

**MÁSTER DE PROFESOR DE EDUCACIÓN
SECUNDARIA OBLIGATORIA Y
BACHILLERATO, FORMACIÓN
PROFESIONAL Y ENSEÑANZAS DE
IDIOMAS.**

ESPECIALIDAD: BIOLOGIA Y GEOLOGIA



Universidad de Valladolid

**ENSEÑANZA DE LA EVOLUCIÓN
HUMANA**

AUTOR: PILAR PÉREZ ALONSO
TUTOR: RAQUEL MUÑOZ MARTÍNEZ
CURSO 2018/2019

ÍNDICE

	Página
1. INTRODUCCIÓN	2
2. OBJETIVOS GENERALES	3
3. JUSTIFICACIÓN	3
4. METODOLOGÍA	8
5. CONTEXTO EDUCATIVO	9
6. UNIDAD DIDÁCTICA	10
6.1 Descripción de la unidad	10
6.2 Contenidos y estándares de aprendizaje	11
6.3 Objetivos didácticos	12
6.4 Competencias	12
6.5 Temporalización	15
6.6. Metodología	18
I. Actividad 1. Comprendiendo el tiempo geológico	18
II. Proyecto de investigación: Migraciones humanas	22
6.7. Evaluación completa	34
6.8. Espacio y recursos	39
6.9. Atención a la diversidad	40
7. CONCLUSIÓN	42
8. BIBLIOGRAFIA	43

1. INTRODUCCIÓN

“Nada en la biología tiene sentido excepto a la luz de la evolución.”, son palabras del genetista Theodosius Dobzhansky (2013) y resumen perfectamente la importancia de la evolución para entender la Biología. Desafortunadamente, en las aulas de secundaria no se le presta tanta atención ni se le da la importancia que debería.

Como bien argumenta T. Dobzhansky en uno de sus estudios, si entendiéramos nuestro lugar evolutivo en el mundo, es más difícil justificar la idea de que somos mejores que los organismos con los que compartimos el planeta. Si los estudiantes tuvieran más oportunidades de cambiar su forma de pensar, a partir de la educación que reciben en los institutos, se darían cuenta de nuestro papel en el planeta Tierra y lo importante que son nuestras acciones a la hora de cuidar el entorno en el que vivimos.

Actualmente, debido a los contenidos del currículum en la LOMCE, el tema de la Evolución únicamente aparece en el curso 4º de la ESO, concretamente en el bloque 1 (BOE Núm. 3, 2015) y dedicando a la evolución humana el último punto de ese tema con escasez de importancia.

Según un artículo realizado por Berkman y Plutzer en 2008, el 17% de los profesores de biología de la escuela secundaria de los Estados Unidos omite la evolución humana por completo, mientras que la mayoría (60%) dedica solo de una a cinco horas de clase.

En el presente trabajo, cabe destacar el desarrollo de una propuesta docente, incluida dentro de la unidad didáctica “Evolución y origen de la vida”, que consiste en la realización de una actividad grupal de investigación guiada. Se contextualizará en tiempo, contenidos y objetivos. Así como la metodología aplicada y el desarrollo de la actividad en el aula.

2. OBJETIVOS GENERALES

- Plantear una propuesta didáctica que pueda llevarse a cabo en las aulas.
- Ubicar la unidad didáctica y las actividades propuestas dentro de un marco teórico de acuerdo con los contenidos presentes en la ley educativa.
- Promover el interés científico en los alumnos de 4º de la ESO.
- Desarrollar una breve actividad para comprender la escala del tiempo geológico.
- Llevar a cabo un pequeño proyecto de investigación guiado en el aula.
- Justificar la importancia de la enseñanza de la Evolución humana

3. JUSTIFICACIÓN

Una unidad didáctica se define como una unidad de trabajo de duración variable, que organiza un conjunto de actividades de enseñanza y aprendizaje y que responde, en su máximo nivel de concreción, a todos los elementos del currículo: qué, cómo y cuándo enseñar y evaluar (Sanmartí., 2000). Por ello, una unidad articulada y completa precisa de los objetivos y contenidos, las actividades de enseñanza, aprendizaje y evaluación, los recursos materiales y la organización del espacio-tiempo, así como de todas aquellas decisiones encaminadas a ofrecer una más adecuada atención a la diversidad del alumnado (Palacio, 2013).

De acuerdo con la ley educativa que aparece en el BOE, en concreto en la última actualización de 2015 (Núm.3 Sección I. Pág 211), los alumnos de 4º curso de la ESO que cursan la asignatura de Biología y Geología, deben adquirir conocimientos sobre teorías que han permitido el desarrollo de la ciencia: tectónica de placas, teoría celular y teoría de la evolución. Así mismo, el programa también hace un recorrido por el estudio de los ecosistemas, relaciones tróficas entre los niveles de organización, relaciones entre seres vivos y el medio, y la dinámica y recuperación de diferentes ecosistemas. Al finalizar el programa establecido, los alumnos deben haber adquirido competencias básicas y estrategias acerca del método científico.

Atendiendo a los contenidos que deben estar implícitos en el currículo de la asignatura de Biología y geología, se presentan a continuación los bloques en los que está dividido el temario del curso completo según el BOE (Núm.3 Sección I. Pág 211) que coincide con los contenidos del BOCYL 2015 Núm.86. pág 32110:

Bloque 1	La evolución de la vida
Bloque 2	La dinámica de la Tierra
Bloque 3	Ecología y medio ambiente
Bloque 4	Proyecto de Investigación

En la unidad docente que se desarrolla en el presente trabajo, se van a tratar contenidos incluidos en el Bloque 1, en concreto, aspectos de la evolución y origen de la vida. Para lograr un aprendizaje significativo de la unidad los alumnos han de tener ideas previas y conocimientos, que abarcan los contenidos que se tratan antes de llegar al temario sobre evolución. Así, en la Tabla 1 se muestran los contenidos, estándares de aprendizaje y criterios de evaluación que se asumen dentro del Bloque 1, y se señalan a color los contenidos específicos que serán tratados en la unidad docente. De esta forma, están justificados los aspectos que se van a tratar a lo largo del trabajo.

Bloque 1. “la evolución de la vida”

Contenidos	Criterios de evaluación	Estándar de aprendizaje
La célula. Tipos de células. Estructura del núcleo. Estructura de la cromatina y de los cromosomas. Mitosis y meiosis Ciclo celular. Los ácidos nucleicos. Proceso de replicación del ADN.	<ol style="list-style-type: none"> Determinar las analogías y diferencias en la estructura de las células procariotas y eucariotas, interpretando las relaciones evolutivas entre ellas. Identificar el núcleo celular y su organización según las fases del ciclo celular a través de la observación directa o indirecta. Comparar la estructura de los cromosomas y de la cromatina. Formular los principales procesos que tienen lugar en 	<ol style="list-style-type: none"> 1.1. Compara la célula procariota y eucariota, la animal y la vegetal, reconociendo la función de los orgánulos celulares y la relación entre morfología y función. 2.1. Distingue los diferentes componentes del núcleo y su función según las distintas etapas del ciclo celular. 3.1. Reconoce las partes de un cromosoma utilizándolo para construir un cariotipo. 4.1. Reconoce las fases de la mitosis y meiosis, diferenciando ambos

	<p>la mitosis y la meiosis y revisar su significado e importancia biológica.</p> <p>5. Comparar los tipos y la composición de los ácidos nucleicos, relacionándolos con su función.</p> <p>6. Relacionar la replicación del ADN con la conservación de la información genética.</p>	<p>procesos y distinguiendo su significado biológico.</p> <p>5.1. Distingue los distintos ácidos nucleicos y enumera sus componentes.</p> <p>6.1. Reconoce la función del ADN como portador de la información genética, relacionándolo con el concepto de gen.</p>
<p>Concepto de gen. Expresión de la información genética: transcripción y traducción. Código genético.</p> <p>Mutaciones. Relaciones con la evolución. La herencia y transmisión de caracteres.</p> <p>Introducción y desarrollo de las Leyes de Mendel. Teoría cromosómica de la herencia.</p> <p>Aplicaciones de las leyes de Mendel. Determinación genética del sexo. Herencia ligada al sexo. Enfermedades hereditarias. Ingeniería Genética: técnicas y aplicaciones. Biotecnología tradicional y la nueva biotecnología. Aplicaciones de la Ingeniería genética en agricultura, ganadería, medio ambiente y salud.</p> <p>Proyecto Genoma Humano.</p>	<p>7. Comprender cómo se expresa la información genética, utilizando el código genético.</p> <p>8. Valorar el papel de las mutaciones en la diversidad genética, comprendiendo la relación entre mutación y evolución.</p> <p>9. Formular los principios básicos de Genética mendeliana, aplicando las leyes de la herencia en la resolución de problemas sencillos.</p> <p>10. Diferenciar la herencia del sexo y la ligada al sexo, estableciendo la relación que se da entre ellas.</p> <p>11. Conocer algunas enfermedades hereditarias, su prevención y alcance social.</p>	<p>7.1. Ilustra los mecanismos de la expresión genética por medio del código genético.</p> <p>8.1. Reconoce y explica en qué consisten las mutaciones y sus tipos.</p> <p>9.1. Reconoce los principios básicos de la Genética mendeliana, resolviendo problemas prácticos de cruzamientos con uno o dos caracteres.</p> <p>10.1. Resuelve problemas prácticos sobre la herencia del sexo y la herencia ligada al sexo.</p> <p>11.1. Identifica las enfermedades hereditarias más frecuentes y su alcance social.</p> <p>12.1. Diferencias técnicas de trabajo en ingeniería genética.</p>

<p>Clonación terapéutica y reproductiva. Bioética.</p>	<p>12. Identificar las técnicas de la Ingeniería Genética: ADN recombinante y PCR.</p> <p>13. Comprender el proceso de la clonación.</p> <p>14. Reconocer las aplicaciones de la Ingeniería Genética: OMG (organismos modificados genéticamente).</p> <p>15. Valorar las aplicaciones de la tecnología del ADN recombinante en la agricultura, la ganadería, el medio ambiente y la salud.</p>	<p>13.1. Describe las técnicas de clonación animal, distinguiendo clonación terapéutica y reproductiva.</p> <p>14.1. Analiza las implicaciones éticas, sociales y medioambientales de la Ingeniería Genética.</p> <p>15.1. Interpreta críticamente las consecuencias de los avances actuales en el campo de la biotecnología.</p>
<p>Origen y evolución de los seres vivos. Hipótesis sobre el origen de la vida en la Tierra. Teorías de la evolución. Lamarckismo y Darwinismo. Teorías evolutivas actuales. El hecho y los mecanismos de la evolución. La evolución humana: proceso de hominización</p>	<p>16. Conocer las pruebas de la evolución. Comparar lamarckismo, darwinismo y neodarwinismo.</p> <p>17. Comprender los mecanismos de la evolución destacando la importancia de la mutación y la selección. Analizar el debate entre gradualismo, saltacionismo y neutralismo.</p> <p>18. Interpretar árboles filogenéticos, incluyendo el ser humano.</p> <p>19. Describir la hominización.</p>	<p>16.1. Distingue las características diferenciadoras entre lamarckismo, darwinismo y neodarwinismo</p> <p>17.1. Establece la relación entre variabilidad genética, adaptación y selección natural.</p> <p>18.1. Interpreta árboles filogenéticos.</p> <p>19.1. Reconoce y describe las fases de la hominización.</p>

Tabla 1: Contenidos, estándares de aprendizaje y criterios de evaluación del Bloque 1 correspondiente a la asignatura Biología y geología del curso 4º de la ESO. Fuente: BOE 2015. Núm.3 Sección I. Pág 211.

Otro de los bloques presentes en el currículo, es el Bloque 4, que incluye contenidos acerca de cómo realizar un proyecto de investigación en equipo. Este bloque se ha incluido, junto con los contenidos del Bloque 1, como eje principal para desarrollar una propuesta docente, dentro de la unidad docente “Evolución y origen de la vida”, que consiste en una actividad grupal de investigación guiada que se desarrollará a final de trimestre.

En la Tabla 2 se muestran los contenidos, criterios de evaluación, y estándares de aprendizaje que quieren lograrse con la propuesta docente de acuerdo con el BOE 2015. Núm.3 Sección I. Pág 211.

“Bloque 4. Proyecto de investigación en equipo”

Contenidos	Criterios de evaluación	Estándar de aprendizaje evaluable
Proyecto de investigación	<p>1. Planear, aplicar, e integrar las destrezas y habilidades propias del trabajo científico.</p> <p>2. Elaborar hipótesis, y contrastarlas a través de la experimentación o la observación y argumentación.</p> <p>3. Discriminar y decidir sobre las fuentes de información y los métodos empleados para su obtención.</p> <p>4. Participar, valorar y respetar el trabajo individual y en grupo.</p> <p>5. Presentar y defender en público el proyecto de investigación realizado</p>	<p>1.1. Integra y aplica las destrezas propias de los métodos de la ciencia.</p> <p>2.1. Utiliza argumentos justificando las hipótesis que propone.</p> <p>3.1. Utiliza diferentes fuentes de información, apoyándose en las TIC, para la elaboración y presentación de sus investigaciones.</p> <p>4.1. Participa, valora y respeta el trabajo individual y grupal.</p> <p>5.1. Diseña pequeños trabajos de investigación sobre animales y/o plantas, los ecosistemas de su entorno o la alimentación y nutrición humana para su</p>

		<p>presentación y defensa en el aula.</p> <p>5.2. Expresa con precisión y coherencia tanto verbalmente como por escrito las conclusiones de sus investigaciones.</p>
--	--	--

Tabla 2: Contenidos, estándares de aprendizaje y criterios de evaluación del Bloque 4 correspondiente a la asignatura Biología y geología del curso 4º de la ESO. Fuente: BOE 2015. Núm.3 Sección I. Pág 211.

4. METODOLOGÍA

El desarrollo de este trabajo, se ha basado principalmente en una búsqueda bibliográfica de artículos científicos y libros acerca de la evolución humana, y en concreto del aspecto de las migraciones de nuestros antepasados hacía los continentes.

Cabe destacar la aportación de algunos documentos, préstamo de libros y artículos seleccionados por la tutora para iniciar la investigación y tener ideas que contribuirían a la redacción final del presente documento.

Las principales fuentes utilizadas durante esta búsqueda son las siguientes:

- Google Scholar
- Science Direct <https://www.sciencedirect.com/>
- Journal of Biology <https://jbiol.biomedcentral.com/>
- PNAS (Proceedings of the National Academy of Sciences of the United States of América) <https://www.pnas.org/>
- Elsevier <https://www.elsevier.com/es-es>
- Nature. <https://www.nature.com/>

Otras herramientas que han contribuido a la mejor comprensión de los artículos y así sintetizar de la forma más adecuada posible, han sido:

- Word Reference <https://www.wordreference.com/es/>
- Blog científico: Afán por saber <https://afanporsaber.com/el-viaje#.XO6xWI4zBIU>

A partir de la lectura de diferentes artículos, comencé a hacer una síntesis de información de los conceptos más relevantes sobre evolución y más detalladamente sobre evolución humana. En esta búsqueda se incluyen también artículos relacionados con el tiempo geológico y cómo extrapolarlo a la enseñanza secundaria.

Al tratarse de un TFM sobre educación en el que se valoran las propuestas innovadoras docentes, he tratado de combinar los contenidos de la unidad a desarrollar con un proyecto de investigación que pueda llevarse a cabo en las aulas.

A la hora de realizar este tipo de propuestas didácticas, se debe tener en cuenta el público al que van destinadas para ajustar las tareas y actividades al nivel de abstracción y características del mismo.

El grueso en el diseño de la propuesta didáctica, consistente en una actividad grupal de investigación guiada, ha sido la elaboración de las fichas de trabajo de los alumnos, en las que se plantean preguntas para resolver en grupos de trabajo.

El primer paso, en la preparación de la propuesta didáctica, fue elegir páginas concretas de un capítulo de un libro o de un artículo, no muy extenso, con las que pudieran trabajar los alumnos y a partir del cual se pudieran sacar preguntas de fácil respuesta. Una vez seleccionadas las páginas, y tras varias lecturas, se formulan preguntas pertinentes y se marcan las respuestas en el texto del docente con el fin de que no haya malentendidos entre los alumnos y el profesor.

Como se quiere conseguir una iniciación en el método científico, se aportarán conceptos básicos a los alumnos sobre distintas fuentes de información fiables, así como de técnicas de búsqueda de artículos científicos.

5. CONTEXTO EDUCATIVO

La unidad que se describe a continuación está destinada a un 4º curso de Enseñanza Secundaria Obligatoria, en un centro educativo situado en el área urbana de la ciudad de Valladolid.

Las enseñanzas que se imparten en el centro, abarcan desde la Educación Secundaria Obligatoria (sección bilingüe), Bachillerato, Formación Profesional Básica hasta Ciclos de Grado Medio y Superior. Debido a la variedad de enseñanzas, el alumnado presente es muy heterogéneo ya que procede de diferentes ámbitos socioeconómicos, tanto de la capital, como de pueblos de alrededor.

En concreto, el aula a la que va destinada la unidad aquí diseñada, está compuesta por 23 alumnos que cursan 4º de la ESO con sección bilingüe, donde hay 2 repetidores y un alumno de procedencia alemana que se incorporó al centro en 2º de la ESO, y no presenta ningún signo de desfase curricular.

Atendiendo a estas características, las actividades planteadas en la unidad didáctica van acorde con las capacidades y nivel de abstracción correspondiente a la edad del alumnado, entre 14 y 15 años.

6. UNIDAD DIDÁCTICA

6.1 Descripción de la unidad

Título: Evolución y Origen de la vida.

En esta unidad, se va a profundizar en el conocimiento de las diferentes teorías que se han propuesto a lo largo de la historia, sobre el origen de la vida en la tierra. Se desarrollarán contenidos acerca de las teorías fijistas y creacionistas en contraposición con la teoría evolucionista de Darwin.

Para situar a los alumnos, en el concepto de evolución y en cambios graduales debidos a la presión selectiva de la naturaleza y de la genética, se tratarán contenidos acerca del tiempo geológico y de la importancia de comprender la situación de los acontecimientos en la escala del tiempo. Se desarrollará una actividad que integre estos contenidos: **Comprendiendo el tiempo geológico**

Se mostrará la teoría de la selección natural formulada por Darwin, y cómo esta teoría ha contribuido a grandes descubrimientos científicos y al avance de la humanidad.

Por último, se hará especial hincapié en el proceso evolutivo de los humanos. Comenzando por un repaso de la filogenia, para entender nuestra relación con los monos antropoides, y posteriormente, un recorrido acerca de las especies de homínidos y sus características, que han permitido su existencia en nuestro planeta hasta alcanzar el *Homo sapiens*. Coincidiendo con este apartado del temario, se propondrá la actividad grupal de investigación guiada a los alumnos acerca de las migraciones humanas de nuestros antepasados, con el fin de comprender los viajes realizados desde la cuna de la humanidad, África, hasta habitar el último rincón de

cada continente. Se describe la metodología y el desarrollo más profundamente en otro apartado del presente trabajo.

No podemos completar esta unidad, sin hacer referencia a los conceptos de humanización y hominización, que forman parte y contribuyen al proceso de evolución humana y su carácter permanente, ya que no es proceso finalizado.

6.2 Contenidos y estándares de aprendizaje

De acuerdo con lo establecido en la ley educativa actual, LOMCE, que está recogida en el BOE (2015) esta unidad didáctica debe ser coherente con los contenidos, estándares de aprendizaje y criterios de evaluación mostrados en la Tabla 3.

“Bloque 1: Evolución y origen de la vida”

Contenidos	Criterios de evaluación	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. La evolución humana: proceso de hominización	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. 18. Interpretar árboles filogenéticos, incluyendo el humano. 19. Describir la hominización.	16.1. Distingue las características diferenciadoras entre lamarckismo, darwinismo y neodarwinismo 17.1. Establece la relación entre variabilidad genética, adaptación y selección natural. 18.1. Interpreta árboles filogenéticos. 19.1. Reconoce y describe las fases de la hominización

Tabla 3: Contenidos, estándares de aprendizaje y criterios de evaluación del bloque 1 correspondiente a la asignatura Biología y geología del curso 4º de la ESO. Fuente: BOE,2015. Núm.3 Sección I. Pág 211).

6.3 . Objetivos didácticos

- Definir los conceptos: fijismo, creacionismo, evolución, selección natural, lamarckismo, teoría sintética, escala del tiempo, humanización y hominización.
- Debatir sobre las teorías creacionistas y evolucionistas.
- Asimilar el concepto de escala del tiempo
- Situar los acontecimientos en el calendario del tiempo geológico.
- Comprender el proceso de selección natural y su papel en la evolución.
- Conocer las evidencias de la evolución: biogeográficas, paleontológicas, embriológicas, anatómicas y bioquímicas.
- Comparar teoría de Lamarck y la herencia de los caracteres adquiridos, con la teoría de la selección natural de Darwin.
- Mostrar la línea evolutiva del género homo y todas las especies que se han identificado hasta ahora como nuestros antepasados.
- Llevar a cabo una actividad grupal de investigación guiada sobre las migraciones humanas de nuestros antepasados.
- Entender las diferencias entre proceso de humanización y hominización.

6.4 Competencias

Actualmente, de acuerdo con la LOMCE, toda intervención en el aula y en general todo el sistema educativo debe cubrir la enseñanza de unas competencias básicas que el alumnado debe adquirir a lo largo de su estancia en el centro educativo. La Orden *ECD/65/2015* de 21 de enero asume en el artículo 2 las competencias clave del currículo en el Sistema Educativo Español:

- a) Comunicación lingüística.

- b) Competencia matemática y competencias básicas en ciencia y tecnología.
- c) Competencia digital.
- d) Aprender a aprender.
- e) Competencias sociales y cívicas.
- f) Sentido de iniciativa y espíritu emprendedor
- g) Conciencia y expresiones culturales.

Se exponen de forma resumida la descripción de las competencias clave que aparecen en el Anexo I de la disposición 738 del BOE núm 25 de 2015:

1. **Comunicación lingüística (CL):** Esta competencia es el resultado de la acción comunicativa dentro de prácticas sociales determinadas, en las cuales el individuo actúa con otros interlocutores a través de textos en múltiples modalidades, formatos y soportes. Estas situaciones y prácticas pueden implicar el uso de una o varias lenguas, en diversos ámbitos y de manera individual o colectiva (...) Esta competencia es, por definición, siempre parcial y constituye un objetivo de aprendizaje permanente a lo largo de toda la vida.
2. **Competencia matemática y competencias básicas en ciencia y tecnología (CMCT):** 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 (CD):** 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. Esta competencia supone, además de la adecuación a los cambios que introducen las nuevas tecnologías en la alfabetización, la lectura y la escritura, un conjunto nuevo de conocimientos, habilidades y actitudes necesarias hoy en día para ser competente en un entorno digital.

4. La competencia de aprender a aprender (**CAA**) 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. Esto exige, en primer lugar, la capacidad para motivarse por aprender. Esta motivación depende de que se genere la curiosidad y la necesidad de aprender, de que el estudiante se sienta protagonista del proceso y del resultado de su aprendizaje y, finalmente, de que llegue a alcanzar las metas de aprendizaje propuestas.
5. Competencias sociales y cívicas (**CSYC**): 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 (**SIEP**): 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 y actitudes necesarios con criterio propio, con el fin de alcanzar el objetivo previsto. Esta competencia está presente en los ámbitos personal, social, escolar y laboral en los que se desenvuelven las personas, permitiéndoles el desarrollo de sus actividades y el aprovechamiento de nuevas oportunidades. Constituye igualmente el cimiento de otras capacidades y conocimientos más específicos, e incluye la conciencia de los valores éticos relacionados.
7. Conciencia y expresiones culturales (**CEC**): 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.

En el planteamiento de esta unidad, se trabajarán todas las competencias citadas, especialmente, la competencia básica en ciencia y tecnología, competencia lingüística competencia digital, la competencia social y cívica y la competencia de aprender a aprender.

6.5 Temporalización

Los alumnos que eligen biología y geología como optativa en el nivel académico correspondiente a 4º de la ESO, cursan 4 horas a la semana de la asignatura. Teniendo este aspecto en cuenta, dicha unidad, se desarrollará en 2 semanas, es decir 8 sesiones (Tabla 4).

La 1ª sesión de la primera semana, será una clase teórica donde se abordarán los contenidos iniciales del temario; en la 2ª sesión se presentará el concepto de escala del tiempo geológico y una visión de los eventos de la historia de la Tierra y de la vida ordenados cronológicamente. Se realizará la actividad de refuerzo “**Comprendiendo el tiempo geológico**”. La 3ª sesión será una clase teórica continuando con el temario establecido y la 4ª sesión de esa semana, el docente presentará la actividad grupal de investigación guiada: **Migraciones humanas de nuestros antepasados**. Durante esta hora de clase, se establecerán los grupos de trabajo, se contextualizará el objeto de estudio y el método de trabajo, se repartirá el material a cada grupo y se comenzará a trabajar en el aula el resto de la hora.

En la segunda semana, la clase correspondiente a la 5ª sesión, se realizará en el aula de informática para que los alumnos puedan trabajar por grupos en la búsqueda de información necesaria para continuar con la actividad de investigación. Contarán con la ayuda del docente para resolver todas las dudas que puedan surgir. La 6ª sesión será una clase de teoría para finalizar los contenidos del temario y en la 7ª sesión, los alumnos podrán continuar con la actividad de investigación mientras se resuelven dudas y se dan las últimas pautas para la exposición de un mural que tendrá lugar en la 8ª sesión

Primera semana	
1ª Sesión	Clase teórica. (Inicio del tema) <ul style="list-style-type: none"> - Origen y evolución de los seres vivos. - Hipótesis sobre el origen de la vida en la Tierra.
2ª Sesión	Clase teórica. <ul style="list-style-type: none"> - Explicación de la escala del tiempo y la cronología de eventos de la historia de la Tierra y de la vida - Actividad de refuerzo: Comprendiendo el tiempo geológico
3ª Sesión	Clase teórica. <ul style="list-style-type: none"> - Teorías de la evolución. - El hecho y los mecanismos de la evolución.
4ª Sesión	Actividad grupal de investigación: Migraciones humanas de nuestros antepasados <ul style="list-style-type: none"> - Presentación - Formación de grupos - Explicación de la actividad - Entrega de fichas - Inicio del trabajo
Segunda semana	
5ª Sesión	Aula de informática Actividad grupal de investigación guiada <ul style="list-style-type: none"> - Explicación sobre la búsqueda de artículos científicos en internet. - Tiempo de trabajo de los alumnos por grupos en la búsqueda de artículos
6ª Sesión	Clase teórica (Fin del tema) <ul style="list-style-type: none"> - Evolución humana y proceso de hominización
7ª Sesión	Repaso general de teoría Actividad grupal de investigación. <ul style="list-style-type: none"> - Continuación del trabajo - Resolución de dudas
8ª Sesión	Presentación del Proyecto de investigación. <ul style="list-style-type: none"> - Exposición de murales. - Valoración grupal de la actividad.

Tabla 4: Temporalización de los contenidos y actividades de la unidad didáctica.

6.6 . Metodología

El Decreto 40/2015 define metodología didáctica como 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.

La metodología aplicada a lo largo de la unidad didáctica, pretende lograr un aprendizaje significativo, de forma que los alumnos sean capaces de relacionar nuevos conceptos a partir de los que ya poseen.

La metodología utilizada en las clases teóricas, consistirá en explicaciones bidireccionales, en forma de clases magistrales, en las que se aplicarán estrategias de enseñanza tales como actividades de refuerzo, preguntas de activación y esquemas que recojan los contenidos expuestos, con el fin de que sea más ameno y significativo para los estudiantes.

En la 5ª sesión, que se desarrollará en el aula de informática, el docente iniciará a los alumnos en la búsqueda de artículos científicos utilizando buscadores de internet seleccionados. Algunos ejemplos de páginas webs que se mostrarán a los alumnos, son los siguientes:

- Google Scholar
- ScienceDirect → <https://www.sciencedirect.com/>
- Scopus → <https://www.scopus.com/search/form.uri?display=basic>
- Revista Science → <https://www.sciencemag.org/>
- National Geographic → <https://www.nationalgeographic.com.es/>
- PNAS (Proceedings of the National Academy of Sciences of the United States of América) → <https://www.pnas.org/>

Una vez familiarizados con las páginas webs, los alumnos en grupos trabajarán de forma autónoma en la búsqueda de información

Otra de las metodologías empleadas en esta unidad, es el aprendizaje basado en proyectos. Para los autores Martí, Heydrich, Rojas y Hernández, de la universidad de la Habana, un proyecto se puede definir como una estrategia de aprendizaje que permite alcanzar varios objetivos a través de la puesta en práctica. El planteamiento de proyectos en el aula formaría parte de las llamadas metodologías activas. Algunos de los objetivos que estos autores afirman, sobre lo que pretende conseguir el aprendizaje basado en proyectos son los siguientes:

1. Mejorar la habilidad para resolver problemas y desarrollar tareas complejas
2. Mejorar la capacidad de trabajar en equipo

3. Promover una mayor responsabilidad por el aprendizaje propio

A continuación, se hace una exposición detallada de la justificación, objetivos, metodología y desarrollo, competencias y evaluación de la actividad de refuerzo: **Comprendiendo el tiempo geológico** y de la actividad grupal de investigación guiada: **Migraciones humanas de nuestros antepasados**.

1. Actividad de refuerzo. Comprendiendo el tiempo geológico.

Justificación.

El concepto de tiempo geológico ha sido y sigue siendo actualmente un término difícil de comprender. En el mundo de la biología no podemos entender nada sin asumir la escala del tiempo, y más concretamente en evolución. No podemos asimilar los cambios graduales de las especies sin interiorizar que se han producido a lo largo de miles y millones de años y no de la noche a la mañana.

La escala del tiempo geológico se divide en eras, periodos y épocas y a su vez se divide en dos partes llamadas Precámbrico y Fanerozoico (Figura 1.)

El Precámbrico incluye dos eras, el Arcaico y el Proterozoico, abarca el tiempo comprendido desde el origen de la Tierra hasta el comienzo del período Cámbrico, y constituye el 85% de la historia de la Tierra (Algret, Melendez y Trallero, 2001).

El Fanerozoico comprende desde el período Cámbrico hasta la actualidad. El Paleozoico es la primera era, y se denomina así porque los fósiles que contiene representan la “vida antigua”. Esta era comienza con la expansión de los animales con conchas en los océanos primitivos, y comprende seis períodos (Cámbrico, Ordovícico, Silúrico, Devónico, Carbonífero y Pérmico). Mesozoico significa “vida media”, y durante esta era los dinosaurios dominaron la Tierra. Se divide en tres períodos (Triásico, Jurásico y Cretácico). Hacia finales del Cretácico los dinosaurios comenzaron su declive, y las flores cubrieron los continentes. Cenozoico significa “vida moderna”, y a esta era también se la conoce como la “edad de los mamíferos”. El Cenozoico se divide en dos períodos: el Terciario (Paleógeno y Neógeno) y el Cuaternario (Hológeno). Las épocas que se diferencian en estos períodos son Paleoceno, Eoceno, Oligoceno, Mioceno, Pleistoceno (o la edad del hielo) y Holoceno (Algret., Melendez y Trallero, 2001).

Eón		Era	Período		Epoca	
Fanerozoico (544 ma a hoy)	Cenozoica (65 ma a hoy)	Cuaternario (1.8 ma a hoy)		Holoceno (11,000 años a hoy)		
				Pleistoceno (1.8 ma a 11,000 años)		
		Terciario (65 a 1.8 ma)	Neógeno (23 a 1.8 ma)	Plioceno (5 a 1.8 ma)		
				Mioceno (23 a 5 ma)		
		Paleógeno (65 a 23 ma)		Eoceno (54 a 38 ma)		
				Oligoceno (38 a 23 ma)		
			Paleoceno (65 a 54 ma)			
	Mesozoica (245 a 65 ma)	Cretácico (146 a 65 ma)				
		Jurásico (208 a 146 ma)				
		Triásico (245 a 208 ma)				
		Permico (286 a 245 ma)				
		Carbonífero (360 a 286 ma)				
		Devónico (410 a 360 ma)				
Silúrico (440 a 410 ma)						
Paleozoica (544 a 245 ma)	Ordovícico (505 a 440 ma)					
	Cambriico (544 a 505 ma)					
	Proterozoico (2500 a 544 ma)					
	Arcaico (3800 a 2500 ma)					
	Hádico (4500 a 3800 ma)					
Tiempo Precámbrico (4,500 a 544 ma)						

Figura 1: Escala del tiempo geológico. Fuente: <https://biologia4eso.weebly.com/eones-eras-y-periodos.html>

Una vez ubicados en la clasificación del tiempo geológico, es preciso encontrar una definición única que nos permita comprender por completo este concepto. Para algunos autores como Eicher (1973) el tiempo geológico abarca “todo lo que ha ocurrido en la historia de nuestro planeta”, sin embargo, Albritton (1984) indica que para algunos el tiempo geológico comprende el periodo entre la constitución de la Tierra como Planeta y la aparición de las primeras civilizaciones; y para otros alcanza únicamente hasta las primeras referencias de la existencia del hombre. Para Anguita (1988) el tiempo geológico sólo es una porción (los últimos 4550m.a) del tiempo físico (Ruiz y Pedrinaci,1994).

Las distintas definiciones de tiempo geológico hacen que sea un concepto confuso para la mayoría de la población y en particular para los estudiantes de secundaria que tratan de entender la historia de vida en la tierra y todos los acontecimientos dados a lo largo del tiempo.

En la unidad 3 “La historia de la Tierra”, de los apuntes on-line de biología y geología de 4º de la ESO, del IES Diego Tortosa de Cieza, Murcia, afirma que la unidad de medida del tiempo

en geología es un millón de años, y un eón equivale a mil millones de años, pero no hace referencia al concepto de “tiempo geológico”.

Por ello, esta actividad tiene como fin principal la comprensión de la escala temporal que es esencial para una comprensión total del resto del temario, en concreto de los aspectos acerca de la evolución humana.

Objetivos

- Comprender por medio de analogías la inmensidad del tiempo geológico.
- Ubicar los acontecimientos más importantes a lo largo de la historia de la tierra en el calendario geológico.
- Comprender en qué momento apareció la especie humana y cuál es nuestra ubicación temporal actual.
- Conocer el concepto de Eón, Era, Periodo geológico.

Metodología y puesta en práctica en el aula

La actividad propuesta consiste en la elaboración de un calendario de 365 días, que, a través de extrapolación, recoja los acontecimientos más importantes de la historia de la Tierra.

Se trata de una actividad de refuerzo de la clase teórica precedente, en la que se explica la escala del tiempo geológico y su división en las distintas eras y periodos. La clase teórica ubica contextualiza y da las herramientas necesarias a los alumnos para su ejecución. Se entregará una ficha (Ficha de trabajo 1) a los alumnos, que deberán realizar en el aula de forma individual y que finalmente deberán entregar al profesor para evaluarla como una actividad más de la evaluación continua de la asignatura.

COMPRENDIENDO EL TIEMPO GEOLÓGICO

ACTIVIDAD

Para entender las grandes dimensiones de la escala del tiempo, vamos a extrapolarlo a un calendario de 365 días.

Debemos tener en cuenta nuestro punto de partida: Hace 4.600 millones de años que se formó el planeta Tierra, y desde entonces han sucedido acontecimientos de gran importancia, que marcan los diversos periodos denominados eras. La tierra se divide en 5 eras geológicas: arcaica, primaria, secundaria, terciaria y cuaternaria, con una duración desigual cada una de ellas.

Tarea:

1. Dibuja el calendario anual en el cuaderno, y señala con diferentes colores el inicio y el fin de cada era citada anteriormente. Utiliza la tabla para saber la datación en millones de años de cada era.

ACONTECIMIENTOS	MILLONES DE AÑOS (M.A)
INICIO DE LA ERA ARCAICA	4600
ORIGEN DE LA VIDA	3500
INICIO DE LA ERA PRIMARIA	600
PRIMEROS ANFIBIOS	400
PRIMEROS REPTILES	325
INICIO DE LA ERA SECUNDARIA	230
PRIMEROS MAMÍFEROS	225
PRIMERAS AVES	150
INICIO DE LA ERA TERCIARIA	65
PRIMEROS HOMBRES	2.3
INICIO DE LA ERA CUATERNARIA	2

2. Ubica, en el calendario anual, los acontecimientos que figuran en la Tabla. Realiza las reglas de tres que sean necesarias para ubicar correctamente cada acontecimiento
3. Por último, en la siguiente lista aparecen varios acontecimientos relevantes y el día de nuestro calendario en el que ocurrieron. Identifica la antigüedad de estos hechos en millones de años.
 - Primeras formas de vida procariota: 10 de marzo
 - Primeros organismos fotosintéticos: 26 de julio
 - Primeros trilobites. 16 de noviembre
 - Extinción de los dinosaurios: 26 de diciembre
 - Aparición de los primeros monos: 29 de diciembre

Competencias:

Competencia matemática: Uso y comprensión de las escalas, transformación de escalas temporales en espaciales.

Competencia social y cívica. La percepción de nuestra situación en la dimensión del tiempo geológico hace que rompamos con la idea del antropocentrismo dominante y nos permite ser conscientes de la importancia de la naturaleza y de todo lo que nos rodea, que lleva existiendo mucho más tiempo que los humanos.

Competencia científica: Ubicar acontecimientos de la historia de la tierra contribuye a la formación y cultura científica de los alumnos, despertando su interés por la ciencia y espíritu crítico.

Evaluación

Los contenidos implícitos en esta actividad forman parte de los objetivos que los alumnos deben alcanzar al finalizar el temario, y por tanto es muy importante su ejecución.

Se desarrolla el programa de evaluación completo en el apartado 4.7, incluyendo la evaluación concreta de esta actividad dentro de la unidad didáctica.

Referencias y fuentes de información para el profesorado:

- Alegret, L., Meléndez, A., & Trallero, V. (2001). Didáctica del tiempo en geología: apuntes en internet. *Enseñanza de las Ciencias de la Tierra*, 9(3), 261-269.
- Fernández-Martínez, E., Fuertes-Gutiérrez, I., & Velasco, P. P. (2016). Las cintas del tiempo geológico. *Enseñanza de las Ciencias de la Tierra*, 24(2), 222-227.
- Miró, J., & Soler, J. (1995). Geología y el calendario, La. *Enseñanza de las Ciencias de la Tierra*, 3(2), 84-90

- II. Proyecto de investigación en equipo: Migraciones humanas de nuestros antepasados.

Justificación

Los primeros restos de seres vivos datan de hace unos 3.500-3.800 millones de años, fecha muy cercana al origen de la tierra, si tenemos en cuenta que ésta se formó hace 4.500 m.a. (Pardo,2007).

Las teorías evolucionistas y en sí la idea de evolución de las especies comenzó a circular en el campo de la biología en el siglo XVIII, acompañada de autores como Buffon o Lamarck que admitían la evolución basada en la teoría de la herencia de los caracteres adquiridos: transformación progresiva de los órganos según su uso o desuso y su transmisión a la descendencia (A. Pardo,2007).

Para entender las teorías evolucionistas debemos partir, en primer lugar, del concepto de evolución: “Conjunto de procesos y cambios secuenciales que se han producido en los seres vivos cuyo resultado ha sido la aparición de nuevas formas a lo largo del tiempo” (Barbadilla, 1992)

Dos grandes conocidos en el mundo de la biología y en concreto en el ámbito de la evolución fueron Charles Darwin (1809-1882) y Alfred Russel Wallace (1823-1913) que trataron de explicar la evolución bajo el concepto de selección natural. Para comprender esta hipótesis, según un artículo escrito por. Kutschera y Niklas (2004), debemos tener en cuenta las siguientes afirmaciones:

- La elevada capacidad reproductora de los organismos: todos los organismos producen más descendientes de lo que sus entornos pueden soportar.
- En las poblaciones ocurren variaciones aleatorias entre los organismos individuales, algunas de las cuales son hereditarias. La variabilidad intraespecífica de la descendencia es muy abundante.
- La competencia por los recursos limitados del medio conduce a una lucha por la supervivencia.
- La interacción de las distintas variaciones y el ambiente determina qué individuos sobrevivirán y reproducirán y cuáles no. Algunas de estas variaciones capacitan a ciertos individuos para vivir más tiempo y para dejar más descendencia que otros (Selección natural).
- El resultado de que las variaciones favorables hereditarias se mantengan en las generaciones futuras, es la acumulación de cambios que provocan diferencias entre grupos de organismos que da lugar a la aparición de una nueva especie.

En tiempos de Darwin y Wallace, no se tenían conocimientos de genética ya que, hasta mediados del siglo XIX, Gregor Johann Mendel no sorprendió a la ciencia con sus hallazgos en genética gracias a sus estudios con guisantes. Estos descubrimientos fueron aportando sabiduría a la par que incertidumbre a la comunidad científica.

Actualmente, la teoría más aceptada sobre la evolución es la denominada, teoría sintética. En esta teoría se tienen en cuenta las aportaciones de otras disciplinas de la biología como la paleontología, la bioquímica y la genética (Paniagua, 2001)

El término teoría sintética apareció en el libro **Evolución** de J. Huxley (1942) donde se introdujo por primera vez el término “biología evolutiva” en lugar de la frase “estudio de la evolución”. Huxley fue también el primero en destacar que la evolución debe ser considerada como el elemento más central y más importante de la biología. Para abordarlo en su complejidad son necesarios conocimientos, datos y métodos de otras ramas de la ciencia como embriología, sistemática, anatomía comparada, geología, geografía y matemáticas. (Kutschera y Niklas,2004).

Estos son algunos de los aspectos que justifican la clara importancia de la enseñanza de la evolución en las aulas. La propuesta aquí presente, abarca los contenidos teóricos sobre evolución humana, en concreto relevando la importancia de las migraciones humanas con el fin de despertar el interés de la investigación científica en los alumnos, acerca de nuestros orígenes.

Objetivos:

- Iniciar a los alumnos en un proceso de investigación guiado en equipo.
- Desarrollar destrezas en la búsqueda de información seleccionada en fuentes de rigor científico.
- Promover el trabajo en equipo con el fin de lograr un aprendizaje significativo.
- Entender el concepto de evolución como un proceso ramificado y no como un proceso lineal.
- Integrar conocimientos acerca de las migraciones humanas y su ubicación en el tiempo.
- Comprender la línea evolutiva del género homo y situarlo a escala del tiempo geológico.
- Promover la comprensión lectora en inglés y la familiarización con artículos científicos.
- Realizar y exponer un mural divulgativo sobre las migraciones humanas.

Metodología

Proceso metodológico del docente:

Como ya se ha explicado en el apartado 4, para llevar a cabo esta actividad, es necesaria una búsqueda previa de información acerca del tema que se quiere investigar. El profesor es el primero que debe tener todos los conceptos claros y saber qué artículos va a entregar a los alumnos, teniendo en cuenta su nivel de abstracción.

Por tanto, cabe destacar, el tiempo dedicado a investigar y seleccionar contenidos clave para mostrar al alumnado convirtiendo la actividad en un proceso guiado y asumible para el alumno.

Proceso metodológico en el aula:

La metodología que se aplicará, está relacionada con un aprendizaje basado en proyectos, donde los alumnos tendrán que ir descubriendo los contenidos propuestos por el profesor, por medio de una investigación guiada en la que ellos son los protagonistas del aprendizaje.

El profesor presenta la actividad y dará unas pinceladas teóricas para introducir el tema y despertar el interés y motivación en el alumno. Seguidamente, formará cuatro equipos de trabajo (Grupo África, Grupo Oceanía, Grupo América y Grupo Eurasia) entre 5 y 6 alumnos por grupo, donde haya un perfil heterogéneo de alumnos, y de esta manera promover el compañerismo y la colaboración en el aprendizaje en equipo. El profesor contextualizará el objetivo de la actividad, metodología de trabajo, etc. y entregará a todos los grupos un artículo, con información relevante seleccionada, común para todos ellos. Además, a cada grupo le entregará unas páginas seleccionadas de un libro o un artículo científico no muy extenso en inglés, específicas para cada grupo de trabajo. Los alumnos deberán trabajar cooperativamente en traducir y leer con atención dichas páginas y responder a las preguntas planteadas en la Ficha de trabajo correspondiente a cada grupo que entregará el profesor (Fichas de trabajo 2-5).

Tal como se ha explicado en el apartado 6.6 los alumnos aprenderán a buscar artículos científicos, tarea que se lleva a cabo en el Aula de informática. Cada grupo, siguiendo las instrucciones dadas por el profesor, seleccionará 1 artículo, correspondiente a su temática de trabajo, en fuentes de información fiables. Este artículo les tiene que permitir complementar alguna de las cuestiones formuladas en la Tarea 1 de su Ficha de trabajo y deben sacar de su lectura al menos una conclusión relevante (Tarea 2 de la ficha de trabajo). El profesor ayudará, siempre que lo requieran los alumnos, en la selección de la información que deben extraer los

alumnos de las fuentes. En algunos grupos de trabajo, el profesor indica directamente la búsqueda de un artículo concreto.

Por último, como objetivo final del proyecto, cada grupo debe elaborar un póster o mural con un dibujo del continente acerca del que le haya tocado investigar, con recuadros informativos sobre las respuestas a las preguntas planteadas en la Ficha de trabajo. Cada grupo deberá exponer a sus compañeros el trabajo que han realizado en una breve exposición de 10 minutos y serán evaluados con una rúbrica por el resto de grupos y por el profesor.

Puesta en práctica en el aula

Objeto de investigación: Migraciones humanas.

Activación de los alumnos y despertar el espíritu investigador:

Frase en el proyector digital del aula:

“Hace exactamente 6 millones de años, una única hembra de simio tuvo 2 hijas: una se convirtió en ancestro de todos los chimpancés y la otra es nuestra propia abuela” (Harari,2014).

- ¿Cómo llegaron nuestros antepasados a colonizar hasta el último rincón de cada continente?
- ¿Quiénes fueron los primeros en salir de África?
- ¿América fue habitado antes que Australia o al revés?
- ¿Es cierto que los Neardentales convivieron con el *Homo sapiens*?

Grupos de trabajo

1. Grupo África
2. Grupo Oceanía
3. Grupo América
4. Grupo Euroasia

Fuentes de conocimiento:

-Artículo de carácter general:

Título: *Biogeography and evolution of the genus Homo*. Revista: Trends in Ecology and Evolution.

Referencia bibliográfica: Finlayson, C. (2005). Biogeography and evolution of the genus Homo. *Trends in Ecology & Evolution*, 20(8), 457-463

Se trata de una fuente común para todos los grupos, con información relevante seleccionada, que cada grupo debe traducir e interpretar, y elaborar un mapa conceptual con las ideas esenciales. Se hará una puesta en común de estas ideas en la 5ª sesión en el Aula de informática, antes de proceder a la búsqueda autónoma de artículos científicos online (apartado 6.6).

La selección de este artículo no es aleatoria, ya que expone un resumen fácil de entender sobre la expansión biogeográfica del género Homo y de esta forma permite a los alumnos tener una base de la que partir para la búsqueda de información específica de cada grupo.

Fichas de trabajo

Las Fichas de trabajo contienen la bibliografía específica de cada grupo y la tarea a realizar. Cada ficha es diferente y con preguntas distintas ya que depende de los artículos seleccionados para cada grupo.

○ Grupo Oceanía

Páginas 198-206, Capítulo 4: Recent and future human evolution.

Referencia del libro: Relethford, J. (2017). *50 great myths of human evolution: understanding misconceptions about our origins*. John Wiley & Sons.

Proyecto de investigación en equipo: MIGRACIONES HUMANAS

OCEANÍA

Tarea 1

Después de la traducción, lectura y comprensión de las páginas seleccionadas para tu grupo, responde las siguientes preguntas acerca del contenido estudiado:

1. ¿Cuál es la hipótesis del científico Heyerdahl? ¿Qué hizo para demostrarlo?
2. ¿Cuál es la teoría más apoyada actualmente por las evidencias arqueológicas?
3. ¿Cómo se guiaban en el mar los viejos polinesios?
4. ¿Cuáles son algunas de las pruebas que evidencian el origen asiático?
5. Explica brevemente las teorías “*Express train*” y “*slow boat*”
6. ¿Cómo se piensa que fue introducida la batata en la Polinesia?

Tarea 2 -

0 Con la ayuda de buscadores de internet y una selección crítica de información, encontrad un artículo científico, más o menos reciente, que hable sobre los primeros asentamientos en la polinesia. Tras la lectura, debéis escribir brevemente la conclusión final del artículo.

Tarea 3

Realizad en grupo, un póster/mural de tamaño din A2, con el dibujo de vuestro continente y cuadros informativos sobre la investigación realizada. La información debe ser clara y divulgativa.

○ Grupo América

Páginas 192-198, Capítulo 4.: Recent and future human evolution.

Referencia del libro: Relethford, J. (2017). *50 great myths of human evolution: understanding misconceptions about our origins*. John Wiley & Sons.

Proyecto de investigación en equipo: MIGRACIONES HUMANAS

AMÉRICA

Tarea 1

Después de la traducción, lectura, y comprensión de las páginas seleccionadas para tu grupo, responde las siguientes preguntas acerca del contenido estudiado:

1. ¿Cuál es la hipótesis inicial sobre el origen de los homínidos en América? ¿Con qué razones se justifica?
2. ¿Por qué fue cuestionado el modelo anterior? ¿Qué evidencias respaldan el nuevo modelo?
3. ¿En qué consiste el estudio genético de Luca Cavalli-Sforza y sus colaboradores? ¿Qué conclusiones obtuvieron?

Tarea 2

Utilizando un buscador científico en Internet, encontrad el siguiente artículo relacionado con los asentamientos americanos: *Finding the first Americans*, de la revista Science, publicado en 2017. Escribe un breve resumen sobre la ruta de la costa que llevaron a cabo los primeros americanos.

Tarea 3

Realizad en grupo, un póster de tamaño din A2, con el dibujo de vuestro continente y cuadros informativos sobre la investigación realizada. La información debe ser clara y divulgativa

Bibliografía complementaria:

<https://afanporsaber.com/>

Gómez, A. A. F., & Ortiz, A. V. (2011). Los primeros humanos en América. *Estrat crític: revista d'arqueologia*, 5(1), 379-387.

○ **Grupo África.**

Páginas 172-175. Artículo: Migraciones humanas, origen del hombre moderno y genética del lenguaje

Referencia: Quintana-Murci, L. (2004). Migraciones humanas, origen del hombre moderno y genética del lenguaje. *Estudios de Psicología*, 25(2), 169-182.

Proyecto de investigación en equipo: MIGRACIONES HUMANAS

ÁFRICA

Tarea 1

Después de la traducción, lectura y comprensión de las páginas seleccionadas para vuestro grupo, responded a las siguientes preguntas acerca del contenido estudiado:

1. Explica el modelo “multirregional” y la teoría “Out of África” sobre el origen de nuestra especie
2. ¿Cuál es la prueba paleoantropológica que sostiene la primera migración fuera de África? ¿Qué ruta se piensa que siguió y hace cuántos años?
3. ¿Cuáles son las causas, según el autor Ingman, que condicionaron la salida de los humanos fuera del continente africano?
4. ¿Cuál es la segunda ruta planteada que siguieron nuestros antepasados para salir África? ¿Qué evidencias lo confirman?

Tarea 2

Utilizando un buscador científico en Internet, encontrad el siguiente artículo: *Mitochondrial DNA and human evolution* de la revista Nature, publicado en 1987 y cita las principales conclusiones acerca de la teoría de “Eva Africana”.

Tarea 3

Realizad en grupo, un póster de tamaño din A2, con el dibujo de vuestro continente y cuadros informativos sobre la investigación realizada. La información debe ser clara y divulgativa.

Bibliografía complementaria

Relethford, J. H. (2001). Ancient DNA and the origin of modern humans. *Proceedings of the National Academy of Sciences*, 98(2), 390-391.

Groucutt, H. S., Grün, R., Zalmout, I. A., Drake, N. A., Armitage, S. J., Candy, I., ... & Buck, L. T. (2018). Homo sapiens in Arabia by 85,000 years ago. *Nature ecology & evolution*, 2(5), 800

○ Grupo Eurasia

Artículo de 4 páginas: Timing the first human migration into Eastern Asia.

Referencia: Stanyon, R., Sazzini, M., & Luiselli, D. (2009). Timing the first human migration into eastern Asia. *Journal of biology*, 8(2), 18.

Proyecto de investigación en equipo: MIGRACIONES HUMANAS

EURASIA

Tarea 1

Después de la traducción, lectura y comprensión de las páginas seleccionadas para vuestro grupo, responded las siguientes preguntas acerca del contenido estudiado:

1. ¿Cuál es la última datación estimada por Shi y sus colaboradores acerca de la primera llegada de los humanos modernos a Asia Oriental?
2. ¿Cuándo se estima que ocurrió la dispersión a través de Eurasia hacia la India?
3. ¿Cuáles han sido las dificultades a la hora de investigar estos asentamientos?

Tarea 2

Utilizando los buscadores científicos de internet, encontrad el siguiente artículo: *Neanderthal DNA and modern human origins*, publicado en febrero de 2012 en la revista Elsevier. Debéis resumir de forma breve el origen de los Neardentales y su presencia en Europa

Tarea 3

Realiza en grupo, un póster de tamaño din A2, con el dibujo de tu continente y cuadros informativos sobre la investigación realizada. La información debe ser clara y divulgativa.

Bibliografía complementaria:

Zhu, Z., Dennell, R., Huang, W., Wu, Y., Qiu, S., Yang, S., ... & Ouyang, T. (2018). Hominin occupation of the Chinese Loess Plateau since about 2.1 million years ago. *nature*, 559(7715), 608.

Shi, H., Zhong, H., Peng, Y., Dong, Y. L., Qi, X. B., Zhang, F., ... & Wells, R. S. (2008). Y chromosome evidence of earliest modern human settlement in East Asia and multiple origins of Tibetan and Japanese populations. *BMC biology*, 6(1), 45.

Exposición de los posters /mural divulgativo

Como se ha explicado anteriormente, en la 8ª sesión se llevará a cabo la exposición de cada grupo del trabajo realizado. Deberán presentar un mural y hacer una pequeña defensa oral delante de sus compañeros sobre su investigación.

Por último, se colgarán los murales realizados en las paredes de la clase para que quede constancia del proyecto que han llevado a cabo conjuntamente.

Competencias

Competencia lingüística: El diálogo como medio de interacción tanto entre los alumnos del grupo como entre los alumnos y el profesor. Además, no solo se trabaja la competencia lingüística en castellano, sino que se promueve la fluidez y la comprensión de la lengua inglesa ya que en un grupo bilingüe debe tenerse en cuenta dicho factor.

Competencia básica en ciencia y tecnología: Se trata de motivar y despertar el interés científico de los alumnos, incrementando sus aptitudes para la investigación científica.

Competencia digital: Uso de ordenadores y buscadores en internet, promueve el uso de las TICs como recurso educativo.

Competencia de aprender a aprender: Ser conscientes de nuestros orígenes y de las incertidumbres todavía presentes en la comunidad científica, invita a los alumnos a seguir aprendiendo y a conocer nuevos descubrimientos

Competencia social y cívica: El trabajo en grupo promueve el compañerismo y la cooperación entre miembros del grupo para conseguir un buen rendimiento académico.

Sentido de iniciativa y espíritu emprendedor: La autonomía y libre elección sobre la exposición final del proyecto fomenta en los alumnos la iniciativa y el espíritu emprendedor de su propuesta.

Evaluación

La evaluación de este proyecto, es la evaluación total correspondiente al bloque 4 de la programación del curso completo.

En el apartado 4.7 se exponen los criterios de evaluación, porcentajes y forma de evaluar el contenido de dicho bloque.

6.7 Evaluación completa de la unidad didáctica

De acuerdo con el Real Decreto 1105/2014, de 26 de diciembre contenido en el Boletín Oficial del Estado (BOE), la evaluación es el instrumento para comprobar el grado de adquisición de las competencias y el logro de los objetivos de la etapa en las evaluaciones continua y final de cada asignatura. La evaluación en la educación Secundaria obligatoria debe ser continua, formativa e integradora:

- La evaluación continua pretende un seguimiento continuo del alumnado durante el curso académico. Cuando el progreso no sea adecuado, se establecerán medidas de refuerzo educativo.
- La evaluación de carácter formativo será un instrumento para la mejora de los procesos de enseñanza y los procesos de aprendizaje.
- La evaluación integradora, pretende conseguir todos los objetivos establecidos y el desarrollo de las competencias correspondientes en cada etapa.

La evaluación de esta unidad se desglosa en dos partes,–la primera parte correspondería al Bloque 1 que abarca los contenidos de la unidad didáctica presentada “Evolución y origen de la vida”, y la segunda parte correspondería al Bloque 4 “Actividad grupal de investigación guiada La evaluación del Boque 1 se presenta en las Tablas 5 y 6 y la evaluación del Bloque 4 se muestra en las Tablas 7-10.

Bloque 1. “Evolución y origen de la vida”.

Criterio de evaluación	Estándar de aprendizaje	Instrumento evaluador	Porcentaje	Competencias
-Conocer las pruebas de la evolución. Comparar lamarckismo, darwinismo y neodarwinismo.	16.1	Prueba escrita	75%	Competencia lingüística y competencia básica en ciencia y tecnología.
	17.1			
	18.1			
-Comprender los mecanismos de la evolución destacando la importancia de la mutación y la selección. Analizar el debate entre gradualismo, saltacionismo y neutralismo.	19.1	(* Tareas y actividades	15%	Competencia aprender a aprender, sentido de la iniciativa y espíritu emprendedor.
		Actitud, interés y participación	10%	Competencia social y cívica.
-Interpretar árboles filogenéticos, incluyendo el humano				
-Describir la hominización.				

Tabla 5: Sistema de evaluación y porcentajes de la unidad didáctica

(*) Tareas y actividades.

Este apartado correspondería-la Actividad 1: **Comprendiendo el tiempo geológico** (Ficha de trabajo 1). El docente evaluará dicha actividad con la siguiente rúbrica:

	1	2	3	4
Tarea 1	No ha señalado correctamente ninguna de las eras en el calendario	Ha marcado la mitad de las eras o están marcadas erróneamente.	Ha señalado la mayoría de las eras, pero no todas están correctamente ubicadas	Ha señalado correctamente todas las eras
Tarea 2	No ha ubicado ninguno de los acontecimientos en el calendario o la mayoría son incorrectos.	Ha ubicado solo algunos acontecimientos o están ubicados de forma errónea.	Ha ubicado la mayoría de los acontecimientos con fallos leves a la hora de realizar el cambio de escala	Ha ubicado correctamente los acontecimientos y no ha tenido fallos en el cambio de escala.
Tarea 3	No ha datado ninguno de los acontecimientos en millones de años	Ha datado algunos de los hechos en millones de años y ha cometido errores en el cambio de escala	Ha datado la mayoría de los hechos con algunos errores en el cambio de escala	Ha identificado correctamente la antigüedad en m.a de todos los hechos.

Tabla 6. Rúbrica de evaluación de la Actividad de refuerzo: Comprendiendo el tiempo geológico

Bloque 4. Actividad grupal de investigación guiada

La evaluación de esta propuesta de investigación se hará a través de la valoración de las tres tareas planteadas a los grupos de alumnos (Fichas de trabajo)

El docente tendrá una escala de valoración para puntuar las tareas 1 y 2 de la ficha, y la tarea 3, será la suma del resultado de una coevaluación de los compañeros de clase, y la evaluación del docente. A continuación, se exponen tablas con los porcentajes e ítems de valoración de una forma más clara.

Criterios de evaluación	Estándar de aprendizaje	Instrumento evaluador	Porcentaje	Competencias	
1. Planear, aplicar, e integrar las destrezas y habilidades propias de trabajo científico. 2. Elaborar hipótesis, y contrastarlas a través de la experimentación o la observación y argumentación. 3. Discriminar y decidir sobre las fuentes de información y los métodos empleados para su obtención. 4. Participar, valorar y respetar el trabajo individual y en grupo 5. presentar y defender en público el proyecto de investigación realizado	1.1	Observación sistemática, actitud y conducta	10%	Competencia social y cívica	
	2.1				
	3.1	Fichas de trabajo con las tareas que deben realizar	65%	Competencia básica en ciencia y tecnología, competencia digital, competencia aprender a aprender	
	4.1				
	5.1				
	5.2				
			Mural o póster divulgativo (Rúbrica de coevaluación)	25%	Competencia del sentido de la iniciativa y espíritu emprendedor, competencia lingüística.

Tabla 7. Sistema de evaluación y porcentajes del Bloque 4. Propuesta docente de investigación

Evaluación de las Fichas de trabajo

Las tareas 1 y 2 de las fichas que deben cumplimentar los alumnos, se evaluarán con una escala de valoración del 1 al 4 (1: Insuficiente; 2: Regular; 3: Adecuado; 4: Excelente).

	Valoración				Porcentaje puntuación
Tarea 1	1	2	3	4	30%
	No ha respondido las cuestiones planteadas	Ha respondido solo algunas cuestiones y de forma incompleta	Ha respondido todas las cuestiones con errores leves	Ha respondido correctamente a todas las cuestiones planteadas	
Tarea 2	1	2	3	4	35%
	No ha buscado los artículos en fuentes de información fiables	La búsqueda ha sido escasa y los contenidos no se ajustan correctamente a la tarea	Ha realizado una búsqueda adecuada de los artículos y las respuestas han sido breves.	Ha realizado una correcta y búsqueda de artículos y las respuestas son completas y extensas	

Tabla 8. Evaluación de las tareas 1 y 2 de la ficha del proyecto de investigación.

Por último, la Tarea 3, correspondiente a la exposición del mural, será evaluado tanto por los alumnos como por el profesor. Se trata de un método de evaluación entre pares, donde los alumnos califican las destrezas del resto de compañeros, promoviendo así el espíritu crítico y la responsabilidad a la hora de evaluar, ya que ellos también serán evaluados por sus compañeros.

La nota obtenida en las coevaluaciones será tenida en cuenta por el profesor, y se sumará a la calificación del docente siguiendo la misma rúbrica que se presenta a continuación:

	Instrumento evaluador	Porcentaje puntuación
Tarea 3	Coevaluación	10%
	Evaluación del profesor	15%

Tabla 9. Evaluación y porcentaje de la tarea 3 de la ficha del proyecto de investigación.

Rúbrica evaluadora de la tarea 3. Se evaluarán con una escala de valoración del 1 al 4 (1: Insuficiente; 2: Regular; 3: Adecuado; 4: Excelente).

	1	2	3	4
La explicación ha sido clara y completa.				
Han participado todos los compañeros del grupo por igual.				
La información presentada en el mural es adecuada				
El mural está ordenado y completo				
No hay faltas de ortografía en los recuadros informativos				
Han utilizado muletillas durante la exposición.				

Tabla 10. Rúbrica. Instrumento de coevaluación para la tarea 3 del proyecto de investigación

Estas son las herramientas, que se utilizarán para evaluar las actividades propuestas, con el fin de obtener una evaluación continua, formativa e integradora como la ley indica.

La materia se superará cuando se alcance una calificación de, al menos, 5 puntos sobre 10. Para la recuperación de la misma, se convocará un examen de recuperación trimestral con los contenidos de las unidades suspensas de cada alumno.

6.8 Espacio y recursos

El espacio utilizado para llevar a cabo esta unidad didáctica, cuenta con el aula asignada para 4º de la ESO, haciendo uso uno de los días (5ª Sesión) del aula de informática del centro.

Como recursos didácticos, cabe destacar la utilización de buscadores online, citados anteriormente, algunos blogs científicos que facilitan información sintetizada y comprensible para el alumnado, el libro de texto para las explicaciones teóricas, el proyector y una pantalla para ver diapositivas elaboradas por el docente.

En conclusión, esta propuesta no requiere de un gran despliegue de medios, ya que principalmente, aprovecha los recursos presentes en la mayoría de los centros educativos y únicamente corre a cargo de los alumnos, el material necesario para la elaboración del póster final. Este material serían una cartulina tamaño din A2, y los rotuladores, y lápices de colores que empleen en la elaboración del mural.

6.9. Atención a la diversidad

El Real Decreto 1105/2014, de 26 de diciembre, en el que se establece el currículo básico de la Educación Secundaria Obligatoria y del Bachillerato, hace mención en uno de sus apartados al **alumnado con necesidad específica de apoyo educativo**. Atendiendo a lo referido en el artículo 71 de la Ley Orgánica 2/2006, de 3 de mayo, los alumnos con necesidades especiales deben alcanzar el máximo desarrollo de sus capacidades personales, objetivos, competencias de cada etapa, y para ello se realizarán las adaptaciones curriculares o medidas que hagan falta para conseguirlo.

En el caso concreto de esta propuesta didáctica, está diseñada para un aula en el que no hay alumnos con necesidades especiales concretas, únicamente nos encontramos con la presencia de inmigración y diversidad cultural por lo que las medidas que se llevarían a cabo son las siguientes:

- Inmigración y diversidad cultural en el aula: Es muy frecuente la presencia de alumnos procedentes de otros países que se incorporan al sistema educativo de la ciudad en la que se instalan, y debemos tener en cuenta el posible desfase curricular y, en el caso de hablar una lengua extranjera, el hándicap que esto puede suponer en el rendimiento académico.

En el desarrollo de las actividades anteriormente expuestas, el docente tendrá una especial atención a este alumnado para guiarle de una forma más individualizada durante el proyecto. No obstante, la formación de grupos es una medida para que los mismos alumnos cooperen y se ayuden unos a otros, beneficiándose de las destrezas de los compañeros, a la par que de las aptitudes propias.

Todas las medidas que puedan proponerse en las aulas para atender al alumnado con estas características, irán acompañadas de una supervisión y colaboración del departamento de orientación, con el fin de suplir todas las carencias, y que de esta forma los alumnos implicados alcancen los mismos logros y objetivos que el resto de sus compañeros.

7. CONCLUSIÓN

Como conclusión general del trabajo, me gustaría destacar la dificultad que supone comprender el concepto de tiempo geológico y el cambio de escalas temporales, ya que exige un nivel de abstracción que muchos alumnos de secundaria no alcanzan, y lo mismo ocurre con la escala a nivel molecular.

En cuanto a la realización de un proyecto de investigación en el aula, solo se puede llevar a cabo si hay voluntad por parte del docente, puesto que implica varias horas de trabajo, búsqueda y selección de contenidos fuera del horario escolar, para conseguir que la actividad tenga el nivel adecuado para el público al que va destinado.

Tras la investigación acerca de la evolución y la historia de nuestros orígenes, la mayoría de artículos y descubrimientos hacen hincapié en asumir la evolución como un proceso ramificado y permanente y no como un proceso lineal y finalizado

Otro aspecto importante que queda reflejado en la mayoría de las investigaciones, incluidas las más recientes, es la incertidumbre sobre el pasado de la especie humana y las diferentes hipótesis sobre los desplazamientos migratorios hacia los continentes que quedan abiertos a nuevos descubrimientos y hallazgos de fósiles que desarticulen las teorías propuestas hasta el momento.

Teniendo en cuenta la importancia de la enseñanza de la evolución en las aulas, desde mi punto de vista, está poco valorado y se refleja en la falta de contenidos curriculares sobre evolución, por lo que debería tenerse en cuenta en las futuras reformas de la ley educativa.

El desarrollo de una unidad didáctica, es un proceso complejo, que conlleva atender a numerosos factores que deben ser abordados de la mejor forma posible, así como los constantes cambios de la normativa que regulan los contenidos y las estructuras de las propuestas educativas, contribuyen a dicha complejidad. No obstante, a partir de las herramientas aprendidas a lo largo del curso he tratado de combinar y aunar todos los elementos necesarios para realizar una propuesta factible e innovadora en las aulas.

8. BIBLIOGRAFIA

Alegret, L., Meléndez, A., & Trallero, V. (2001). Didáctica del tiempo en geología: apuntes en internet. *Enseñanza de las Ciencias de la Tierra*, 9(3), 261-269.

Biología y Geología (s.f). Recuperado de: <https://biologia4eso.weebly.com/eones-eras-y-periodos.html>

Berkman, M. B., Pacheco, J. S., & Plutzer, E. (2008). Evolution and creationism in America's classrooms: a national portrait. *PLoS biology*, 6(5), e124

Barbadilla, A. (1992). La evolución biológica. *Departamento de genética y microbiología. Universidad Autónoma de Barcelona.*

Berra, T. M. (2008). *Charles Darwin: the concise story of an extraordinary man.* JHU Press.

BOE-A-2015-738

BOE 2015. Núm. 3, Sección I, 2015. Pág 211.

BOCYL 2015. Núm.86. pág 32110

Braje, T. J., Dillehay, T. D., Erlandson, J. M., Klein, R. G., & Rick, T. C. (2017). Finding the first Americans. *Science*, 358(6363), 592-594.6

Decreto 40/2015

Détroit, F., Mijares, A. S., Corny, J., Daver, G., Zanolli, C., Dizon, E., ... & Piper, P. J. (2019). A new species of Homo from the Late Pleistocene of the Philippines. *Nature*, 568(7751), 181.

Dobzhansky, T. (2013). Nothing in biology makes sense except in the light of evolution. *The american biology teacher*, 75(2), 87-92

Fernández-Martínez, E., Fuertes-Gutiérrez, I., & Velasco, P. P. (2016). Las cintas del tiempo geológico. *Enseñanza de las Ciencias de la Tierra*, 24(2), 222-227.

Finlayson, C. (2005). Biogeography and evolution of the genus Homo. *Trends in Ecology & Evolution*, 20(8), 457-463.

Gómez, A. A. F., & Ortiz, A. V. (2011). Los primeros humanos en América. *Estrat crític: revista d'arqueologia*, 5(1), 379-387.

Groucutt, H. S., Grün, R., Zalmout, I. A., Drake, N. A., Armitage, S. J., Candy, I., ... & Buck, L. T. (2018). Homo sapiens in Arabia by 85,000 years ago. *Nature ecology & evolution*, 2(5), 800.

Harari, Y. N. (2014). *Sapiens. De animales a dioses: Una breve historia de la humanidad*. Debate.

Kutschera, U., & Niklas, K. J. (2004). The modern theory of biological evolution: an expanded synthesis. *Naturwissenschaften*, 91(6), 255-276

Martí, J. A. (2010). Aprendizaje basado en proyectos. *Revista Universidad EAFIT*, 46(158).

Miró, J., & Soler, J. (1995). Geología y el calendario, La. *Enseñanza de las Ciencias de la Tierra*, 3(2), 84-90.

Moreno, J.L. (s.f.) Afán por saber. Recuperado de: <https://afanporsaber.com/el-viaje>

Orden ECD/65/2015

Palacio, V. J. (2013). Estrategia para la enseñanza del ecosistema de bosque tropical que contribuya al desarrollo de las competencias científicas en los estudiantes de grado cuarto de la Institución Educativa Federico Carrasquilla

Paniagua, F. B. (2001). La Teoría Sintética de la Evolución en España. Pimeros encuentros y desencuentros. *Llull: Revista de la Sociedad Española de Historia de las Ciencias y de las Técnicas*, 24(50), 289-314.

Pardo, A. (2007). El origen de la vida y la evolución de las especies: ciencia e interpretaciones.

Plutzer, E., & Berkman, M. (2008). Trends: Evolution, creationism, and the teaching of human origins in schools. *Public Opinion Quarterly*, 72(3), 540-553.

Quintana-Murci, L. (2004). Migraciones humanas, origen del hombre moderno y genética del lenguaje. *Estudios de Psicología*, 25(2), 169-182

Real Decreto 1105/2014, de 26 de diciembre (BOE)

Relethford, J. (2017). *50 great myths of human evolution: understanding misconceptions about our origins*. John Wiley & Sons.

Relethford, J. H. (2001). Ancient DNA and the origin of modern humans. *Proceedings of the National Academy of Sciences*, 98(2), 390-391.

Ruiz, P. B., & Pedrinaci, E. (1994). Concepto de tiempo geológico: orientaciones para su tratamiento en la educación secundaria. *Enseñanza de las Ciencias de la Tierra*, 2(1), 240-251.

- Sanmartí, N. (2000). El diseño de unidades didácticas. *Didáctica de las ciencias experimentales*, 239-266.
- Sequeiros, L., Pedrinaci, E., & Ruiz, P. B. (1996). Cómo enseñar y aprender los significados del tiempo geológico: algunos ejemplos. *Enseñanza de las Ciencias de la Tierra*, 4(2), 113-119.
- Shi, H., Zhong, H., Peng, Y., Dong, Y. L., Qi, X. B., Zhang, F., ... & Wells, R. S. (2008). Y chromosome evidence of earliest modern human settlement in East Asia and multiple origins of Tibetan and Japanese populations. *BMC biology*, 6(1), 45
- Stanyon, R., Sazzini, M., & Luiselli, D. (2009). Timing the first human migration into eastern Asia. *Journal of biology*, 8(2), 18.
- Stringer, C., Andrews, P., & Villa, F. B. (2005). *La evolución humana* (No. 575.8 STR). Madrid: Akal
- Wang, C. C., Farina, S. E., & Li, H. (2013). Neanderthal DNA and modern human origins. *Quaternary International*, 295, 126-129
- Zhu, Z., Dennell, R., Huang, W., Wu, Y., Qiu, S., Yang, S., ... & Ouyang, T. (2018). Hominin occupation of the Chinese Loess Plateau since about 2.1 million years ago. *nature*, 559(7715), 608