con esta metodología se le plantea a la clase un problema que tienen que resolver, para ello van a trabajar en equipos de forma cooperativa, adquiriendo los estudiantes un papel activo. Se va a conseguir potenciar la creatividad del alumno y la motivación; además de adquirir habilidades cómo saber trabajar en equipo, ser responsable, tener una visión crítica, ser tolerantes, respetar las opiniones de los otros miembros del equipo, etc. Además de valorar el resultado del aprendizaje se va a tener en cuenta el desarrollo de la actividad, por lo que el docente tomará nota de esto durante la sesión. Tendrá un papel de coordinador y resolverá las posibles dudas que puedan surgir.
DEBATES	En los debates los estudiantes se van a agrupar en equipos y se va a proceder a discutir sobre un tema, cada equipo defenderá una postura diferente y se usará la argumentación para defenderla. Con los debates se trabajan aspectos muy importantes cómo la visión crítica, la tolerancia y el respeto. El alumnado participa de forma activa y el docente adquiere el papel de moderador y coordinador del debate.
APRENDIZAJE POR INVESTIGACIÓN	El alumnado va a adoptar un papel activo, indagando para adquirir nuevos conocimientos. Este tipo de metodología tiene gran importancia en el ámbito científico ya que fomenta el uso de una visión crítica y del método científico. Se va a conseguir un aprendizaje significativo y el alumnado se mantiene motivado. El profesor va a tener el papel de coordinar la actividad.

Tabla 4. Metodologías empleadas durante el desarrollo de las distintas sesiones.

3.9.2. Temporalización

Esta unidad didáctica se va a desarrollar en 4º ESO. Este curso cuenta con un total de 3 horas semanales para la asignatura de Biología y Geología. Se llevará a cabo durante el primer trimestre y va a ocupar un total de 9 sesiones de 55 minutos cada una, lo que supondrá un total de 3 semanas más un día de dedicación. La organización de las sesiones en el mes y el horario semanal de las clases se muestran en las tablas 5 y 6.

	LUNES	MARTES	MIÉRCOLES	JUEVES	VIERNES
8:00-9:00					Biología y Geología
9:00-10:00					
10:00-11:00					
11:30-12:30		Biología y Geología			
12:30-13:30				Biología y Geología	
13:30-14:30					

Tabla 5. Horario semanal del IES “Sierra de la Grana” para la asignatura Biología y Geología en 4º ESO.

LUNES	MARTES	MIÉRCOLES	JUEVES	VIERNES	SÁBADO	DOMINGO
						1
2	3 SESIÓN 1	4	5 SESIÓN 2	6 SESIÓN 3	7	8
9	10 SESIÓN 4	11	12 SESIÓN 5	13 SESIÓN 6	14	15
16	17 SESIÓN 7	18	19 SESIÓN 8	20 SESIÓN 1	21	22
23	24 SESIÓN 9	25	26	27	28	29
30	31					

Tabla 6. Distribución de las diferentes sesiones de esta unidad didáctica a lo largo del mes.

El día 20 del mes habría una sesión, pero no se correspondería con los contenidos de esta unidad didáctica, esto se debe a que la sesión 9 se reserva para la realización de una prueba escrita. Se dispone esta sesión a la semana siguiente con el objetivo de dejar unos días para que el alumnado pueda asentar conocimientos y repasar para esa prueba. Se indica en la tabla la sesión del día 20 como sesión 1 con el objetivo de indicar que comienza una nueva unidad didáctica de la asignatura.

3.9.3. Organización del aula

La organización del aula es un aspecto importante a tener en cuenta y va a variar dependiendo, sobre todo, de la metodología que se esté usando. Algunos aspectos a tener en cuenta son:

- El número de alumnos y alumnas, que en este caso particular son 16.
- Dónde se encuentra ubicada la pizarra o pantalla digital, para que todos tengan una buena visibilidad en el caso de que se esté usando.
- Si la metodología implementada implica trabajo en equipo o individualizado.

Cuando se esté desarrollando una sesión en la que predomina una metodología tradicional, los alumnos se van a organizar en filas de una persona. En el caso de otras metodologías (aprendizaje basado en problemas, cooperativo, aprendizaje por investigación y gamificación) los alumnos se van a disponer por equipos, cómo hay un total de 16 alumnos se van a hacer 4 grupos de 4 personas. Por último, en el caso de los debates, se organizarán en dos grupos de 8 alumnos.

Es importante que los grupos no sean muy numerosos, para asegurar una participación equitativa de todos los integrantes. Una vez organizados los grupos hay que disponer los pupitres y las sillas. En el caso de una metodología transmisión-recepción los alumnos se van a disponer en filas de uno, ya que no tienen un papel demasiado activo y van a trabajar de forma individualizada; además, los pupitres se van a orientar hacia la pared donde se encuentra la pizarra y la pantalla digital, ya que el uso de herramientas TIC va a estar presente en estas sesiones.

Cuando la metodología implique una organización en grupos de cuatro, los alumnos van a disponer sus mesas formando un cuadrado. De esta forma pueden establecer contacto visual con todos los miembros del equipo, y todos pueden intervenir por igual para tener unos resultados óptimos. La organización es muy importante para que la metodología implementada resulte ser un éxito y que el alumnado obtenga un aprendizaje significativo.

3.9.4. Materiales y recursos didácticos

Los materiales y recursos que se van a usar son los siguientes:

- Libro de texto. 4º ESO. Biología y Geología
- Pizarra tradicional
- Herramientas TIC. En este Centro se disponen de pantallas digitales en todas las aulas, de esta forma se podrán proyectar diapositivas e imágenes para apoyar el proceso de enseñanza-aprendizaje.

- Aula de informática. En las sesiones en las que se plantea una metodología de aprendizaje por investigación se hará uso de esta aula específica para que cada grupo disponga de un ordenador con acceso a internet.
- Cuaderno del alumno. Cada uno dispondrá de un cuaderno o similar para recoger el trabajo realizado durante las actividades.
- Material escolar variado. Tizas, folios, utensilios de escritura, etc.

3.9.5. Descripción y secuenciación de actividades

En este apartado se va a realizar una descripción detallada de cada una de las 10 sesiones que conforman esta unidad didáctica, describiendo las diversas actividades y especificando su duración.

SESIÓN 1

10 min. Introducción a la unidad didáctica. Informar sobre los contenidos, objetivos y métodos de evaluación para que el alumnado este informado desde un primer momento sobre cómo se van a desarrollar las posteriores sesiones. Introducir esta sesión presentando la incógnita que ha sido el origen de la vida y que son muchas las teorías que han surgido intentando explicarlo.

15 min. Lectura de un fragmento de “Investigación sobre animales” de Aristóteles, en el cual explica su pensamiento sobre la generación espontánea de la vida. En primer lugar, se realizará una lectura de forma individual, se les pedirá a los alumnos que subrayen la palabra que creen que es la más importante del texto y la frase que mejor muestre lo que Aristóteles quería transmitir. Se hará una puesta en común para reflexionar y ver las opiniones de diversos compañeros. Tras esto se procederá a contestar unas preguntas, que fundamentalmente tienen el objetivo de mostrar las ideas previas que los alumnos tienen sobre este tema. El fragmento y las preguntas se muestran en el ANEXO I.

20 min. Breve explicación biográfica de Francesco Redi, Pouchet y Pasteur. Explicación de los experimentos que cada uno realizó para desmentir o apoyar la teoría de la generación espontánea. Se utilizará una metodología de transmisión-recepción combinándola con el uso de herramientas TIC, en este caso se usará la pantalla digital para la proyección de diapositivas con imágenes de los tres experimentos.

10 min. Tiempo para resolver las posibles dudas que hayan surgido en la explicación y para organizar el debate que tendrá lugar en la segunda sesión. El título del debate será *“La gran controversia científica del siglo XIX ¿A favor o en contra de la generación espontánea?”*, al tratarse de un tema histórico los estudiantes representarán el papel

de científicos y científicas de ese siglo. Se organizarán en dos grupos de 8 personas, uno de los grupos será defensor del experimento de Pouchet mientras que el otro grupo apostará por las ideas de Pasteur.

SESIÓN 2

Esta sesión se dividirá en dos partes y tendrá lugar en el aula de informática debido a que son necesarios los ordenadores para la segunda parte de la clase. En la primera mitad tendrá lugar el desarrollo del debate, mientras que en la otra mitad se realizará una investigación sobre la panspermia para introducir teorías más actuales que explican el origen de la vida.

15 min. Planteamiento de la sesión de debate. Los dos equipos se van a agrupar y van a establecer un portavoz que será el encargado de hablar en la primera parte del debate. Cada grupo dejará por escrito los argumentos que va a usar para defender su postura. Recordar que tienen que interpretar el papel de científicos del s XIX y que no tienen conocimientos posteriores a esa época.

10 min. Por turnos los grupos van a exponer sus argumentos sin interrupciones por parte del grupo rival. Cada grupo contará con un máximo de 4-5 minutos para exponer sus ideas.

10 min. Se establece una ronda de preguntas. En esta parte del debate pueden participar todos los integrantes del grupo tanto para hacer preguntas como para responderlas, valorando la participación de forma individual. Tiene que establecerse una conclusión a modo de cierre del debate.

20 min. Se utiliza la metodología aprendizaje por investigación para que los alumnos indaguen sobre la panspermia, una de las teorías más actuales sobre el origen de la vida. Para el desarrollo de esta actividad se van a agrupar por parejas y cada una se va a disponer en un ordenador del aula. Tendrán que plasmar los conocimientos escribiendo un texto periodístico sobre lo que han encontrado indicando las fuentes.

SESIÓN 3

Esta sesión se va desarrollar en el aula de informática, ya que en la segunda mitad de la sesión los alumnos van a elaborar fichas biográficas de algunos científicos. El objetivo principal es que trabajen la historia de la ciencia para acercarlos más a la naturaleza de la ciencia.

25 min. Se realizará una explicación siguiendo una metodología de transmisión-recepción. Se va a desarrollar la abiogénesis o síntesis prebiótica, tanto la teoría de la sopa primordial como la teoría de las fuentes hidrotermales. Se van a destacar a varias

figuras científicas como Oparin y Haldane y se va a desarrollar el experimento realizado por Urey y Miller. Toda esta parte de la sesión se va a apoyar en herramientas TIC, se usará la pantalla digital para mostrar diapositivas e imágenes que ayuden al aprendizaje significativo de los alumnos.

30 min. Realización de la ficha biográfica de un científico o científica que haya influido en la búsqueda del origen de la vida. Los alumnos se van a organizar por parejas, una pareja por ordenador y la elección del científico va a ser libre. El trabajo se realizará en un documento de Word, de forma que se puedan juntar todas las fichas para formar una revista de científicos influyentes en la búsqueda del origen de la vida. Como el resultado final va a ser la recolección de todos los trabajos en formato revista se va a valorar la maquetación de la misma, además de que sigan todos los guiones especificados. En toda esta actividad predomina el aprendizaje por investigación y se va a valorar, también, las fuentes de información usadas. La clase tiene que trabajar de forma cooperativa para elegir un título adecuado para la revista y para que dos o más parejas no realicen la ficha sobre la misma persona. La ficha biográfica y los diferentes guiones que los alumnos tiene que tratar se incluyen en el ANEXO II.

SESIÓN 4

Esta sesión tendrá lugar en el aula de referencia y va a presentar la organización establecida para trabajar de forma cooperativa, es decir, vamos a tener a los alumnos dispuestos en grupos de cuatro. Esta organización va a ser fundamental, sobre todo, para la segunda mitad de la sesión.

15 min. Elaboración de un mapa conceptual en que se representen los principales contenidos desarrollados durante estas tres sesiones. El objetivo principal es que el alumno tenga una visión global y contextualizada del tema. El mapa conceptual se muestra en el ANEXO III. Este se irá realizando con la participación de todos, quedando recogido en el cuaderno de clase de cada alumno.

15 min. Preguntas al alumnado mediante la aplicación Plickers. Se realizarán una serie de preguntas tipo test usando esta aplicación. Las preguntas y las diversas opciones de repuesta son proyectadas en la pantalla y cada alumno tiene una fotocopia con un código, la cual usará para escoger su respuesta. Las respuestas de cada alumno son detectadas únicamente por el móvil del profesor, por lo que no será necesario pedir un permiso para que el alumnado pueda traer el móvil. Se realizarán 10 preguntas sobre los temas tratados en estas 3 sesiones. El objetivo es que sirva como repaso para la interiorización de conceptos y para valorar si las sesiones han sido aprovechadas para cada caso particular. En el ANEXO IV se muestran las preguntas con sus respectivas opciones de respuesta.

25 min. Introducción a la evolución, desarrollo de las teorías fijistas. Se van a desarrollar el creacionismo, el fijismo, el catastrofismo y la idea de Scala Naturae. Se va a llevar a cabo mediante la metodología de aprendizaje cooperativo. Concretamente, se va a utilizar una herramienta conocida como tareas puzle, que resulta eficaz para trabajar distintos apartados de un mismo tema. Como recurso vamos a tener el libro de texto y se va a desarrollar siguiendo estos pasos:

- En primer lugar, se le asigna a cada miembro del grupo una misión de forma individual. En este caso, las cuatro misiones que se van a repartir entre los diferentes miembros del equipo son: investigar en que consiste la Scala Naturae, el creacionismo, el fijismo y el catastrofismo. Cada miembro trabajará de forma individual con el apoyo del libro de texto para conseguir esta misión.
- En segundo lugar, se reorganizan los grupos formando otros cuatro grupos cuyos integrantes tenían la misma tarea. Van a exponer lo que han aprendido en común para enriquecer su conocimiento individual.
- Por último, se reestablecen los grupos del principio para que cada uno comparta su conocimiento con los demás miembros del equipo.

SESIÓN 5

En esta clase la organización de las mesas será tradicional, los alumnos se dispondrán en filas de una persona para tener una buena visibilidad de la pizarra y la pantalla digital.

15 min. Lectura de fichas biográficas de científicos influyentes en el desarrollo de teorías evolutivas. Estas lecturas son una forma de introducir el tema, poniendo en contexto al alumno e introduciéndolo en la historia de la ciencia. Para llevar a cabo la actividad se va a seguir una rutina de pensamiento conocida como “palabra- idea-frase”. Cada alumno de forma individual va a seleccionar una palabra que haya captado su interés, una idea que considere importante del texto y una frase que le ha ayudado a comprender la ficha biográfica. La lectura y la posterior selección se realizará de forma individual y luego se compartirán estas selecciones de forma grupal para enriquecer la lectura personal con las opiniones y reflexiones del resto de los compañeros. Las fichas biográficas son de Lamarck, Darwin y Wallace y se muestran en el ANEXO V.

25 min. Desarrollo de la teoría transformista de Lamarck más fallos de la misma. Tras el desarrollo de los diferentes apartados de esta teoría se expondrá el clásico ejemplo de las jirafas y, sobre este, se tratarán los errores del pensamiento lamarckiano. Se usará una metodología tradicional de transmisión recepción, haciendo uso de herramientas TIC para apoyar el aprendizaje. Se mostrarán diapositivas con imágenes para ayudar a que los alumnos visualicen mejor el ejemplo.

15 min. Actividad de refuerzo para la interiorización de la teoría evolutiva de Lamarck. Se repartirá la ficha mostrada en el ANEXO VI. Tiene el objetivo de que los alumnos puedan entender cómo funcionaba la naturaleza bajo los ojos de Lamarck pero siendo críticos y entendiendo los errores que este científico tuvo. En la última pregunta se busca una reflexión por parte del alumno para que observe que a pesar de los errores de Lamarck esta teoría supone un cambio de pensamiento importante al ver la comparación con las anteriores ideas fijistas.

SESIÓN 6

Durante esta sesión los alumnos están organizados de forma que se pueda trabajar con una metodología cooperativa de forma óptima, para ello están dispuestos en grupos de cuatro como en sesiones anteriores.

20 min. Explicación de la teoría evolutiva de Darwin y desarrollo del mecanismo de selección natural. Se llevará a cabo con una metodología tradicional transmisión-recepción.

5 min. Visualización de un video que ilustra la selección natural, y que tiene el objetivo de servir como apoyo para que el alumnado tenga un aprendizaje significativo. Para visualizar el video se usarán las herramientas TIC del aula, es decir, la pantalla digital.

El link del video es el siguiente: <https://www.youtube.com/watch?v=Cz6VTtIQsE>

10 min. Actividad: ¿Cómo explicaría Darwin el problema de las jirafas de Lamarck? Los alumnos tendrán que pensar cómo explicaría Darwin este problema explicado en la anterior sesión bajo el punto de vista de Lamarck. Para el desarrollo de esta actividad los alumnos van a trabajar de forma cooperativa, mediante un mecanismo denominado “Lápices al centro”. Con este mecanismo los utensilios de escritura de cada miembro del equipo se sitúan en el centro de forma que la cuestión se trate en voz alta para que todos den su visión y opinión. Tienen que llegar a un acuerdo teniendo en cuenta todas las intervenciones de los miembros y establecer una respuesta definitiva a la pregunta. Hasta que no lleguen a una conclusión no pueden volver a coger sus lápices, pero una vez hecho el consenso un miembro del equipo tiene que dejar por escrito la respuesta.

10 min. Actividad sobre interpretación de gráficas que representan las diferentes ideas de evolución de especies que se han tenido a lo largo de la historia. Se van a mostrar tres graficas que van a representar el fijismo, el transformismo y el darwinismo. Este ejercicio se va a resolver usando una metodología cooperativa.

10 min. Actividad reflexiva. Recordamos la idea de Diseño inteligente que tienen muchos creacionistas, concretamente muchos hablaban de la complejidad del ojo humano para posicionarse como seguidores de esta idea. Le vamos a plantear la siguiente pregunta a

nuestros alumnos: ¿Tenemos ojos para ver o vemos porque tenemos ojos?, a pesar de la introducción de Diseño inteligente ahora el alumnado tiene presente la teoría evolutiva de Darwin para debatir esta cuestión. Con esta pregunta se busca la reflexión y el fomento de una visión crítica para intentar superar una concepción alternativa muy presente en la población: la visión teleológica de la evolución. El objetivo es que los alumnos no vean el proceso evolutivo como un mecanismo que tiene una finalidad. Esta actividad también se va a desarrollar bajo una metodología cooperativa, al igual que los anteriores ejercicios.

Las actividades de esta sesión se encuentran desarrolladas en el ANEXO VII.

SESIÓN 7

Los elementos del aula se dispondrán en esta sesión por trabajar por equipos, ya que es necesario para todas las actividades que se van a trabajar a lo largo de esta sesión.

15 min. Se va a realizar una actividad mediante la metodología de aprendizaje basado en problemas. Tiene el objetivo de reforzar la explicación dada en la anterior sesión sobre el mecanismo de selección natural. Se va a presentar el clásico ejemplo de la selección de mariposas con tonalidad más oscura tras la revolución industrial en Inglaterra. El caso se va a desarrollar en forma de problema que los alumnos van a tener que resolver trabajando de forma cooperativa. Además de la solución al problema se van a valorar las diferentes habilidades para un correcto trabajo equipo.

El desarrollo de la actividad se muestra en el ANEXO VIII.

25 min. Ejercicio para reforzar los conocimientos adquiridos en las anteriores sesiones de esta unidad didáctica. Para desarrollar este ejercicio vamos a usar como metodología la gamificación. Los alumnos se organizan en sus grupos cooperativos habituales y van a jugar a un juego de mesa tipo trivial, caracterizado por un tablero y tarjetas con preguntas. El tablero presenta varias casillas que recorren las islas galápagos, y el alumno va a tener que ir avanzando por esas casillas hasta llegar al final del tablero. El juego tiene varias normas, pero el objetivo principal es valorar el conocimiento del alumno. Vamos a tener un solo tipo de tarjetas, en cada una se mostrará una pregunta del tema y la respuesta correspondiente. El tablero muestra diferentes tipos de casillas:

- Las casillas naranjas son las normales y te van a dar un punto si resuelves correctamente la pregunta de la tarjeta.
- Las casillas moradas te van a puntuar con dos puntos si sabes la pregunta de la tarjeta.
- Las casillas rojas indican que pierdes el turno de esa partida, y te quita el derecho de contestar la pregunta.

Además del tablero y de las tarjetas de preguntas, cada jugador va a contar con una ficha personaje con la que va a avanzar por el tablero, un dado y una tabla para ir anotando las puntuaciones que cada uno va obteniendo.

Un alumno va a pasar el turno cuando falle la pregunta de una tarjeta, si no falla vuelve a tirar. El mecanismo del juego busca que el ganador sea el alumno que más preguntas correctas conteste.

se muestran en el ANEXO IX los materiales necesarios para el desarrollo del juego.

15 min. Introducción a la selección sexual. Para esta introducción se va a usar una rutina de pensamiento conocida como veo-pienso-me pregunto. Con esta rutina se va a fomentar una reflexión por parte del alumnado. Se mostrará una imagen proyectada en la que se observan dos aves de la familia Mularidae, vemos un individuo masculino y otro femenino, pudiendo observar el dimorfismo sexual existente en esta especie.

Esta rutina se va a desarrollar de forma individual y luego, se compartirán los pensamientos individuales con el resto del grupo. Para el desarrollo de esta actividad los alumnos tienen que contestar a tres preguntas a partir de la imagen que están observando. Por una parte, tiene que indicar que es lo que está viendo en la imagen. Por otra parte, el alumno tiene que pensar que es lo que está intentando mostrar la imagen. Por último, tienen que escribir lo que se preguntan al observarla.

Este ejercicio tiene el objetivo de introducir el concepto de dimorfismo sexual y, a partir de este concepto, el mecanismo de la selección sexual.

SESIÓN 8

Esta sesión va a tener lugar en el aula de informática, ya que la segunda actividad programada se necesita que el alumnado tenga acceso a ordenadores con internet para la investigación sobre un tema concreto.

15 min. Desarrollo del tema: La selección sexual. Para llevar a cabo esta explicación se usará una metodología de transmisión- recepción, se hará uso del proyector y la pantalla digital para la visualización de imágenes y diapositivas variadas para la explicación del tema. Aunque se emplee una metodología tradicional se busca que la explicación se desarrolle de la forma más interactiva posible entre alumno y profesor.

20 min. En este tiempo se va a trabajar el tema de pruebas de la evolución, para ello van a trabajar de forma cooperativa. Se va a usar la metodología de aprendizaje por investigación, los alumnos buscarán cuáles son estas pruebas de la evolución y en que consiste cada una. Para llevar a cabo esta primera parte el alumnado va a usar el propio libro de texto y los ordenadores disponibles con acceso a internet. Tiene que elaborar

en sus cuadernos de clase un resumen de toda la información que han obtenido en la investigación.

20 min. Actividad: elaboración de un tríptico. Los alumnos van a trabajar por equipos para elaborar un tríptico con el objetivo de divulgar ciencia. El tema para elaborarlo va a ser el de evidencias de la evolución, y van a usar su propia información que han obtenido en la actividad anterior. Cada grupo tiene que entregar un tríptico, y se valorará; además del propio contenido, la capacidad de síntesis, las habilidades para trabajar en grupo, la organización y aspectos estéticos.

SESIÓN 9

55 min. Desarrollo de una prueba escrita, en la cual se realizan preguntas sobre los contenidos trabajados en todas las sesiones de esta unidad didáctica. Le prueba escrita se encuentra en el ANEXO X.

A continuación, se muestra una tabla (Tabla 7) en la cual se especifican los materiales necesarios y los tiempos que se van a emplear para las diferentes actividades en cada sesión.

	TIEMPO	ACTIVIDAD	MATERIALES
SESIÓN 1	10 min	Introducción de la unidad didáctica	- Pizarra - Ficha (Anexo I) - Pantalla digital - Presentación con diapositivas
	15 min	Lectura de Aristóteles sobre la generación espontánea	
	20 min	Explicación Redi, Pouchet y Pasteur	
	10 min	Organización debate para la siguiente sesión	
SESIÓN 2	15 min	Planteamiento del debate. Puesta en común	- Ordenadores con acceso a Internet

	10 min	Primera parte del debate. Exposición de argumentos	
	10 min	Segunda parte del debate. Ronda de preguntas	
	20 min	Investigación sobre la panspermia (aprendizaje basado en la investigación)	
SESIÓN 3	25 min	Explicación de la abiogénesis o síntesis prebiótica (teoría de la sopa primordial, teoría de las fuentes hidrotermales, experimento de Urey-Miller)	- Ordenadores - Diapositivas elaboradas por el profesor - Anexo II
	30 min	Realización de una ficha biográfica de un científico/a que haya influido en la búsqueda del origen de la vida	
SESIÓN 4	15 min	Elaboración de un mapa conceptual que incluya los contenidos expuestos en las tres primeras sesiones	- Pizarra tradicional y tiza - Móvil del profesor con la aplicación Plickers y fichas-códigos para los alumnos - Libro de texto
	15 min	Realización de preguntas tipo test mediante la aplicación Plickers	
	25 min	Introducción a la evolución, teorías fijistas (fijismo, creacionismo, catastrofismo, Scala Naturae) mediante tareas puzle	

SESIÓN 5	15 min	Lectura fichas bibliográficas de científicos influyentes en el desarrollo de teorías evolutivas mediante la rutina de pensamiento “palabra-idea-frase”	- Anexo V - Libro de texto - Proyector y pantalla digital - Diapositivas elaboradas por el profesor - Actividad del Anexo VI impresa
	25 min	Desarrollo de la teoría transformista de Lamarck mediante una metodología de transmisión-recepción	
	15 min	Actividad sobre los contenidos desarrollados en esta sesión (Anexo VI)	
SESIÓN 6	20 min	Explicación de la teoría evolutiva de Darwin (metodología transmisión-recepción)	- Libro de texto - Proyector - Pantalla digital - Ordenador con acceso a internet - Actividades del anexo VII impresas
	5 min	Visualización de un video sobre la selección natural	
	10 min	Actividades sobre los contenidos de la sesión (Trabajo cooperativo)	
	10 min	Actividades sobre los contenidos de la sesión (trabajo cooperativo)	
	10 min	Actividades sobre los contenidos de la sesión (trabajo cooperativo)	
SESIÓN 7	15 min	Actividad sobre selección natural mediante	

		aprendizaje basado en problemas	- Actividad presente en el anexo VIII impresa - Diversos materiales presentados en el anexo IX para el desarrollo del trivial - Proyector
	25 min	Trivial sobre el origen de la vida y las teorías evolutivas (gamificación)	
	15 min	Introducción a la selección sexual con la rutina de pensamiento “veo-pienso-me pregunto”	
SESIÓN 8	15 min	Explicación de la selección sexual (metodología transmisión-recepción)	- Proyector - Diapositivas elaboradas por el profesor - Pantalla digital - Ordenadores con acceso a internet
	20 min	Aprendizaje basado en la investigación para aprender las diferentes evidencias de la evolución	
	20 min	Elaboración de un tríptico de divulgación científica mediante trabajo cooperativo	
SESIÓN 9	55 min	Prueba escrita	

Tabla 7. Cuadro resumen de todas las sesiones de esta unidad didáctica.

3.9.6. Atención a la diversidad

En el Real Decreto 1105/2014, de 26 de diciembre, por el que se establece el currículo básico de la ESO y del Bachillerato, encontramos el artículo 16: Medidas organizativas y curriculares para la atención a la diversidad y la organización flexible de las enseñanzas. Nos indica lo siguiente:

“1. Corresponde a las Administraciones educativas regular las medidas de atención a la diversidad, organizativas y curriculares, incluidas las medidas de atención al alumnado

con necesidades específicas de apoyo educativo, que permitan a los centros, en el ejercicio de su autonomía, una organización flexible de las enseñanzas.

2. Entre las medidas indicadas en el apartado anterior se contemplarán las adaptaciones del currículo, la integración de materias en ámbitos, los agrupamientos flexibles, el apoyo en grupos ordinarios, los desdoblamientos de grupos, la oferta de materias específicas, los Programas de Mejora del Aprendizaje y el Rendimiento y otros programas de tratamiento personalizado para el alumnado con necesidad específica de apoyo educativo. A estos efectos, los centros tendrán autonomía para organizar los grupos y las materias de manera flexible y para adoptar las medidas de atención a la diversidad más adecuadas a las características de su alumnado y que permitan el mejor aprovechamiento de los recursos de que disponga. Las medidas de atención a la diversidad que adopte cada centro formarán parte de su proyecto educativo, de conformidad con lo que establece el artículo 121.2 de la Ley Orgánica 2/2006, de 3 de mayo, de Educación.

3. La escolarización del alumnado con necesidades educativas especiales en centros ordinarios podrá prolongarse un año más, sin menoscabo de lo dispuesto en el artículo 28.5 de dicha Ley Orgánica, según el cual, el alumno o alumna podrá repetir el mismo curso una sola vez y dos veces como máximo dentro de la etapa. Cuando esta segunda repetición deba producirse en tercero o cuarto curso, se prolongará un año el límite de edad al que se refiere el apartado 2 del artículo 4 de la Ley Orgánica 2/2006, de 3 de mayo. Excepcionalmente, un alumno o alumna podrá repetir una segunda vez en cuarto curso si no ha repetido en los cursos anteriores de la etapa”.

En el caso particular de esta clase no encontramos ningún alumno o alumna con necesidades educativas especiales o necesidades de apoyo educativo. Debido a esto no serán necesarias adaptaciones del currículo ni tomar ninguna otra medida.

3.9.7. Interdisciplinariedad

En el caso del desarrollo de esta unidad didáctica va a existir interdisciplinariedad con otras dos asignaturas: Lengua castellana y literatura e Informática.

En el caso de Lengua Castellana y Literatura se va a trabajar la estructura de los debates y el tipo de lenguaje que se debe emplear en estos. Por otra parte, van a elaborar fichas biográficas, con las cuales pueden trabajar sus habilidades de redacción. Por último, también se desarrollan varias actividades basadas en la contestación de preguntas a partir de la lectura de textos. Esto va a servir de apoyo y complementación de otras actividades relacionadas con la asignatura de Lengua Castellana y Literatura, ya que uno de los objetivos de ambas es mejorar la comprensión lectora del alumnado.

Por otro lado, tenemos la relación con la asignatura de informática. Esta conexión se basa fundamentalmente en el aprendizaje del manejo de diversos programas de maquetación o procesadores de textos, como puede ser Word. Durante estas sesiones se plantean varias actividades que van a requerir que los alumnos y alumnas muestren un cierto dominio de estos programas, cómo puede ser la elaboración de una ficha biográfica de un científico/a influyente en la búsqueda del origen de la vida o el desarrollo de un tríptico de divulgación científica.

3.10. Evaluación

En este apartado del trabajo se van a tratar diversos aspectos de la evaluación de esta unidad didáctica. En muchas ocasiones se piensa en la evaluación como un sinónimo de calificación, pero realmente implica mucho más que eso. Para evaluar hay que tomar decisiones, ser críticos, comprensivos y ser conscientes para poder mejorar.

3.10.1. Sistema de evaluación

La evaluación va a ser continua, es decir, se va a tener en cuenta todo el proceso. Con esto podemos ver, actuar o modificar lo que sea necesario según como se vaya desarrollando la unidad didáctica. La evaluación continua también es llamada evaluación formativa, y con ella se puede observar si el alumnado va cumpliendo los distintos objetivos programados para el proceso de aprendizaje y enseñanza.

Algunas de las actividades planteadas tienen como objetivo realizar una evaluación diagnóstica, es decir, se busca el conocimiento que muestran los estudiantes sobre el tema antes de tratarlo en clase. Con la información que se extrae de esta evaluación diagnóstica o previa se puede saber del nivel de conocimiento de la materia del que parten los estudiantes, para poder adaptar o modificar las actividades en función los alumnos.

Además, se realizará una evaluación final, en la cual se observará el resultado final del desarrollo de esta unidad didáctica. Con ella se analizarán, de forma individual, los conocimientos que cada alumno ha adquirido sobre los contenidos tratados a lo largo de las diferentes sesiones.

3.10.2. Criterios de evaluación

En el Real Decreto 1105/2014, de 26 de diciembre, por el que se establece el currículo básico de la Educación Secundaria Obligatoria y del Bachillerato; encontramos la siguiente definición para criterios de evaluación:

“son el referente específico para evaluar el aprendizaje del alumnado. Describen aquello que se quiere valorar y que el alumnado debe lograr, tanto en conocimientos como en competencias; responden a lo que se pretende conseguir en cada asignatura”.

En el mismo, encontramos los criterios de evaluación pertenecientes a esta unidad didáctica. Como se indica en apartados anteriores, los contenidos correspondientes se encuentran presentes en el Bloque 1: La evolución de la vida, de 4º ESO.

En la siguiente tabla (Tabla 8), se muestran los criterios de evaluación correspondientes a los contenidos trabajados en la unidad didáctica de este trabajo:

CONTENIDOS	CRITERIOS DE EVALUACIÓN
- Origen y evolución de los seres vivos. - Hipótesis sobre el origen de la vida en la Tierra. Teorías de la evolución. - El hecho y los mecanismos de la evolución.	16. Conocer las pruebas de la evolución. Comparar lamarckismo, darwinismo y neodarwinismo. 17. Comprender los mecanismos de la evolución destacando la importancia de la mutación y la selección. Analizar el debate entre gradualismo, saltacionismo y neutralismo.

Tabla 8. Contenidos y criterios de evaluación correspondientes a esta unidad didáctica.

3.10.3. Estándares de aprendizaje

En el Real Decreto 1105/2014, de 26 de diciembre, por el que se establece el currículo básico de la Educación Secundaria Obligatoria y del Bachillerato; encontramos la siguiente definición para estándares de aprendizaje:

“Especificaciones de los criterios de evaluación que permiten definir los resultados de aprendizaje, y que concretan lo que el estudiante debe saber, comprender y saber hacer en cada asignatura; deben ser observables, medibles y evaluables y permitir graduar el rendimiento o logro alcanzado. Su diseño debe contribuir y facilitar el diseño de pruebas estandarizadas y comparables”.

Al igual que los criterios de evaluación, encontramos los estándares de aprendizaje en el Bloque 1: La evolución de la vida. En el caso de esta unidad didáctica, tenemos los estándares de aprendizaje mostrados en la siguiente tabla:

CONTENIDOS	ESTÁNDARES DE APRENDIZAJE
- Origen y evolución de los seres vivos. - Hipótesis sobre el origen de la vida en la Tierra. Teorías de la evolución. - El hecho y los mecanismos de la evolución.	16.1. Distingue las características diferenciadoras entre lamarckismo, darwinismo y neodarwinismo 17.1. Establece la relación entre variabilidad genética, adaptación y selección natural.

Tabla 9. Contenidos y estándares de aprendizaje correspondientes a esta unidad didáctica.

3.10.4. Criterios de calificación

Se presentan en este apartado del trabajo los criterios de calificación, elaborados específicamente para la unidad didáctica presente en este trabajo. En la tabla (Tabla 10) que se muestra a continuación, observamos los correspondientes criterios de calificación con sus respectivos porcentajes.

CRITERIOS DE CALIFICACIÓN	PORCENTAJE
Prueba escrita	40%
Actitud y trabajo en clase	10%
Cuaderno de clase (Realización de trabajos escritos)	10%
Debate	10%
Trabajos en equipo	30%

Tabla 10. Criterios de calificación relacionados con sus respectivos porcentajes.

El porcentaje indica una forma de valorar numéricamente cada una de las partes. La suma total de todos los porcentajes es un 100%, que equivaldría a la nota máxima que puede llegar a obtener un determinado alumno en esta unidad didáctica.

Se tienen bastante en cuenta los trabajos en equipo o cooperativos debido a que se trabaja de esta forma en numerosas actividades desarrolladas a lo largo de las sesiones. En general, se valora mucho la capacidad de trabajo en equipo y las diversas habilidades que se requieren para el correcto funcionamiento de esta metodología de trabajo.

Realizando una visión más exhaustiva de cada apartado de los criterios de calificación tenemos que:

- La prueba escrita vale un total de 4 puntos sobre 10. En el caso de esta unidad didáctica no se le da excesivo peso a la prueba escrita. No podemos asegurar que esta prueba plasme con total exactitud los conocimientos que un estudiante concreto presenta debido a muchos factores, por lo que no se considera en un porcentaje destacablemente alto.
- La actitud y el trabajo en clase se valora con un máximo de 1 puntos sobre 10. En este caso, son muchos factores lo que se incluyen: la receptividad del alumnado hacia las explicaciones del docente, la actitud respetuosa e interesada hacia las opiniones del resto de compañeros, la buena organización de las tareas, el interés personal, etc. Además, en la sesión 4 se realiza un test mediante la app Plickers. Con esto, se obtienen unos porcentajes de aciertos y errores de cada alumno, que se usará para valorar el grado de aprovechamiento individual de las sesiones impartidas hasta ese momento.
- El cuaderno cuenta con un 10% de la nota total, en el deben de recogerse las actividades individuales durante las diversas sesiones. En este caso se incluye: las actividades relacionadas con la lectura “Investigación sobre animales” de Aristóteles, la elaboración de un mapa conceptual, las actividades de la teoría transformista de Lamarck y un último ejercicio reflexivo sobre conceptos relacionados con la selección sexual.
- El debate realizado en la segunda sesión vale 1 punto del total. Se valoran diversos factores, por ejemplo, la buena organización, el respeto, la tolerancia, tener una visión crítica, la buena elección de argumentos, participación, interés, etc.
- Los trabajos en equipo cuentan un 30%, son numerosas las actividades realizadas durante las sesiones que entran en este apartado. En primer lugar, tenemos dos actividades realizadas por parejas: un trabajo de investigación sobre la panspermia y la realización de una ficha biográfica de un científico o científica influyente en la búsqueda del origen de la vida. Por otra parte, hay varias actividades programadas que usan rutinas o herramientas de trabajo cooperativo, como actividades para introducir la evolución, lectura de fichas biográficas, interpretación de gráficas, preguntas reflexivas, investigaciones, etc.

3.10.5. Instrumentos de evaluación

Se usarán dos instrumentos para la evaluación del alumnado. Por una parte, tendremos una lista con los nombres de los alumnos que servirá como control diario y general de las diferentes actividades. En esta ficha se dispone el nombre y apellidos de cada uno de los alumnos, los diferentes apartados de los criterios de calificación (expuestos en el anterior apartado) y las actividades concretas de cada sección. En esta ficha se podrá

apuntar la entrega o no entrega de actividades y, además, la puntuación específica obtenida.

Por otra parte, se elaborarán rubricas para una evaluación más concreta de cada uno de los criterios. A continuación, se muestra una tabla (Tabla 11) que actuaría como ficha diaria para recopilar información sobre el alumnado:

Nombre y Apellidos	ACTITUD Y TRABAJO EN CLASE		CUADERNO				DEBATE
	Nota media	Plickers	Lectura Aritotéles	Mapa conceptual	Lamarck	Selección sexual	Nota
Alumno A	 8	 6	 9	 10	 F -	 8	 7
Alumno B							
...							

TRABAJO EN EQUIPO							
Nombre y Apellidos	Invest. Panspermia	Ficha biográfica	Intro. Evolución	Lectura fichas	Act. 1	Act. 2	Act. 3
Alumno A	 6	 0	 7	 9	 8	 0	 7
Alumno B							
...							

TRABAJO EN EQUIPO			PRUEBA ESCRITA
Nombre y Apellidos	Act. 4	Trivial	Investigación y tríptico
Alumno A	 8	 9	 7
Alumno B			
...			

Tabla 11. Ficha diaria que se usará como instrumento de evaluación.

Se muestra en la Tabla 11 el ejemplo para el alumno A, como vemos, esta ficha sirve para llevar un control personal durante todas las sesiones que ocupa esta unidad didáctica. En esta tabla, se recopila información sobre la entrega/no entrega y la nota

adquirida de la corrección de cada actividad. Clasificamos las actividades en función de los criterios de calificación acordados para esta unidad didáctica.

Indicamos en verde cuando esa actividad es entregada y en rojo cuando no se entrega. Especificamos con un F si la no entrega de la actividad se debe a una falta de asistencia justificada por parte del estudiante. Cuando el motivo es una falta de asistencia, el alumno tiene la opción de recuperar esa actividad entregándola en otro momento. En la otra casilla se indica la nota, resultado de la corrección mediante rubricas elaboradas para cada actividad concreta.

A continuación, se presentan las diferentes rubricas utilizadas como instrumento de evaluación en esta unidad didáctica:

- **1. Rubrica para evaluar la actitud y trabajo de clase del alumno.**

	1-2	3-4	5-6	7-8	9-10
Receptividad e interés	No está receptivo a la explicación y no muestra ningún interés	Escasas veces receptivo a la explicación y a penas muestra interés	Pocas veces está receptivo a la explicación y muestra poco interés	Suele estar receptivo a la explicación y muestra bastante interés	Siempre está receptivo a la explicación y muestra mucho interés
Respeto y tolerancia	Nunca muestra respeto y tolerancia hacia sus compañeros	Casi nunca muestra respeto y tolerancia hacia sus compañeros	Suele mostrar respeto y tolerancia hacia sus compañeros	Muestra a menudo respeto y tolerancia hacia sus compañeros	Siempre muestra respeto y tolerancia hacia sus compañeros
Participación durante las sesiones	Nunca participa durante el desarrollo de las sesiones	Participa poco durante el desarrollo de las sesiones	A veces participa durante el desarrollo de las sesiones	Casi siempre durante el desarrollo de las sesiones	Participa mucho durante el desarrollo de las sesiones
Actitud	Tiene una actitud inadecuada en clase	Presenta una actitud algo inadecuada en clase	Presenta escasas veces una actitud adecuada en clase	Presenta a menudo una actitud adecuada en clase	Presenta siempre una adecuada actitud en clase

- **2. Rubrica para evaluar el cuaderno de clase**

	1-2	3-4	5-6	7-8	9-10
Presentación y limpieza	Las actividades no tienen una buena presentación y una correcta limpieza	Las actividades tienen poca presentación y escaso nivel de limpieza	Las actividades tienen una escasa presentación y no se observa demasiada limpieza	Las actividades tienen una buena presentación y se observa bastante limpieza	Las actividades tienen muy buena presentación y limpieza
Organización	Las actividades están muy desordenadas y no siguen nunca el orden de clase	Las actividades están bastante desordenadas y raramente siguen el orden de clase	Las actividades están un poco desordenadas y escasamente siguen el orden de clase	Las actividades están bastante ordenadas y casi siempre siguen el orden de clase	Las actividades se encuentran perfectamente ordenadas respetando el orden seguido en clase
Contenido	Ausencia de contenido o alta cantidad de errores en las actividades	Presencia de bastantes errores en el contenido de las actividades	Hay algunos errores en el contenido de las actividades	Casi nunca se encuentran errores en el contenido de las actividades	No hay errores en el contenido de las actividades
Actividades	Las actividades no se encuentran diferenciadas y los apartados no están contestados	Las actividades casi nunca se encuentran diferenciadas y casi ningún apartado está contestado	Las actividades no se encuentran siempre diferenciadas y pocos apartados están contestados	Las actividades están diferenciadas y casi todos los apartados están contestados	Las actividades de encuentran perfectamente diferenciadas y con todos los apartados contestados
Expresión y ortografía	La expresión escrita es inadecuada, no hay uso de lenguaje científico y existen muchas faltas de ortografía	La expresión escrita y el uso del lenguaje científico es escaso. Hay bastantes faltas de ortografía	La expresión escrita y el uso del lenguaje científico no es siempre correcto y hay algunas faltas de ortografía	La expresión escrita es buena, el uso del lenguaje científico es correcto y casi no hay faltas de ortografía	La expresión escrita es muy buena, usa correctamente un lenguaje científico y no hay faltas de ortografía

- **3. Rubrica para evaluar el debate**

	1-2	3-4	5-6	7-8	9-10
Organización y trabajo en equipo	La organización es inadecuada. El trabajo en equipo es inexistente	La organización es pobre. Muestra pocas habilidades adecuadas para un correcto trabajo en equipo	La organización es escasa. Muestra algunas habilidades necesarias para un correcto trabajo en equipo	La organización es buena. Muestra buenas habilidades para un correcto trabajo en equipo	Muy buena organización del debate. Muestra excelentes habilidades para trabajar en equipo
Argumentos	Los argumentos empleados son inadecuados y las fuentes de información usadas son erróneas	Los argumentos empleados no son adecuados y las fuentes de información usadas no son fiables	Los argumentos empleados son poco adecuados y las fuentes de información usadas son escasas y no todas adecuadas	Los argumentos empleados son correctos y las fuentes de información son abundantes y la mayoría adecuadas	Los argumentos empleados son adecuados y las fuentes de información son abundantes y fiables
Participación	El alumno/a no es participativo en ninguna de las partes del debate	El alumno/a casi no participa durante el debate	El alumno/a participa poco durante el desarrollo del debate	El alumno/a participa bastante durante el debate	El alumno/a se encuentra muy participativo durante todo el debate
Lenguaje científico	Ausencia o uso inadecuado del lenguaje científico	Bastantes errores en el uso del lenguaje científico	Hay algunos errores en el uso de un lenguaje científico	Pocos errores en el uso de un lenguaje científico	Uso correcto del lenguaje científico
Expresión oral	La expresión oral no es adecuada, presentando faltas de respeto, intolerancia y un mal uso del turno de palabra	La expresión oral es bastante inadecuada, hay algunas faltas de respeto, intolerancia y raramente respetan el turno de palabra	La expresión oral es poco adecuada, hay escasas faltas de respeto e intolerancia y casi siempre se respeta el turno de palabra	La expresión oral es adecuada a la situación, no hay faltas de respeto o signos de intolerancia y suelen respetar los turnos de palabra	La expresión oral es muy adecuada, no existen faltas de respeto e intolerancia y siempre respetan los turnos de palabra

- **4. Rubrica para evaluar los trabajos cooperativos o en equipo**

	1-2	3-4	5-6	7-8	9-10
Participación	No se encuentra participativo durante la actividad	Se encuentra poco participativo durante la actividad	Se encuentra escasamente participativo durante la actividad	Se encuentra bastante participativo durante la actividad	Se encuentra muy participativo durante la actividad
Organización	La organización es inadecuada para un trabajo cooperativo, los miembros no respetan su papel ni el tiempo que debe emplearse para cada actividad	La organización es poco adecuada para un trabajo cooperativo, los miembros casi nunca respetan su papel ni el tiempo que debe emplearse	La organización es escasa para un trabajo cooperativo, cada miembro respeta pocas veces su papel y el tiempo que debe emplearse por actividad	La organización es bastante adecuada para un trabajo cooperativo, cada miembro respeta casi siempre su papel y el tiempo empleado para cada actividad	La organización es adecuada para un trabajo cooperativo, cada miembro tiene su papel y el tiempo empleado para cada actividad es correcto
Responsabilidad	No se observa ninguna responsabilidad hacia la actividad que se está realizando	La responsabilidad mostrada hacia el desarrollo de la actividad y los compañeros es muy escasa	La responsabilidad mostrada hacia el desarrollo de la actividad y los compañeros es suficiente	La responsabilidad mostrada hacia el desarrollo de la actividad y los compañeros es bastante adecuada	La responsabilidad mostrada hacia el desarrollo de la actividad y los compañeros es excelente
Contenido de las actividades	No se realizan las actividades cooperativas o la cantidad de errores es muy elevada	La cantidad de errores en las actividades es grande	Las actividades realizadas presentan algunos errores de contenido	Las actividades realizadas presentan escasos errores de contenido	Las actividades realizadas no presentan ningún error de contenido
Capacidad de resolver problemas	Los miembros del equipo se bloquean a la hora de resolver un problema, siendo incapaces de dar una solución	Los miembros del equipo casi nunca resuelven los problemas y no buscan soluciones	Escasas veces los miembros del equipo son capaces de resolver un problema o imprevisto encontrando una solución	La mayoría de los problemas que surgen se pueden resolver en equipo buscando una solución de forma conjunta	El equipo siempre se muestra capaz de resolver conjuntamente un problema o imprevisto, buscando soluciones para ello

3.10.6. Recuperación y proacción

Recuperación

Los alumnos que no obtengan los conocimientos mínimos acerca de los contenidos tratados en esta unidad didáctica tendrán que realizar un proceso de recuperación de los mismos.

Se considera superada la unidad didáctica cuando el estudiante ha conseguido una calificación final mínima de 5 sobre 10 tras realizar la media de todas las partes atendiendo a sus respectivos porcentajes, reflejados en el apartado de criterios de calificación. La calificación mínima que el alumno debe sacar en la prueba escrita es de 4 sobre 10.

En caso de que no llegue a esa puntuación mínima tiene que realizar una recuperación. La recuperación de esta prueba escrita se realizará a final del trimestre, acordando una fecha entre los alumnos que no superaron la prueba. En este caso, la prueba escrita se valorará con 60%, quedando el 40% restante para los demás de criterios de evaluación que se tuvieron en cuenta durante el desarrollo de las sesiones correspondientes a esta unidad didáctica.

En el caso de no obtener la puntuación mínima en esta recuperación el alumno tendrá otra posibilidad cuando finalice el curso escolar, en las recuperaciones realizadas en el mes de septiembre.

Proacción

Las actividades de proacción serán proporcionadas al alumnado que se muestre algo más avanzado o especialmente interesado en los contenidos de esta unidad didáctica.

Estas actividades se basan fundamentalmente en la lectura de artículos periodísticos o libros recomendados. Estas lecturas se realizarán de forma voluntaria por parte de los alumnos que las soliciten.

3.10.7. Evaluación del proceso

Para evaluar el proceso se valorará, tanto el día a día como los resultados finales obtenidos. A lo largo de las sesiones, el docente puede observar cómo el alumnado se comporta hacia la implementación en el aula de un determinado tipo de metodología. Se debe buscar una reflexión por parte del docente acerca de que metodologías han funcionado y cuales no para estos alumnos en específico. Observando objetivamente a diario puedes seleccionar las metodologías que han dado mejor resultado para usarlas en posteriores unidades didácticas.

Con las calificaciones obtenidas el docente puede ver el grado de aprovechamiento de las sesiones y que tipo de actividades, herramientas o formas de trabajo han dado un mejor resultado, una mayor motivación o una buena interiorización de los contenidos por parte de los estudiantes.

3.11. Conclusión

En esta unidad didáctica se busca la introducción en el aula de metodologías innovadoras, que buscan una participación más activa del alumnado durante las sesiones. Puede parecer que el docente ocupa un papel bastante pasivo durante gran parte de las clases; y así es, pero adquiere diferentes roles de gran importancia. Encontramos a un docente mediador, organizativo, imaginativo, resolutivo... en una misma sesión puede pasar de ser mediador de un debate hasta el director de un pequeño grupo de investigación que forman, a pequeña escala, todos sus alumnos y alumnas.

A pesar de todas estas metodologías empleadas no hay que descartar, bajo mi punto de vista, la metodología transmisión-recepción. Aunque se considera en ocasiones algo anticuado, creo que es muy necesaria y que no se puede desechar. En cualquier caso, en el desarrollo de este trabajo siempre se ha tenido como objetivo el aprendizaje significativo de los alumnos.

Por esto, creo que el trabajo cooperativo ha sido protagonista en la mayor parte de las sesiones. Pienso que es un método que va a proporcionar buenos resultados y que va a mantener a los estudiantes motivados, que es otro gran objetivo de esta unidad didáctica. Además, considero de gran importancia el desarrollo de las diferentes habilidades de trabajo en equipo para el presente y futuro del alumnado.

BIBLIOGRAFÍA

- Acevedo-Díaz, J.A., Aragón, M. & García-Carmona, A. (2016). La controversia Pasteur vs. Pouchet sobre la generación espontánea: un recurso para la formación inicial del profesorado en la naturaleza de la ciencia desde un enfoque reflexivo. *Ciência & Educação*, 22(4), 913-933.
- Aleixandre, M.P.J. (1991). Cambiando las ideas sobre el cambio biológico. *Enseñanza de las ciencias: revista de investigación y experiencias didácticas*, 9(3), 248-256.
- Audesirk, T., Audesirk, G., & Byers, B.E. (2013). *Biología: La vida en la Tierra*. México: Pearson Education de México.
- Ausubel, D. (1983). Teoría del aprendizaje significativo. Fascículos de CEIF, 1, 1-10.
- Collado, G. (2014). Capítulo 2: El origen de la vida. En Méndez, M. A. & Navarro, J. B. (Ed.), *Introducción a la biología evolutiva* (pp. 18-30). Santiago, Chile: European Society For Evolutionary Biology.
- Collado, G. (2014). Capítulo 3: Historia del pensamiento evolutivo. En Méndez, M. A. & Navarro, J. B. (Ed.), *Introducción a la biología evolutiva* (pp. 31-41). Santiago, Chile: European Society For Evolutionary Biology.
- Cordero, A., & Santolamazza, S. (2009). Darwin y la selección sexual después de la cópula. *Revista UNAM*, 10(6), 1-13.
- Curtis, H., Barnes, S., Schnek, A. & Flores, G. (2006). *Invitación a la Biología*. Buenos aires, Argentina: Editorial Médica Panamericana.
- Curtis, H., Barnes, S., Schnek, A. & Massarini, A. (2008). *Biología*. Madrid, España: Editorial Médica Panamericana.
- Díaz-Barriga, F. & Hernández-Rojas, G. (2002). *Estrategias docentes para un aprendizaje significativo: una interpretación constructivista*. México: Mcgraw-Hill Interamericana.
- Fernández, J. J., & Sanjosé, V. (2007). Permanencia de ideas alternativas sobre Evolución de las Especies en la población culta no especializada. *Didáctica de las ciencias experimentales y sociales*, 149(21), 129-149.
- Fontdevila, A., & Moya, A. (2003): *Evolución: Origen, adaptación y divergencia de las especies*. Madrid, España: Editorial Síntesis.
- Gallardo, M.H. (2017). *Evolución. El Curso de la Vida*. Chile: Primera Edición Electrónica.
- Galli, L. G. & Meinardi, E. (2015). Obstáculos para el aprendizaje del modelo de evolución por selección natural, en estudiantes de escuela secundaria de Argentina. *Ciência & Educação*, 21(1), 101-122.

- García, C. D., Casas, B. P., & Regalia, M. (2016). Origen de la vida basada en la complejidad biológica de los organismos: una revisión. *Visión electrónica*, 10(1), 113-124.
- García, R., Ayala, P.A. y Perdomo, S.P. (2012). Epigenética: definición, bases moleculares e implicaciones en la salud y en la evolución humana. *Rev. Cienc. Salud*, 10(1), 59-71.
- Gillen, A. L., & Sherwin III, F. J. (2008). Louis Pasteur's views on creation, evolution, and the genesis of germs. *Answers Research Journal*, 1, 43-52.
- Ginnobili, S. (2011). Selección artificial, selección sexual, selección natural. *Metatheoria*, 2(1), 61-78.
- Gómez-Caballero, J. A., & Pantoja-Alor, J. (2003). El origen de la vida desde un punto de vista geológico. *Boletín de la Sociedad Geológica Mexicana*, 56(1), 56-86.
- González-Oreja, J.A. (2016). Quo vadis, panspermia? Del origen de la vida en la Tierra a una ecología interplanetaria. En Martín, J. y López, P. (Ed.), *eVolución* (pp. 71-85). Granada, España: Sociedad Española de Biología Evolutiva.
- Juaristi, E., & Manzanilla-Naim, L. R. (2015). *La química: el funcionamiento del universo, los seres vivos y las actividades humanas*. México: El Colegio Nacional.
- Lazcano, R. (2016). El origen de la vida. *UDGvirtual*.
- Mader, S.S. (2008). *Biología*. México: McGraw-Hill Interamericana.
- Mayr, E. (1972). Lamarck revisited. *Journal of the History of Biology*, 5(1), 55-94.
- Morcillo C. M., & García E.G.A. (2013). Controvérsia Pasteur VS Pauchet (sobre a geração espontânea), uma ferramenta para o ensino das ciências. *Atas do IX Encontro Nacional de Pesquisa em Educação em Ciências*, 1-8.
- Moreira, M. A. (1997). Aprendizaje significativo: un concepto subyacente. *Actas del encuentro internacional sobre el aprendizaje significativo*, 19-44.
- Moreira, M. A. (2005). Mapas conceptuales y aprendizaje significativo en ciencias. *Revista Chilena de Educación en Ciencias*, 4(2), 38-44.
- Moreno, J.A.C. (2005). De Lamarck a Darwin: ¿Continuidad o ruptura? ¿Linealidad o bifurcación? *Tecné Episteme y Didaxis*, 17, 75-92.
- Oparin, A.I. (1974). *El origen de la vida*. Madrid, España: Grijalbo Colección.
- Orgel, L.E. (1994). The origin of life on the earth. *Scientific American*, 271(4), 76-83.
- Palma, H. (2011). Breve historia de las teorías acerca del origen de la vida. *Educación en ciencias experimentales y matemática*.

- Parke, E.C. (2014). Flies from meat and wasps from trees: Reevaluating Francesco Redi's spontaneous generation experiments. *Studies in History and Philosophy of Biological and Biomedical Sciences*, 45, 34-42.
- Parra, Á., Oliva, A., & Sánchez, M.I. (2004). Evolución y determinantes de la autoestima durante los años adolescentes. *Anuario de Psicología*, 35 (3), 331-346.
- Restrepo, A. (1996). Louis Pasteur: In memoriam. *Iatreia*, 9(1), 22-27.
- Rivas, M. L., & García, F. G. (2016). ¿Comprenden y aceptan los estudiantes la evolución? Un estudio en bachillerato y universidad. *Revista Eureka sobre enseñanza y divulgación de las ciencias*, 13(2), 248-263.
- Ruiz-Pérez, V.M. (2013). Celebrando a Wallace. *Encuentros en la Biología*, 6(144), 71-74.
- Salas, H. (1998). Polvo eres y en polvo te convertirás. *Revista Reflexiones*, 72(1), 37-44.
- Soler, M. (Ed.). (2002). *Evolución: la base de la Biología*. España: Proyecto Sur de ediciones S.L.
- Solomon, E.P., Berg, L.R., & Martin, D.W. (2013). *Biología*. México: Cengage Learning.
- Solomon, E.P., Berg, L.R., & Martin, D.W. (2008). *Biología*. España: McGraw-Hill Interamericana.
- Zavaro Pérez, C. A. (2018). Algunos aportes al conocimiento de la evolución de la biodiversidad: un debate en contexto, 30, 55-63.

ANEXO I

Actividad: lectura del libro “Investigación sobre los animales”- Aristóteles.

Lee y subraya la frase y la palabra que creas que explica mejor lo que Aristóteles quería expresar en este texto

INVESTIGACIÓN SOBRE LOS ANIMALES

... Pues bien, en los animales sucede una cosa igual a lo que ocurre en las plantas. En efecto, éstas proceden ya de una semilla de otras plantas, ya nacen espontáneamente por la formación de un principio generador; y de entre estas últimas, unas reciben su alimento de la tierra, mientras que otras se desarrollan en el interior de otras plantas, como se ha dicho en mi tratado Sobre las plantas. Así también entre los animales, unos nacen de animales que presentan con ellos un parentesco formal; otros tienen una generación espontánea y no proceden de congéneres; y de estos últimos, unos nacen de tierra en putrefacción o de plantas, como es el caso de muchos insectos; en cambio, otros nacen en el interior mismo de animales a partir de residuos que se forman en los órganos ...

Aristóteles, s. IV

Contesta las siguientes preguntas:

- ¿Qué dos procesos plantea Aristóteles para que se origine la vida?
- ¿Estás de acuerdo con Aristóteles en alguno de los dos casos? ¿Por qué?
- Si dejas un trozo de carne en la encimera de tu cocina se pondrá en mal estado y, probablemente, le saldrán gusanos ¿De dónde salen estos gusanos?
- ¿Qué consideras fundamental para que se genere un ser vivo?
- ¿En que se fundamenta Aristóteles para exponer estas ideas? ¿Crees que son importantes? ¿Por qué?

ANEXO II

Actividad: Ficha biográfica de un científico/a influyente en la búsqueda del origen de la vida

Objetivo: Elaboración conjunta de una revista

Buscad información sobre un científico o científica de vuestra elección, la condición principal es que haya influido de alguna forma en la búsqueda del origen de la vida. La ficha tiene que incluir la siguiente información:

- Imagen y nombre completo del científico/a
- Edad o año de nacimiento
- Formación académica, lugar de trabajo...
- Publicaciones o investigaciones destacables
- ¿Cómo ha influido en resolver la incógnita del origen de la vida?
- Reflexión personal acerca de los aportes de este científico/a

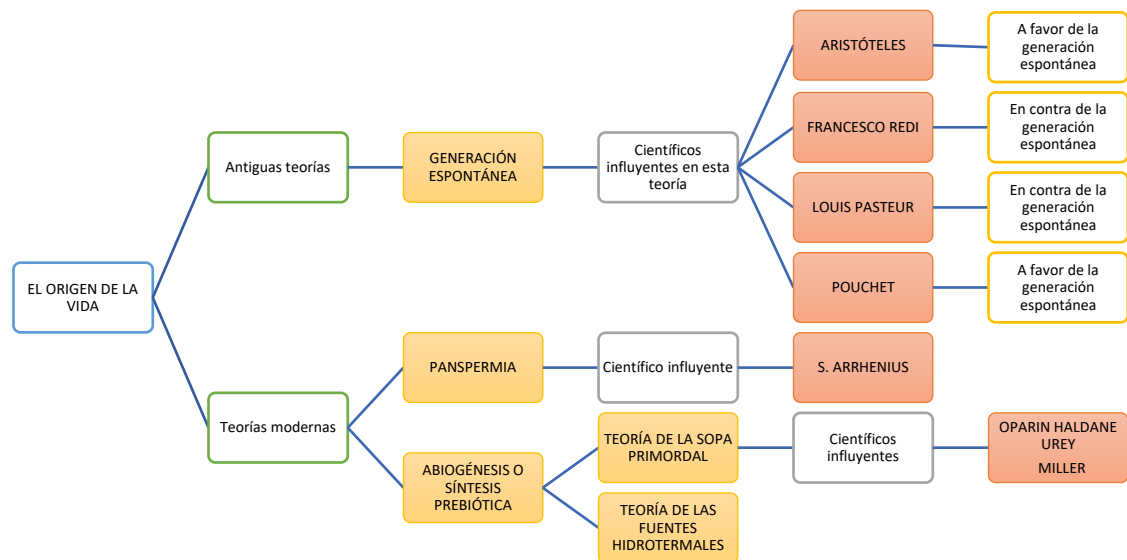
El resultado final va a ser el montaje de una revista o portfolio que incluya todas las biografías, a nivel de clase tenéis que escoger un título adecuado y establecer unas normas para que todos los trabajos se vean uniformes.

Además del contenido se va a valorar la maquetación, la calidad de la redacción, las fuentes de información, la creatividad y el trabajo en equipo.

ANEXO III

Mapa conceptual de los contenidos trabajados en las tres primeras sesiones.

Tema: El origen de la vida



ANEXO IV

Actividad: Preguntas con la app Plickers

Objetivo: Repaso de las tres primeras sesiones y observación del grado de aprovechamiento individual de las sesiones

Marca la verdadera.
La generación espontánea es una teoría que afirma que...

- ☐ A La vida no se origina en este planeta
- ☒ B Los seres vivos surgen de materia inorgánica en descomposición
- ☐ C Un ser vivo siempre viene de otro ser vivo
- ☐ D La vida surge en las fuentes hidrotermales

¿Qué científicos han apoyado la teoría de la generación espontánea?

- ☐ A Pouchet y Redi
- ☐ B Pasteur y Redi
- ☐ C Pouchet y Pasteur
- ☒ D Aristóteles y Pouchet

¿Qué elemento destaca en el experimento realizado por Louis Pasteur?

- ☐ A El uso de carne en descomposición
- ☐ B El gran presupuesto que supuso su realización
- ☐ C Los compuestos que formaban la disolución
- ☒ D El uso de matraces con cuello de cisne o en forma de S

¿Qué investigaciones de Pasteur influyeron en su posicionamiento en contra de la generación espontánea?

- ☐ A Observación de células
- ☐ B Estudio del ADN
- ☐ C Clasificación de varias especies
- ☒ D Investigación sobre la fermentación

¿Qué científicos estaban en contra de la generación espontánea?

- ☐ A Pasteur y Aristóteles
- ☐ B Pasteur y Pouchet
- ☒ C Redi y Pasteur
- ☐ D Redi y Pouchet

ANEXO V

Fichas biográficas de Lamarck, Darwin y Wallace

Lee y selecciona una palabra, una idea y una frase de cada ficha biográfica.



Jean-Baptiste Lamarck

Naturalista de finales del s. XVIII y principio del s. XIX. Vivió en París, donde estudió botánica y trabajó en el Museo de Historia Natural

A finales del s. XVIII el naturalista llegó a interesantes conclusiones tras la observación de moluscos del Museo de París. Pudo observar ligeros cambios entre unos individuos y otros y llegó al resultado de que existía un cambio pausado y progresivo que llevaba a que un organismo variase hasta tener otra forma.

En el año 1809, Lamarck publicó *Philosophie Zoologique*, donde recoge todas sus ideas relacionadas con su teoría evolutiva. Tuvo que afrontar el tema de las extinciones y fósiles, recordamos que hasta ahora la idea que presentó Cuvier para darle una explicación posible fue la teoría del catastrofismo. Sin embargo, se habían propuesto varias ideas que explicaban la presencia de organismos fósiles. Se pensaba en el Diluvio Universal como causa de extinción o en que fueran una consecuencia de la acción de los humanos. Además, se planteaban que las especies no estuvieran realmente extintas y que se encontraran en zonas donde el humano no había llegado.

Por último, cabe destacar que Lamarck aceptó la teoría de la generación espontánea para explicar la aparición de organismos sencillos. Debido a esta visión sabemos que la teoría evolutiva que este naturalista nos mostraba no concibe la existencia de un antecesor común.



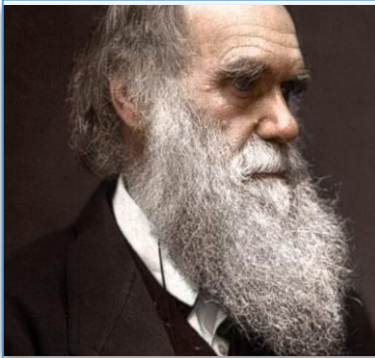
Alfred Russel Wallace

Alfred Russel Wallace fue un naturalista que vivió durante el s. XIX, es coetáneo a Darwin y formuló de forma paralela a este una teoría evolutiva basada en la selección natural que contaba con muchas similitudes a la propuesta por Darwin.

A pesar de verse obligado a dejar sus estudios de forma prematura era una persona con inquietudes que terminó por aprender conocimientos de diversas materias. Sus pensamientos se vieron influidos por dos figuras: Owen y Malthus. El primero influyó en las ideas políticas del naturalista y, el segundo, en las ideas plasmadas en su teoría evolutiva.

Destaca en su vida una expedición que duró cuatro años a la zona del Amazonas, donde pudo adquirir grandes cantidades de información para posteriormente escribir su teoría. Este no sería ni el último ni el único viaje que realizó el naturalista, ya que más tarde emprendió otra expedición por varios lugares.

Un año antes de la publicación del "Origen de las especies" de Charles Darwin, Wallace enfermó de malaria. Durante este periodo de tiempo escribió un artículo mostrando los conocimientos y conclusiones extraídas de sus viajes.



**Charles
Robert Darwin**

Charles Robert Darwin fue un naturalista que vivió en el s. XIX, comenzó sus estudios de medicina, pero terminó cursando teología. Es uno de los científicos más importantes en la biología por sus grandes aportes a esta ciencia. Destaca su obra “El Origen de las Especies” publicada en 1859

Cuando Darwin finalizó sus estudios recibió una carta en la que le proponían un viaje como naturalista a bordo del barco HMS Beagle. Darwin emprendió este viaje cuando apenas tenía 22 años y la expedición duró unos 5 años.

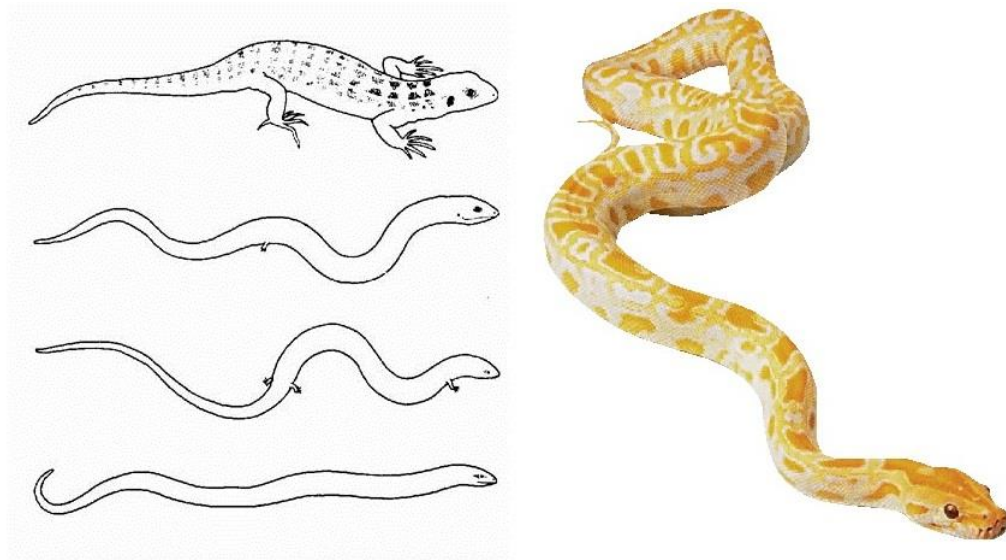
Los pensamientos que Darwin plasmó durante este viaje estuvieron influidos por dos grandes científicos: Lyell y Malthus. El primero es el autor de “Principios de geología” y el segundo publicó sus ideas acerca de las tendencias dinámicas de las poblaciones (Méndez, 2013). Durante su viaje en el Beagle, Darwin enfermó gravemente para el resto de su vida. Al volver de esta expedición se mudó con su mujer cerca de la ciudad de Londres, donde redactó su importante obra “El Origen de las Especies”.

En ella realiza una introducción donde destaca la importancia de su expedición en el Beagle para extraer las conclusiones, ideas y pensamientos manifestados en su libro. Durante todo el libro desarrolla su teoría evolutiva, la cual se basa en un mecanismo conocido como selección natural. Insiste en que no considera que su publicación este completa, y se puede leer su preocupación por no terminarla debido a su estado de salud.

ANEXO VI

Actividad: Teoría transformista de Lamarck

En la siguiente imagen se muestra que anteriormente las serpientes tenían extremidades, mientras que las serpientes que observamos actualmente no muestran estas extremidades. ¿Cómo explicaría la teoría de Lamarck este cambio?



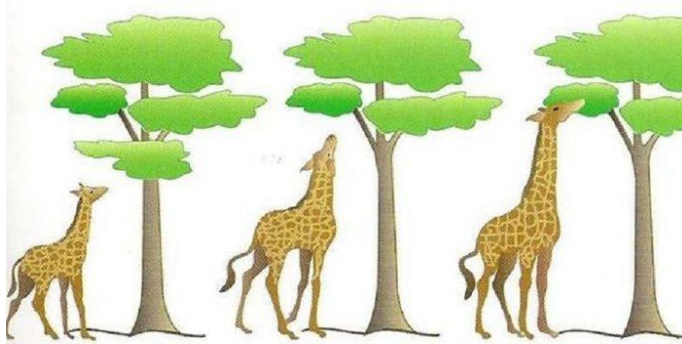
¿Qué errores le encuentras a tu explicación?

Compara esta teoría con las ideas fijistas dadas en la anterior clase ¿Qué diferencias observas? A pesar de los errores de Lamarck ¿Consideras este cambio de pensamiento importante? ¿Por qué?

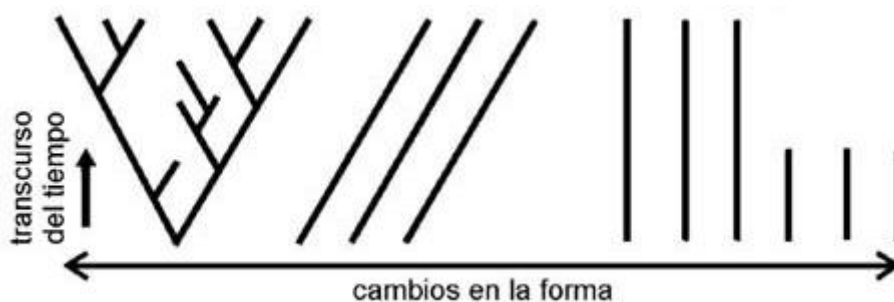
ANEXO VII

Actividades de la sesión 6. Teoría evolutiva de Darwin.

ACTIVIDAD 1. A continuación tenemos una imagen en la que observamos el problema de las jirafas planteado por Lamarck, como vemos se muestra el desarrollo de las ideas del mismo para explicar este cambio morfológico en la especie. ¿Cómo explicaría Darwin este proceso?



ACTIVIDAD 2. En las siguientes gráficas se representan la teoría fijista, la teoría transformista y la teoría darwinista. ¿Qué gráfica representa cada teoría? ¿Por qué? Haz una interpretación por escrito de cada gráfica.



ACTIVIDAD 3. La teoría del diseño inteligente decía que órganos tan complejos como puede ser el ojo humano tenían que haber sido creador por una inteligencia superior. Hoy hemos visto la teoría de Darwin que presenta unas ideas muy diferentes, pero... ¿tenemos ojos para ver o vemos porque tenemos ojos? Contesta a esta pregunta siguiendo ideas darwinianas de evolución y argumentando tu respuesta.

ANEXO VIII

ACTIVIDAD. Aprendizaje basado en problemas

El caso de *Biston betularia*

Sois científicos y científicas que vivís en la Inglaterra del s. XIX. Os han llamado para investigar un extraño caso que está ocurriendo en el país sobre *Biston betularia*, una polilla que se distribuye por toda el área cercana a vosotros. Datos anteriores a la revolución industrial muestran dos variantes de estas polillas: unas presentan un color gris claro mientras que las otras son de un color gris mucho más oscuro. Los porcentajes recogidos en esas fechas nos indican que el porcentaje de polillas con color gris claro es mucho más alto que las de color más oscuro. Tras la revolución industrial estos porcentajes han variado mucho, y ahora, el porcentaje de polillas de color gris oscuro es mucho más alto que el de polillas de color claro.

Os piden una explicación para este hecho ¿Cómo resolveríais este problema?



ANEXO IX

Gamificación. Trivial sobre el origen de la vida y las teorías evolutivas

Gamificación. Trivial sobre el origen de la vida y las teorías evolutivas

TABLERO



EJEMPLO DE TARJETAS CON PREGUNTAS

RESPUESTA

HMS Beagle

RESPUESTA

Principio del uso y desuso

Herencia de los caracteres adquiridos

ANEXO X

Prueba final.

1. Nombra a científicos que se posicionaron a favor y en contra de la generación espontánea. ¿Por qué se posicionaron de esta forma?
2. Desarrolla el experimento de Urey-Miller
3. Explica los siguientes conceptos: Scala Naturae, fijismo, catastrofismo
4. ¿Cuáles son los aspectos más importantes del mecanismo de selección natural?
¿Actúa la selección natural en los humanos que hoy día formamos parte de la sociedad?
5. Explica en qué consiste la selección sexual. ¿Qué observas en esta imagen?



6. Indica una evidencia de la evolución y justifica por qué lo es