

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

ESPECIALIDAD: BIOLOGIA Y GEOLOGIA



Universidad de Valladolid

UNIDAD DIDÁCTICA: “LA EVOLUCIÓN”

Autor: Jonathan Fernández Varela

Tutor: Lucía Citores González

Curso: 2021/2022

RESUMEN

En el presente trabajo fin de master (TFM) se realiza una propuesta de unidad didáctica para 4º ESO sobre la evolución biológica, cuyo objetivo es visibilizar y dar solución a los problemas en el proceso de enseñanza-aprendizaje sobre este tema. Además, también se persigue el aprendizaje competencial, así como el desarrollo personal y de las habilidades interpersonales, siguiendo las bases del paradigma constructivista.

En este contexto, se propone una metodología que propicie tanto el trabajo en grupo como el individual, con la que el alumno trabaje los contenidos de manera aplicada persiguiendo un aprendizaje significativo. Para ello, se imparten una serie de actividades coherentes a la metodología planteada, de carácter variado e implementando las TIC, que propician la motivación del alumnado. Además, esta unidad presenta carácter flexible, de tal manera que la planificación de las actividades se puede modificar atendiendo a la diversidad en el aula.

Palabras clave: unidad didáctica, evolución, aprendizaje significativo, constructivismo, motivación.

ABSTRACT

In this final Master Project, a proposal for a didactic unit for 4th ESO on biological evolution is developed, whose objective is to make visible and provide a solution to the problem in the teaching-learning process on this topic. In addition, it also pursues a competency learning, as well as personal development and interpersonal skills, following the bases of the constructivist paradigm.

In this context, it is proposed a methodology that favors both group and individual work, with which the student works on the contents in an applied way in search of meaningful learning. For this purpose, a series of activities consistent with the proposed methodology, of a varied nature and implementing ICT, which promotes student motivation, are taught. In addition, this unit is flexible, so that the planning of the activities can be modified according to the diversity in the classroom.

Keywords: didactic unit, evolution, meaningful learning, constructivism, motivation.

ÍNDICE

1. INTRODUCCIÓN	2
2.2. JUSTIFICACIÓN	2
2.2.1. IMPORTANCIA DE LA MATERIA Y DEL TEMA ESCOGIDO.....	2
2.2.2. PROBLEMÁTICA ACTUAL.....	3
3. MARCO TEÓRICO	5
3.1. CONSTRUCTIVISMO.....	5
3.2. EL CONSTRUCTIVISMO EN EL APRENDIZAJE ESCOLAR.....	6
3.3. APRENDIZAJE COOPERATIVO.....	8
3.4. VENTAJAS DEL USO DE LAS TIC.....	9
3.5. MARCO LEGISLATIVO.....	9
4. DISEÑO Y DESARROLLO DE LA UNIDAD DIDÁCTICA	10
4.1. CONTEXTUALIZACIÓN.....	10
4.1.1. Características de la ubicación.....	10
4.1.2. Características del centro y del aula.....	11
4.2. COMPETENCIAS CLAVE.....	12
4.3. OBJETIVOS.....	14
4.3.1. Objetivos curriculares.....	14
4.3.3. Objetivos didácticos.....	14
4.4. OBJETIVOS DEL TRABAJO FIN DE MASTER.....	18
4.5. CONTENIDOS.....	19
4.5.1. Contenidos previos.....	19
4.5.2. Contenidos básicos.....	20
4.6. METODOLOGÍA.....	20
4.7. ACTIVIDADES DE ENSEÑANZA-APRENDIZAJE.....	22
4.7.1. Actividad 1: Caminálculos.....	22
4.7.2. Actividad 2: Simulación de selección natural.....	29
4.7.3. Actividad 3: La Odisea de la especie.....	33
4.8. TEMPORALIZACIÓN.....	34
4.9. RECURSOS.....	47
4.10. EVALUACIÓN.....	47
4.10.1. Evaluación del alumnado.....	47
4.10.2. Evaluación de la unidad didáctica.....	49
4.11. ATENCIÓN A LA DIVERSIDAD.....	50
5. CONCLUSIONES	51
6. BIBLIOGRAFÍA	52
7. ANEXOS	55

1. INTRODUCCIÓN

En el presente trabajo final de máster (TFM), se exhibe una propuesta para la confección de una unidad didáctica para la asignatura de Biología y Geología de 4º de ESO, que concretamente abarca los contenidos sobre evolución biológica.

Así pues, se considera que una unidad didáctica (UD) consiste en un documento, generado a modo de declaración de intenciones, que incluye una serie de elementos que guían al docente en el tratamiento de las competencias y los contenidos de esa unidad, con unos objetivos, unas metodologías, unos tiempos y unos criterios de evaluación establecidos. Todo esto, teniendo en cuenta los conocimientos didácticos actuales sobre el proceso de enseñanza-aprendizaje (Novalbos, 2016).

Con este trabajo, se pretende hacer una propuesta didáctica con la que exponer y paliar los problemas existentes en torno a la enseñanza y aprendizaje de la evolución, tema que desde sus inicios nunca ha estado libre de polémica, ya sea por motivos religiosos, sociales o culturales, pese a las evidencias científicas sobre la misma.

También se busca alzar la posición de la enseñanza de la evolución al lugar que se merece dentro de la educación, visibilizando su gran importancia para el desarrollo personal y científico de los estudiantes y luchando contra su escasa visibilidad dentro del currículo de la educación secundaria.

A su vez, esta propuesta pretende ofrecer un conjunto de actividades y recursos didácticos de gran utilidad, confiriendo una alternativa motivadora a los métodos de la enseñanza tradicional sobre la evolución. Todo esto siguiendo las bases del paradigma constructivista, buscando que el aprendizaje sea significativo, propiciando la cooperación entre alumnos y su desarrollo interpersonal y competencial, así como buscando su motivación y participación activa

2. JUSTIFICACIÓN

2.1. IMPORTANCIA DE LA MATERIA Y DEL TEMA ESCOGIDO

Por una parte, la materia de Biología y Geología, impartida en la Educación Secundaria Obligatoria y en Bachillerato, forma parte del grupo que constituyen las Ciencias experimentales. De esta manera, se trata de una materia clave para que el alumnado obtenga los conocimientos y las destrezas básicas que le permitirán adquirir una alfabetización científica, necesaria para su familiarización con la naturaleza y las ideas básicas de la ciencia, y que ayude a la comprensión de los problemas cuya solución es de enorme importancia para contribuir en el bienestar y el desarrollo de la sociedad presente y futura. Y es que, a lo largo de la historia, ambas ciencias han contribuido no solo a comprender el mundo en el que vivimos, sino a moldear la sociedad de la que formamos parte a través de los avances científicos. Avances en medicina, agricultura, ganadería, alimentación y nutrición, industria... son factores vitales para el desarrollo social y económico del mundo, por lo que esta materia manifiesta una gran importancia de cara a educar a los próximos profesionales que continúen trabajando en el ámbito científico en beneficio del mundo.

Además, enseña a aplicar el método científico y todo lo que esto conlleva; es decir, procedimientos de búsqueda, observación directa, experimentación, formulación y contraste de hipótesis, razonamiento... El manejo del método científico conferirá al alumno la posibilidad de generar modelos con el fin de comprender mejor los fenómenos naturales, predecir su comportamiento

y actuar sobre ellos de ser necesario, mejorando así tanto sus condiciones de vida como las del resto de la sociedad.

Por otro lado, concretando en el tema de la UD, la evolución biológica, en el *El origen de las especies por medio de la selección natural, o la preservación de las razas favorecidas en la lucha por la vida*, publicado en 1858, el científico Charles Darwin expone los mecanismos que dieron lugar al origen y diversidad de las especies en el mundo a través de la selección natural (Sonera, 2009). Considerando las tendencias filosóficas y religiosas de la época, este hecho generó una gran controversia entre comunidades académicas y no académicas, desencadenando una lucha constante entre los abanderados y los detractores de la teoría de la evolución, que todavía sigue existiendo en la actualidad, aunque en menor medida (Mejía, 2016).

La teoría evolutiva abarca gran parte del conocimiento biológico, desde aquellas ramas de la biología molecular, a la ecología, etc. Diversas investigaciones respaldan la importancia de los contenidos de la evolución en la educación, concluyendo que la enseñanza de la teoría evolutiva es central, estructural y fundamental en la enseñanza y aprendizaje de la biología, favoreciendo tanto la formación de una ciudadanía científicamente alfabetizada, como una adecuada comprensión de la biología (Mejía, 2016). Y es que, como apuntaba el biólogo evolutivo Dobzhansky (1973), “en biología nada tiene sentido si no es a la luz de la evolución”.

Asimismo, algunos autores como González y Meinardi (2015), manifiestan que el rango en el que se involucra la teoría de la evolución va más allá de la propia biología, llegando a afectar a otras áreas tan dispares e importantes como la epistemología o la ética. Esto aumenta justificadamente la importancia del desarrollo de propuestas didácticas de la evolución de distintas maneras, pues no solo favorece una correcta comprensión de la biología, sino también de sus relaciones interpersonales con otras ramas del saber.

Otro punto a considerar está en que 4º de ESO es un curso clave de cara a la continuación de los estudios científicos en Bachillerato, donde los alumnos tienen la opción de escoger la materia de Biología y Geología. De esta manera, es importante fomentar la motivación y el interés del alumnado en la asignatura, propiciando que este escoja continuar los estudios sobre biología escogiendo un itinerario científico. Además, es necesario que obtengan los conocimientos básicos sobre la evolución biológica para facilitar y optimizar la comprensión y aprendizaje de conceptos más complejos.

2.2. PROBLEMÁTICA ACTUAL

El problema principal sobre este tema reside en que la enseñanza y aprendizaje de la evolución biológica no se está produciendo de manera óptima, correcta y significativa. Algunos autores como González y Meinardi (2017), han expuesto algunos de los posibles obstáculos subyacentes en el aprendizaje de la evolución por selección natural, identificando tres: la Teleología de sentido común (TSC), el Razonamiento causal lineal (RCL) y el Razonamiento centrado en el individuo (RCI).

- Teleología de sentido común (TSC). Consiste en el razonamiento por el que los alumnos consideran que todas las estructuras y los procesos biológicos están orientados a la consecución de un fin.
- Razonamiento causal lineal (RCL). El alumnado considera que todos los fenómenos presentan una causa única y directa que los precede en el tiempo, no contemplan que haya más de una causa, o que estas sean indirectas.

- Razonamiento centrado en el individuo (RCI). Los alumnos consideran que los procesos biológicos, incluida la evolución, suceden a nivel individual; no consideran que ocurren a nivel de grupo o general.

Por otra parte, uno de los principales reflejos de que el aprendizaje no se está produciendo de manera adecuada, se puede discernir al atender que la mayor parte del alumnado de secundaria se identifica con una concepción teleológica lamarckista, cuando se pretende impartir una concepción darwinista (Jiménez y Muñoz, 2015). De esta manera, la enseñanza no está logrando promover de manera correcta los conocimientos sobre evolución al no conseguir la adquisición de una concepción darwinista por parte del alumnado (Hernández y Pineda, 2016).

Más alarmante todavía son los resultados de algunas investigaciones, las cuales determinan que la manera de pensar de muchos docentes se aleja de la teoría darwinista, acercándose a la lamarckista (Hernández y Pineda, 2016). Esto podría tener su origen en que una parte importante de los estudios universitarios de las ciencias biológicas no abordan la evolución de manera explícita como materia de estudio, siendo un reflejo del desatino general del sistema educativo en lo referido a este tema (Marco y Mocholí, 2011). Otro posible origen puede residir en la religión y las creencias personales; y es que, algunas investigaciones revelan que la manera en la que maneja, tanto estudiantes como docentes, el tema de la evolución, se relaciona con sus creencias religiosas, concluyendo que esto puede afectar en la aceptación y la enseñanza de la religión (Sonera, 2009).

Otro problema adicional, se encuentra en la calidad de los distintos libros de texto utilizados en España; y es que, se ha determinado que la práctica totalidad de los contenidos sobre evolución biológica tratan el tema de una manera inadecuada. Esta problemática se magnifica en aquellos casos en los que el profesor se apoya excesivamente en el libro de texto (Marco & Mocholí, 2011). Además, la baja calidad de la enseñanza también está determinada por la insuficiencia de los materiales, así como por la pobreza de las estrategias didácticas aplicadas. Un ejemplo claro de esto es la elusión de los tiempos en los que ocurre la evolución de las especies; al no tener los estudiantes las nociones elementales de estos tiempos, las ideas que obtienen del proceso sobre los periodos y las secuencias de la evolución son muy pobres (Mejía, 2016).

Como se recoge en la Orden EDU/362/2015, de 4 de mayo, por la que se establece el currículo y se regula la implantación, evaluación y desarrollo de la educación secundaria obligatoria en la Comunidad de Castilla y León; la evolución biológica en la asignatura de Biología y Geología se imparte únicamente en uno de los bloques de contenidos de 4º ESO. Así, el escaso volumen que ocupa en el currículo un tema tan relevante y complejo como el de la evolución, es insuficiente para su óptima enseñanza y aprendizaje. Como indican Marco y Mocholi (2011), “mientras no seamos capaces de que lo que para algunos es la idea más grande que jamás se ha concebido, y para otros la peligrosa idea de Darwin, se instale cómoda y eficientemente en los currículos escolares de todos los niveles educativos, no podemos pretender alcanzar lo que muchos dirigentes reclaman como destino deseado en el futuro próximo, que a menudo denominan pomposamente sociedad del conocimiento”.

Todos estos hechos alimentan ferozmente la necesidad de desarrollar propuestas didácticas amoldadas al ceñido currículo, capaces de generar un aprendizaje significativo y una enseñanza eficiente, lo que supone un importante reto para los profesores de ciencias, y, en especial, para los de biología.

3. MARCO TEÓRICO

3.1. CONSTRUCTIVISMO

El constructivismo nace como una corriente epistemológica como consecuencia de la preocupación por percibir los problemas de la formación del conocimiento en el ser humano. (Arceo y Rojas, 2010).

Si se analiza en qué consiste, cabe indicar que no se trata de un término unívoco; existen diversas posiciones sobre el constructivismo, siendo una posición compartida por diversas tendencias de la investigación de la psicología y la educación, hasta el punto en el que se pueden diferenciar diversos tipos. Esta corriente se fundamenta en que el ser humano es resultado de una construcción propia (tanto en los aspectos sociales, como los cognitivos y afectivos) que se produce a lo largo de la vida, fruto de la interacción entre el ambiente y sus disposiciones internas. Esta construcción que se forma de manera diaria en casi todos los contextos de la vida, se produce a partir de los esquemas que el individuo ya posee; es decir, con lo que ya construyó acerca del medio en que lo rodea. Estos esquemas consisten en representaciones de conceptos o situaciones concretas, de mayor o menor complejidad, que posibilitan al individuo a enfrentarse a situaciones similares en la realidad y manejarse internamente, afectando a su representación del mundo (Carretero, 2021).

Si hablamos de la construcción en el ámbito educativo, debe señalarse la importancia de las aportaciones de las ideas de Jean Piaget y de Lev Semiónovich Vygotsky entre otras, también de gran relevancia.

Por una parte, Piaget expone una idea de epistemología genética; considerándose epistemología como la investigación de las capacidades cognitivas; mientras que la genética como la investigación del origen del pensamiento en el ser humano (Valdes, 2014). Una idea central en su aportación es que la inteligencia atraviesa fases cualitativamente distintas; el individuo que se encuentra en un determinado estadio (fase del desarrollo cognitivo) contempla la realidad y resuelve los problemas de una manera cualitativamente diferente a aquel que se encuentre en otro estadio. Al pasar de un estadio a otro, el individuo adquiere esquemas nuevos; así, entre los distintos estadios existen estructuras diferentes que permiten ordenar la realidad de distintas formas (Carretero, 2021).

Los distintos estadios del desarrollo intelectual son: estadio sensorio-motor (0-2 años), estadio preoperatorio (2-7 años). Estadio de las operaciones concretas (7-11 años) y estadio de las operaciones formales (12 años en adelante) (Valdes, 2014). La UD desarrollada en el presente trabajo está orientada a adolescentes de 4º de ESO (15-16 años), por lo que estos se encuentran en el último estadio de los mencionados. En este estadio se desarrolla la inteligencia formal y se empieza a comprender el conocimiento científico, caracterizándose por la iniciación a la elaboración de hipótesis y el razonamiento sin tener los objetos presentes; es decir, se comienza a pensar de manera abstracta e hipotético deductiva (Zambrano *et al.*, 2016; Valdes, 2014).

De esta manera, para Piaget el desarrollo cognoscitivo es un proceso continuo en el que los esquemas mentales se construyen a partir de los esquemas de la niñez, consistiendo en un proceso de reconstrucción constante (Zambrano *et al.*, 2016). Así, Piaget destaca el papel activo del individuo en la formación del conocimiento a través de los conocimientos previamente construidos, los cuales se cuestionan y modifican a través de la información que proviene del entorno del sujeto, propiciando un cambio en la manera de concebir esa idea o experiencia previa (García, 2020).

Por otro lado, Vygotsky propone la teoría sociocultural del desarrollo y del aprendizaje, que en la actualidad tiene una constante aplicación en los modelos y programas educativos en el mundo. Esta teoría, que contempla al sujeto como un ser eminentemente social en línea del pensamiento marxista, interpreta el cambio como la necesidad que presenta el individuo a adaptarse a la sociedad del conocimiento en base a su aprendizaje, desarrollo y evolución. De esta manera, al estar la sociedad en constante cambio, también lo está el propio sujeto. Así, bajo este paradigma sociocultural constructivista, se justifica la presencia de las competencias para la vida en el currículo de las instituciones educativas (Carretero, 2021; García, 2020).

Vygotsky también determina que los procesos psicológicos superiores (como el lenguaje o el razonamiento) en el sujeto están mediados por el habla, a la que considera una herramienta mediadora en toda interacción social; así, el sujeto construye el conocimiento a través de la influencia social en su percepción, que a su vez está codificada e interpretada por el habla. Estos procesos psicológicos superiores se adquirirían primeramente en un contexto social, y posteriormente se internalizan mediante su uso también en sociedad (Carretero, 2021; García, 2020).

Tras exponer brevemente en qué consiste el constructivismo, a modo de síntesis y aclaración, se citan a continuación las premisas sobre esta corriente recogidas por García (2020):

- El sujeto construye su propio conocimiento a partir de la interacción que realiza con el medio u objeto de conocimiento.
- El sujeto al ser un activo constructor de conocimiento, utiliza las representaciones internas, para interpretar y explicar lo que sucede a su alrededor.
- El sujeto pone en acción el conocimiento previamente adquirido para poder reestructurarlo, lo cual se convierte en una nueva representación interna de la realidad.
- El sujeto al mismo tiempo que construye conocimientos transforma su cognición, haciendo de este cambio un proceso evolutivo.
- El sujeto está en constante transformación a través de la interacción con el objeto de conocimiento o medio que lo rodea.

3.2. EL CONSTRUCTIVISMO EN EL APRENDIZAJE ESCOLAR

Debido a su concepción, que enlaza lo cognitivo y lo social, el constructivismo ha sido de manera predominante el modelo a seguir en el ámbito educativo (García, 2020). Desde un paradigma constructivista, el concepto de aprendizaje escolar se apoya en que el fin de la educación debe ser promover desde las instituciones educativas el crecimiento personal del estudiante en su marco sociocultural (Arceo y Rojas, 2010), contemplando al alumno como un ser completo e integrado en la sociedad (García, 2020). Para que el aprendizaje se produzca de una manera adecuada, se debe propiciar en el estudiante una actividad mental mediante la participación activa del mismo en actividades intencionales, planificadas y sistemáticas (Arceo y Rojas, 2010).

Según Ausubel, es necesario diferenciar los tipos de aprendizaje que se pueden producir en la clase en función de la dimensión considerada. De esta manera, si se atiende a la manera en la que se adquiere el conocimiento (primera dimensión), se encuentran el aprendizaje por **recepción** y el aprendizaje por **descubrimiento**; en cambio, si se considera la forma en la que el conocimiento se

incorpora a la estructura cognitiva del estudiante (segunda dimensión), se diferencian el aprendizaje **por repetición y significativo**. Así, la interacción de las dos dimensiones mencionadas resulta en las conocidas como situaciones del aprendizaje escolar, siendo estas la recepción repetitiva, la recepción significativa, el descubrimiento repetitivo y el descubrimiento significativo (Díaz y Hernández, 1999).

Diversos autores indican que para que el alumno construya conocimiento del mundo físico y social que lo rodea, adquiriendo destrezas, habilidades, actitudes y valores que potencian su crecimiento personal permitiéndole desenvolverse plenamente en sociedad; es necesario que el aprendizaje que se produzca sea significativo. (Arceo y Rojas, 2010; García, 2020). El aprendizaje significativo permite la adquisición de grandes cuerpos integrados de conocimiento, teniendo sentido y relación. La estructura cognitiva en el ser humano está formada por conceptos, proposiciones y hechos, que se encuentran organizados de manera jerárquica. Así, el humano procesa la información de tal manera que aquella que es menos inclusiva (hechos y proposiciones subordinados) se va integrando a las ideas más inclusivas (conceptos y proposiciones supraordinadas). Además toda esta estructura informativa se encuentra organizada por esquemas de conocimiento, los cuales son generalizaciones o abstracciones que el humano crea a partir de los objetos, conceptos y hechos, y de sus interrelaciones (Díaz y Hernández, 1999).

A modo de clarificar el proceso del aprendizaje significativo, se expone un ejemplo en el que se enumeran los pasos que se seguirían para aprender significativamente a partir de la información contenida en un texto académico (Díaz y Hernández, 1999):

1. Se lleva a cabo un juicio de pertinencia con el que se identifican aquellas ideas ya existentes en la estructura cognitiva del lector, que se encuentran más relacionadas con las nuevas ideas del texto.
2. Se produce una determinación de las similitudes, discrepancias y contraindicaciones entre las ideas previas y las nuevas.
3. En función del procesamiento anterior, la nueva información se reformula, permitiendo que se asimile en la estructura cognitiva del lector.
4. Si no es posible que se produzca una relación coherente entre las ideas nuevas y previas, el lector realiza un análisis y una síntesis de la información, permitiendo esto una reorganización de sus conocimientos en base a principios más inclusivos y amplios.

Por último, se debe mencionar que existen una serie de condiciones que permiten el logro de un aprendizaje realmente significativo (Arceo y Rojas, 2010; Díaz y Hernández, 1999):

- La información nueva debe relacionarse con lo que el alumno ya sabe previamente, de manera sustancial y no arbitraria, dependiendo a su vez de la naturaleza de los materiales y contenidos y de la disposición del alumno por aprender. De esta manera, es de vital importancia que el alumno presente las pertinentes ideas previas y antecedentes necesarios para aprender, pues sin ellas, por muy bueno que sea el material de aprendizaje, poco será lo que el estudiante logre aprender.
- El alumno debe estar dispuesto, con una actitud favorable a extraer el significado de la información, pues este aprendizaje implica un procesamiento muy activo de la información por aprender.

- El docente necesita comprender y considerar la motivación y los procesos afectivos subyacentes al aprendizaje del estudiante, pues está altamente relacionado. Además, debe disponer de principios y estrategias afectivas de cara a su aplicación en clase.
- Debe ser considerada la importancia del desarrollo intelectual y capacidades cognitivas de la etapa vital en la que se encuentre el alumnado, valorando así la adecuación del contenido y las enseñanzas a ese determinado nivel.
- Al igual que el alumno debe tener la voluntad de aprender, el docente debe estar motivado, capacitado y dispuesto a enseñar de manera significativa, presentando los conocimientos y experiencias previas pertinentes tanto en su calidad docente como en su materia.
- Puede promoverse mediante estrategias apropiadas, como puede ser el uso de mapas conceptuales y organizadores previos.

3.3. APRENDIZAJE COOPERATIVO

El aprendizaje cooperativo consiste en el uso didáctico de grupos reducidos de alumnos con el objetivo de que trabajen juntos optimizando su aprendizaje propio y el del resto de compañeros (Johnson et al., 1999).

Este modo de enseñanza implica numerosas ventajas docentes. Como técnica de aprendizaje activo, permite y favorece que el alumno logre no solo un aprendizaje significativo, sino también el desarrollo de sus habilidades interpersonales al posibilitar que se exprese con el resto de manera oral o escrita; expresando, estructurando y defendiendo sus ideas (Domingo, 2008). Esto es de suma importancia, pues el aprender a trabajar en grupo propicia el desarrollo de la empatía, generando relaciones interpersonales más positivas y una mayor salud mental, formándose así personas con la capacidad de tratar favorablemente con los demás y propiciar un buen ambiente en sociedad (Domingo, 2008; Johnson et al., 1999).

Asimismo, este método permite que los alumnos actúen sobre su propio proceso de aprendizaje, propiciando su implicación más activa con la materia y también con el resto de compañeros. Así, se facilita la implicación de todos los estudiantes, de manera que no sean unos pocos los que dominan la sesión. Este hecho es altamente favorable pues la interacción entre compañeros incrementa el nivel de aprendizaje al trabajar en grupo. Cabe mencionar que la explicación de un alumno a otro puede ser más clarificadora que la del propio profesor al presentar una experiencia y desarrollo cognitivo similar. Además, el beneficio es mutuo pues uno de los compañeros aprende mientras que el que explica afianza la comprensión de esa información (Domingo, 2008).

Relacionado con el aumento de la implicación y la participación, el uso de este método reduce el nivel de abandono, incrementando la satisfacción del estudiante con la experiencia de aprendizaje, promoviendo a su vez actitudes positivas hacia la materia en cuestión, aumentando así la probabilidad de que escojan asignaturas optativas relacionadas. Además, también favorece el aprendizaje autónomo e independiente al dotar a los estudiantes de la posibilidad de asumir su propio proceso de aprendizaje. Por otro lado, también favorece el desarrollo de las habilidades escritas y oratorias. Al estar en grupos reducidos, se favorece que se expresen aquellos alumnos más introvertidos con miedo o dificultades a hablar en público al ofrecer una situación más confortable (Domingo, 2008).

Por otra parte, según Johnson et al. (1999), el docente que pretende aplicar el aprendizaje cooperativo debe seguir 4 pasos:

1. Decidir previamente sus objetivos conceptuales y actitudinales, número de alumnos por grupo y su distribución, tiempo que trabajarán juntos, disposición física en el aula, manera de uso de los materiales didácticos y los roles de los integrantes.
2. Explicar al alumnado qué deberán hacer durante la actividad cooperativa, asignando tareas de manera clara, así como la manera en la que deberán trabajar para favorecer su desempeño. También deberá manifestar la importancia de la responsabilidad individual con ellos mismos y con el resto del grupo, propiciando la interdependencia positiva dentro del grupo y entre estos.
3. Coordinar la actividad, supervisando los distintos grupos mientras los alumnos trabajan, interviniendo cuando lo crea necesario con el fin de mejorar la ejecución del trabajo en equipo y de la propia tarea. Además, debe ayudar a dar cierre a la lección o actividad.
4. Organizar determinadas actividades tras finalizar la lección o actividad cooperativa. Además, debe controlar y evaluar el aprendizaje de los contenidos.

3.4. VENTAJAS DEL USO DE LAS TIC

Las tecnologías de la información y la comunicación (TIC) consisten en un conjunto de dispositivos avanzados, técnicas y desarrollos que posibilitan la integración de funcionalidades de procesamiento, almacenamiento y transmisión de datos (Sánchez, 2007).

La aplicación de las TIC en la docencia presenta múltiples ventajas. Si nos centramos en el aprendizaje, propician el interés y la motivación del alumnado, lo que favorece el razonamiento activo, el aumento del tiempo que dedica a aprender y el grado de implicación. Además, posibilita el acceso a mucha información de todo tipo, favoreciendo la interdisciplinariedad. Junto a esto, al ser un proceso altamente interactivo y que propicia tanto la participación, favorece el desarrollo de su iniciativa, promoviendo la autonomía del trabajo, de tal manera que aprende a aprender. Esto conlleva también, dependiendo de la actividad, un aprendizaje a través de los errores debido a la inmediatez con la que se produce el feed-back. Además, muchos de los instrumentos que proporcionan las TIC facilitan la cooperación y el trabajo en grupo, favoreciendo el desarrollo de las habilidades interpersonales. Considerando la materia en la que se imparte la unidad didáctica desarrollada en el presente trabajo, Biología y Geología, de carácter científico, el uso de las TIC favorecen altamente el desarrollo de las habilidades de búsqueda de información y su selección (Guzmán *et al.*, 2007).

Por otro lado, la implementación de las TIC también conlleva grandes ventajas para el profesorado, pues ofrece una amplia diversidad de recursos educativos a disposición del educador, liberando al profesorado de trabajos repetitivos. En relación a esto, diversos recursos permiten la individualización, de tal manera que se adecúan al ritmo de aprendizaje y a los conocimientos del alumno, siendo una herramienta interesante en el tratamiento de la diversidad en clase. Además, constituyen un buen medio de investigación en el aula, permitiendo hacer un seguimiento detallado de cada alumno. Otro aspecto interesante es la posibilidad de contactar con otros docentes y centros educativos, con gran facilidad, con los que compartir materiales didácticos, experiencias, recursos, etc. (Guzmán *et al.*, 2007).

3.5. MARCO LEGISLATIVO

A continuación, se recoge la legislación considerada para el desarrollo de la unidad didáctica:

- Ley Orgánica 8/2013, de 9 de diciembre, para la mejora de la calidad educativa (LOMCE).
- 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 EDU/362/2015, de 4 de mayo, por la que se establece el currículo y se regula la implantación, evaluación y desarrollo de la educación secundaria obligatoria en la Comunidad de Castilla y León.
- 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.

4. DISEÑO Y DESARROLLO DE LA UNIDAD DIDÁCTICA

4.1. CONTEXTUALIZACIÓN

4.1.1. Características de la ubicación

El centro de estudio se sitúa en una ciudad, en un ambiente completamente urbano en Castilla y León. Si atendemos a los datos demográficos proporcionados por el Instituto Nacional de Estadística (INE, 2022) en 2021 la ciudad cuenta con 297.775 habitantes, mientras que la provincia con 519.361. Es decir, más de la mitad de la población de toda la provincia reside en la ciudad en la que se encuentra el centro.

En cuanto a la situación socioeconómica en la ciudad, en abril de 2021 se registraron 22.705 personas en paro, como se puede observar en la **Figura 1**. Además, la renta media bruta en 2019 se situó en los 29.667 euros. En 2020, el municipio contaba con 19.620 empresas activas. Ese mismo año, la deuda pública del ayuntamiento ascendía a 106.826.631 euros, habiendo una deuda pública per cápita de 0,36 euros.

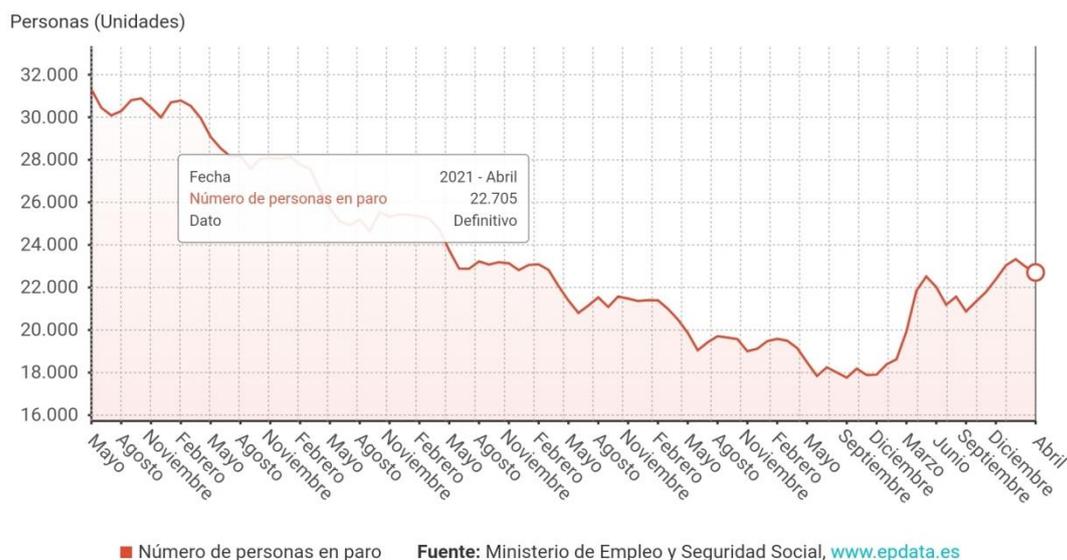


Figura 1. Gráfico sobre la evolución del paro registrado en las oficinas de los servicios públicos de empleo de la ciudad en la que se sitúa el centro (INE, 2022).

4.1.2. Características del centro y del aula

El centro educativo cuenta con una amplia oferta formativa. La mayor parte del alumnado del centro proviene de distintos puntos de la ciudad, aunque también acuden algunos que residen a las afueras de la urbe.

El centro, de carácter público, comenzó su andadura en el año 1980 como centro exclusivamente de formación profesional, pasando a ser con la promulgación de la LOGSE en 1990 Instituto de Educación Secundaria.

El barrio en el que se encuentra el centro, con una población de más de 27.000 habitantes, es uno de los más populosos de la ciudad. Desde sus inicios, el barrio estuvo ligado a una población de base obrera, pues sus orígenes están ligados a la llegada del ferrocarril a la ciudad en 1864, y la posterior construcción de talleres centrales de reparación y mantenimiento que llegaron a emplear a más de 2500 trabajadores a finales del siglo XIX, siendo estos trabajadores los primeros habitantes de este barrio. Desde entonces, ha albergado una mayoría de población trabajadora, aunque en los últimos años con la expansión del barrio hacia el norte y el este, se ha comprobado un aumento de la variedad social. Además, desde los años 90 del pasado siglo la inmigración ha aumentado de tal forma que, a día de hoy, la población inmigrante es mayor que en otros barrios, con una tasa del 7,9 %, frente al 5,6 % en el resto de la ciudad; siendo el 24,4% de la población extranjera de 20 años. También mencionar el envejecimiento notable de su población autóctona, con un índice de envejecimiento del 25,5 % frente al 23 % del resto de la ciudad (INE, 2022).

En el centro se imparten enseñanzas de Educación Secundaria Obligatoria (ESO), Bachillerato (BCH), Formación Profesional Básica (FPB), Ciclos Formativos de Grado Medio (CFGM) y de Grado Superior (CFGS) de las familias profesionales de Sanidad, Imagen Personal y Química. Además de una amplia diversidad educativa, existe una gran diversificación en el alumnado en lo referente a edad, nacionalidad, cultura y nivel socio-económico. El centro acoge principalmente a alumnos del barrio en ESO y Bachillerato, pero también recibe estudiantes que residen en otras zonas de la ciudad, en pueblos de la provincia o, incluso, que proceden de otras ciudades, tanto de la propia comunidad autónoma como de fuera, que se desplazan para continuar sus estudios en los ciclos de formación profesional.

Ha de resaltarse una realidad que, desde los últimos años, está teniendo una presencia cada vez mayor y más dramática; la crisis económica que afecta a un número cada vez mayor de las familias de los alumnos del centro. El paro y la precariedad laboral están provocando un alarmante aumento del número de familias en riesgo de exclusión social. Así pues, cada vez son más comunes las intervenciones de los Centros de Acción Social y otras instituciones con los que el centro mantiene coordinación. Esta situación está generando unas nuevas necesidades educativas a la que el centro trata de dar respuesta con la adecuada dotación de medios y la adecuación de los objetivos de las diferentes etapas.

No obstante, la mayoría de las familias de los alumnos de este centro se ocupan y preocupan por la educación que reciben sus hijos. Además, se implican cuando se les convoca a reuniones para informarse sobre el seguimiento del aprendizaje, o cuando se requiere su colaboración para llevar a cabo actividades y programas culturales o sociales. Para estas familias, una buena educación debe combinar el desarrollo personal, hábitos de conducta adecuados y resultados académicos satisfactorios.

Por otro lado, el profesorado está formado por 85 docentes. Está constituido por profesionales experimentados en la labor docente, implicados en el oficio y en adaptar la metodología a las características del alumnado, convencidos de que la formación es indispensable para el buen hacer de

la profesión. De esta manera, participan en actividades y cursos para la mejora de las competencias y de la calidad educativa.

En cuanto a la convivencia en el centro, es muy buena, contando con más de 900 alumnos. La comunidad educativa presenta una gran diversidad de personas, lo que supone un aspecto positivo que enriquece a todos y crea un entorno favorable para educar en el compañerismo, la tolerancia, el diálogo y el respeto a los valores y principios democráticos. Concretando, la clase de 4º de la ESO de Biología y Geología cuenta con 24 alumnos. En ella se encuentra un alumno con necesidades especiales o individuales, con discapacidad auditiva moderada. Así, se atenderá a la diversidad presente a través de las adaptaciones curriculares no significativas necesarias. Además, el clima en el aula sigue las directrices descritas anteriormente para todo el centro.

Por último, las instalaciones del centro están distribuidas en más de 10.000 m², en tres inmuebles en un entorno ajardinado. Todos totalmente accesibles para personas con minusvalía (rampa, ascensor). Además, cuenta con un amplio aparcamiento de automóviles y bicicletas, así como con una cafetería. Existen aulas específicas para Música, Plástica y Tecnología, y tres aulas específicas de Informática. Las aulas están equipadas con pizarra digital y equipos de proyección e internet. También cuenta con una sala de gran capacidad, orientada a usos múltiples (eventos, conferencias, etc.). Destacar la disponibilidad de laboratorios de Biología y Geología, Física y Química, Idiomas y Fotografía, así como de talleres y laboratorios específicos para los Ciclos Formativos de Formación Profesional. Además, presenta polideportivo y gimnasio cubiertos, pistas deportivas al aire libre, y dos conserjerías como puntos de información y control.

4.2. COMPETENCIAS CLAVE

Las competencias clave son la combinación de conocimientos, capacidades, o destrezas, y actitudes adecuadas al contexto, que todas las personas precisan para su realización y desarrollo personal, así como para la ciudadanía activa, la inclusión social y el empleo. De esta manera, se exponen a continuación las competencias clave del Sistema Educativo Español, recogidas y descritas en la ORDEN EDC/65/2015, del 21 de enero:

- **Competencia de comunicación lingüística (CL):**

Se refiere a la utilización del lenguaje (de una o varias lenguas) como instrumento de comunicación oral y escrita de representación, interpretación y comprensión de la realidad, de construcción y comunicación del conocimiento y de organización y autorregulación del pensamiento, las emociones y la conducta.

Esta competencia comprende elementos de comunicación oral y escrita, de representación de la realidad y del pensamiento, de interpretación de mensajes, imágenes y signos; de comprensión de mensajes orales y escritos; de construcción y comunicación del conocimiento y de organización y autorregulación del pensamiento, de las emociones y de la conducta.

- **Competencia matemática y competencias básicas en ciencia y tecnología (MCT):**

Esta competencia trata de aplicar una serie de conceptos, herramientas, procedimientos y métodos propios de la racionalidad científica y las destrezas tecnológicas, que conducen a la adquisición de conocimientos, la resolución de problemas de índole práctica, el contraste de ideas y la aplicación de los descubrimientos al bienestar social.

La competencia matemática, comprende la implicación de aplicar el razonamiento matemático y sus herramientas para describir, interpretar y predecir distintos fenómenos en su contexto; así como una serie de destrezas que permitan emitir juicios fundados, el análisis de gráficos y representaciones matemáticas y la manipulación de expresiones algebraicas, incorporando los medios digitales cuando sea oportuno. En cuanto a las competencias básicas de ciencia y tecnología, incluyen la asunción de criterios éticos, el interés y el valor por la ciencia y su desarrollo en el contexto social y la valoración del conocimiento científico. También se incluyen el sentido de la responsabilidad en relación a la conservación de los recursos naturales y a las cuestiones medioambientales, y la adopción de una actitud adecuada para lograr una vida física y mental saludable en un entorno natural y social.

- **Competencia digital (TIC):**

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 la participación en la sociedad.

Comprende la habilidad para buscar información y transformarla en conocimiento, el uso de aplicaciones informáticas, la gestión de la información, y el conocimiento de lenguajes informáticos, textuales, icónicos o sonoros, con los que crear y compartir mensajes en un entorno seguro, siendo conscientes de sus derechos y obligaciones.

- **Aprender a aprender (AA):**

Esta competencia permite al alumno iniciar, organizar y persistir en el aprendizaje, y llegando a la auto-eficacia y autonomía en cuanto a la planificación de su propio aprendizaje. Esto implica un conocimiento de los procesos mentales tales como saber lo que se conoce y desconoce, lo que se es capaz de aprender, lo que le interesa y las estrategias posibles para la adaptación al contenido concreto de la materia. Esta competencia aumenta la motivación del estudiante, tanto de forma individual como colectiva y eleva los objetivos y expectativas de aprendizaje.

- **Competencias sociales y cívicas (SC):**

Consiste en el conocimiento personal, sobre sí mismo, de cualquier individuo para poder cuidar y valorar las relaciones que comparte con el resto de la sociedad y que estas se lleven a cabo de manera óptima. Esta competencia servirá para alcanzar el bienestar personal y social mediante la adquisición de valores como la tolerancia, el respeto, la honestidad, la colaboración y para evitar otros fenómenos sociales como la xenofobia, el racismo o la violencia.

- **Sentido de iniciativa y espíritu emprendedor (IE):**

La competencia de sentido de iniciativa y espíritu emprendedor implica la capacidad de transformar las ideas en actos, adquiriendo conciencia de la situación y de las oportunidades con criterio propio, con el fin de alcanzar el objetivo previsto. Se basa en la creatividad, en el pensamiento crítico, la toma de decisiones y la iniciativa, la resolución de problemas, la habilidad para trabajar tanto individualmente como dentro de un equipo, y la gestión de proyectos de económicos, financieros, sociales o culturales.

Se encuentra presente en los ámbitos personales, sociales, escolares y laborales en los que se desenvuelven las personas. Además constituye el cimiento de otras capacidades y conocimientos más

específicos, incluyendo la conciencia de los valores éticos y los desafíos del desarrollo sostenible. También incluye aspectos de mayor amplitud que proporcionan el contexto en el que las personas viven y trabajan. Su adquisición es determinante en la formación de futuros ciudadanos emprendedores, contribuyendo así a la cultura del emprendimiento.

- **Conciencia y expresiones culturales (CEC):**

La competencia en conciencia y expresiones culturales consiste en apreciar, comprender y valorar críticamente diferentes manifestaciones culturales y artísticas como fuente de disfrute y enriquecimiento personal y considerarlas como parte del patrimonio cultural de los pueblos. Implica comprender y respetar la forma en que las ideas y el significado se expresan de forma creativa y se comunican en las distintas culturas, así como a través de una serie de artes y otras manifestaciones culturales. Implica esforzarse por comprender, desarrollar y expresar las ideas propias y un sentido de pertenencia a la sociedad.

De esta manera, comprende el desarrollo estético, la creatividad y la imaginación, poniendo en juego el pensamiento divergente y convergente; así como la capacidad de expresarse, comunicarse, percibir, comprender y enriquecerse con diferentes realidades y producciones del mundo del arte y la cultura.

4.3. OBJETIVOS

Como se indica en el Capítulo I, Artículo 2.b del Real Decreto 1105/2014, de 26 de diciembre, por el que se establece el currículo básico de la Educación Secundaria Obligatoria y del Bachillerato, los objetivos son 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.

4.3.1. Objetivos curriculares

Los Objetivos de la Educación Secundaria Obligatoria, recogidos en el artículo 11 del RD 1105/2014, se encuentran expuestos en el **Anexo I. Objetivos de etapa**.

Por otro lado, en la ORDEN EDU/362/2015, de 4 de mayo; también se recogen los objetivos de la materia de Biología y Geología.

4.3.3. Objetivos didácticos

Para establecer los objetivos del curso (4º de la ESO) para el que se desarrolla la UD del presente trabajo, se ha considerado la Orden EDU/362/2015, de 4 de mayo, por la que se establece el currículo y se regula la implantación, evaluación y desarrollo de la educación secundaria obligatoria en la Comunidad de Castilla y León. Dichos objetivos se han relacionado con los criterios de evaluación, estándares de aprendizaje y las competencias clave que se trabajan, como se puede observar en la **Tabla 1**.

Tabla 1. Objetivos didácticos en relación con los criterios de evaluación, estándares de aprendizaje y las competencias clave que se trabajarán en la UD (Modificado de ORDEN EDU/362/2015, de 4 de mayo)

OBJETIVOS DEL CURSO	CRITERIOS DE EVALUACIÓN	ESTÁNDARES DE APRENDIZAJE	COMPETENCIAS CLAVE
Bloque 1. Evolución de la vida			

<p>El alumnado distinguirá lamarckismo, darwinismo y neodarwinismo, conociendo las pruebas de la evolución para su desarrollo personal.</p>	<p>16. Conocer las pruebas de la evolución. Comparar lamarckismo, darwinismo y neodarwinismo.</p>	<p>16.1. Distingue las características diferenciadoras entre lamarckismo, darwinismo y neodarwinismo</p>	<p>CL MCT AA SC</p>
<p>Los alumnos reconocerán los mecanismos de la evolución, relacionándolo con conceptos fundamentales vistos previamente (mutación, selección, variabilidad, etc.) para desarrollarse en sociedad y fomentar el pensamiento crítico.</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>17.1. Establece la relación entre variabilidad genética, adaptación y selección natural.</p>	<p>CL MCT AA CEC SC</p>

<p>El alumnado será capaz de interpretar los árboles filogenéticos, comprendiendo el lugar de nuestra especie, para desarrollarse en sociedad y fomentar el pensamiento crítico.</p>	<p>18. Interpretar árboles filogenéticos, incluyendo el ser humano.</p>	<p>18.1. Interpreta árboles filogenéticos.</p>	<p>CL MCT AA SC</p>
<p>El alumno reconocerá y describirá las fases de la hominización para desarrollarse en sociedad y fomentar el pensamiento crítico.</p>	<p>19. Describir la hominización.</p>	<p>19.1. Reconoce y describe las fases de la hominización.</p>	<p>CL MCT AA SC</p>
<p>Bloque 2. La dinámica de la Tierra</p>			
<p>El alumno será capaz de aplicar los principios de superposición de estratos y resolver problemas de datación relativa para lograr un aprendizaje pleno de la evolución.</p>	<p>3. Interpretar cortes geológicos sencillos y perfiles topográficos como procedimiento para el estudio de una zona o terreno.</p>	<p>3.2. Resuelve problemas simples de datación relativa, aplicando los principios de superposición de estratos, superposición de procesos y correlación</p>	<p>CL MCT AA SC</p>
<p>Bloque 3: Ecología y medio ambiente</p>			

<p>El alumnado deberá aplicar los conocimientos sobre las relaciones de los seres vivos con el ecosistema para lograr comprender la evolución biológica.</p>	<p>5. Comparar adaptaciones de los seres vivos a diferentes medios, mediante la utilización de ejemplos.</p>	<p>5.1 Reconoce los diferentes niveles tróficos y sus relaciones en los ecosistemas, valorando la importancia que tienen para la vida en general el mantenimiento de las mismas.</p>	<p>CL MCT AA SC</p>
<p>Bloque 4. Proyecto de investigación</p>			
<p>El alumnado deberá planear, aplicar, e integrar las destrezas y habilidades propias de trabajo científico para su desarrollo personal</p>	<p>1. Planear, aplicar, e integrar las destrezas y habilidades propias de trabajo científico.</p>	<p>1.1 Integra y aplica las destrezas propias de los métodos de la ciencia.</p>	<p>CL MCT AA SC</p>
<p>Los alumnos deberán elaborar hipótesis, y contrastarlas a través de la experimentación o la observación y argumentación, con el fin de aplicar el método científico.</p>	<p>2. Elaborar hipótesis, y contrastarlas a través de la experimentación o la observación y argumentación.</p>	<p>2.1. Utiliza argumentos justificando las hipótesis que propone.</p>	<p>CL MCT AA SC</p>

<p>El alumnado será capaz de valorar y utilizar diferentes fuentes de información, apoyándose en las tecnologías de la información y la comunicación, para garantizar un aprendizaje pleno, práctico y autónomo</p>	<p>3. Discriminar y decidir sobre las fuentes de información y los métodos empleados para su obtención.</p>	<p>3.1. Utiliza diferentes fuentes de información, apoyándose en las TIC, para la elaboración y presentación de sus investigaciones.</p>	<p>CL MCT AA SC</p>
<p>Todo alumno participará, valorará y respetará el trabajo individual y en grupo, para su desarrollo personal</p>	<p>4. Participar, valorar y respetar el trabajo individual y en grupo.</p>	<p>4.1. Participa, valora y respeta el trabajo individual y grupal.</p>	<p>CL MCT AA SC</p>

4.4. OBJETIVOS DEL TRABAJO FIN DE MASTER

El objeto principal del presente Trabajo Fin de Máster reside en la elaboración de una unidad didáctica sobre la evolución biológica orientada a aplicarse en 4º de ESO. Por otro lado, los objetivos inmersos en la propia elaboración de la UD son:

- Atender las ideas previas de los alumnos sobre la evolución para lograr un aprendizaje significativo.
- Proponer una metodología que permita llevar a cabo una enseñanza eficiente y un aprendizaje significativo, buscando que el alumno aplique los conocimientos adquiridos a través del razonamiento y la experiencia, siendo protagonista de su aprendizaje en diversas ocasiones.
- Aplicar actividades en base a los estándares de aprendizaje establecidos por la legislación vigente, con las que trabajar las competencias clave y fomentar la motivación y el interés del alumnado.
- Emplear métodos e instrumentos de evaluación coherentes a las actividades y que fomenten premiar el razonamiento y la aplicación de los contenidos.
- Establecer las pertinentes medidas de atención a la diversidad, considerando las necesidades de los alumnos, para garantizar que todos logren adquirir los conocimientos de una manera significativa en un ambiente favorable donde se favorezca su participación e integración.
- Evaluar la propia UD propuesta con el fin de mejorar su aplicación en el tiempo.

4.5. CONTENIDOS

4.5.1. Contenidos previos

Como se ha indicado en el marco teórico, bajo un paradigma constructivista es vital considerar los contenidos que ya presentan los alumnos sobre la temática que se pretende impartir, con el fin de garantizar un aprendizaje significativo.

De esta manera, en la **Tabla 2** se recogen los contenidos impartidos previamente y fuertemente relacionados con la temática de la UD desarrollada en el presente trabajo, los cuales se encuentran recogidos en el currículo expuesto en la ORDEN EDU/362/2015, de 4 de mayo.

Tabla 2. Contenidos previos a considerar relacionados con el temario de la evolución biológica, impartidos en las materias de Biología y Geología y Geografía e Historia.

CURSO	ASIGNATURA	CONTENIDOS PREVIOS
1º ESO	Biología y Geología	Concepto de especie. Nomenclatura binomial. Sistema de clasificación de los seres vivos
1º ESO	Geografía e Historia	La evolución de las especies y la hominización
4º ESO	Biología y Geología	Métodos de datación. Importancia geológica de los fósiles Adaptaciones de los organismos al medio Concepto de gen. Mutaciones. Relaciones con la evolución. La herencia y transmisión de caracteres. Introducción y desarrollo de las Leyes de Mendel. Teoría cromosómica de la herencia. Aplicaciones de las leyes de Mendel.

Así, los contenidos que se destacan de 4º de ESO, se deberían impartir previamente a la UD para su correcta comprensión y desarrollo. Cabe mencionar que también hay otros contenidos previos que, quizás de manera más indirecta que los mencionados en la **Tabla 2**, facilitan la comprensión y afianzamiento de los conceptos evolutivos. Algunos de estos son los impartidos en 1º de ESO, en Biología y Geología, como: las características de la vida, la composición química de los seres vivos, la célula, las funciones vitales (nutrición, relación y reproducción), las características anatómicas y fisiológicas de los seres vivos, o las cadenas, redes y pirámides tróficas. Por otro lado, en la misma asignatura pero en 4º de ESO, serían indirectamente relevantes contenidos sobre la célula, el ADN y genética molecular, las Leyes de Mendel y sus aplicaciones, o la teoría cromosómica de la herencia.

De esta manera, como se comentaba en la justificación del presente trabajo, la amplitud de conceptos que engloba el tema de la evolución, refleja lo complejo e importante que realmente es en la educación del alumnado.

4.5.2. Contenidos básicos

Considerando la ORDEN EDU/363/2015, de 4 de mayo, por la que se establece el currículo y se regula la implantación, evaluación y desarrollo de la educación secundaria obligatoria en la Comunidad de Castilla y León; en la materia de Biología y Geología en 4º de ESO, los contenidos están agrupados en 4 bloques, situándose los referidos a la evolución biológica en el primer bloque: la evolución de la vida:

- 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

4.6. METODOLOGÍA

La metodología empleada en la unidad didáctica desarrollada en el presente trabajo se basa en las bases previamente descritas del paradigma constructivista, orientada a lograr un aprendizaje significativo. Así, se ha diseñado una metodología activa, participativa, integradora y socializadora.

Esto se logrará mediante un método cooperativo con el que se busca fomentar la participación, motivación e implicación del alumnado. También se utiliza una metodología más tradicional, como la clase magistral; no obstante, no se abusa de ella, empleándola de manera intercalada junto a la actividad cooperativa (Camináculos), posteriormente explicada. También ocupa un papel importante el uso de las TICs, cuyas ventajas se han descrito previamente .

Aprendizaje cooperativo.

Como se ha indicado previamente en el marco teórico, esta metodología educativa de carácter activo y realizada en pequeños grupos, tiene múltiples ventajas que favorecen el aprendizaje significativo del alumno y el desarrollo de sus habilidades interpersonales y competencias clave, formando personas capaces de vivir óptimamente en sociedad.

En la presente UD se utilizará esta metodología a través de la Actividad 1 (Camináculos), explicada y desarrollada posteriormente en el apartado “Actividades de Enseñanza-Aprendizaje”. En esta actividad se mandará, en función de la tarea que deba realizar el grupo, una serie de conceptos relacionados con dicha tarea sobre los que el alumnado deberá buscar información fuera del horario escolar. Cada alumno deberá explicar el concepto que ha buscado al resto de integrantes de su grupo, fomentando el aprendizaje individual y grupal. Esta actividad cooperativa se impartirá junto a las

clases magistrales de manera intercalada. Además, la propia actividad da pie al razonamiento, el debate, la participación, interacción e integración de los alumnos.

Clase Magistral

La clase magistral consiste en un género discursivo en el que se otorga una autoridad al enunciador, considerado como experto, que se encuentra en un estatus superior al destinatario, lo que permite que gestione el discurso e imponga unas normas aceptadas por los estudiantes (Cros, 2003).

Esta forma expositiva ha sido la que mayor vigencia ha presentado en educación a lo largo del tiempo, pues es adecuada para la enseñanza tal y como la conocemos al permitir dar clase a grupos numerosos de una forma rentable, controlando de manera óptima la estructura y dinámica de la clase, así como los contenidos a trabajar en las sesiones o el tiempo. No obstante, aunque sea una manera eficaz de impartir la enseñanza, no es la más apropiada (como metodología dominante) para el aprendizaje del alumno desde la perspectiva que se pretende seguir en la presente UD. Múltiples autores atribuyen distintos problemas y debilidades a las clases magistrales; algunas de ellas son el fomento de la figura del alumno como receptor pasivo de información, la falta de participación, la desmotivación o la desincentivación en la búsqueda de información, afectando de manera negativa al aprendizaje (Carracedo y Vargas, 2019).

Por otra parte, Carracedo y Vargas (2019) recogen un conjunto de estrategias que el docente debería aplicar en las clases magistrales, si desea realizarlas, para mejorar la calidad del aprendizaje y la enseñanza:

- Mantener una actitud positiva y enérgica.
- Procurar que los estudiantes se relacionen entre ellos desde el primer día.
- Provocar sorpresa en los estudiantes.
- Dar ejemplos específicos para aclarar ideas complejas y contar historias.
- Mantener la motivación del estudiante.
- Mantener la atención del alumnado.
- Centrar lo más importante al inicio y final de la clase.
- Formular preguntas esenciales al alumnado
- Tener un buen trato con la clase.
- Ayudar a la memorización conceptual.
- Practicar mindfulness

En este contexto, y como se adelantaba antes, las clases magistrales de la presente unidad están intercaladas con la actividad cooperativa. El docente manda a los alumnos buscar información sobre una serie de conceptos relacionados con la tarea que deban realizar en la actividad cooperativa. Dentro de cada grupo, cada alumno explica el concepto al resto de los integrantes. Tras la explicación, es cuando el docente lleva a cabo la clase magistral sobre esos conceptos, profundizando en la información y con el fin de aclarar posibles malentendidos y corregir ideas erróneas. La mayoría de estas clases son de corta duración, como se expondrá en el apartado de temporalización, de tal manera que no se hacen monótonas, propiciando el mantenimiento de la atención del alumnado y su motivación. Tras finalizar la clase magistral, es cuando se realiza la actividad cooperativa, de tal manera que los conceptos aprendidos entre su búsqueda por parte del alumnado y posterior explicación expositiva por parte del docente, serán aplicados a la tarea cooperativa pertinente favoreciendo un aprendizaje significativo, activo, integrador y socializador.

Añadir que se impartirá una clase expositiva de mayor duración que el resto, aplicada en la segunda sesión de la UD, pues es necesario dedicarle el tiempo suficiente al tema de la taxonomía y árboles filogenéticos para el correcto desarrollo de la actividad cooperativa.

Por otro lado, también se impartirá una clase magistral de mayor duración tras la Actividad 3, en la que el alumnado visualizará un documental sobre el proceso de hominización. Esta clase tendrá el objetivo de repasar y complementar la información divulgada en el documental, así como aclarar conceptos que pueden resultar difusos para los estudiantes, o parcialmente erróneos. Además de esto, se realizará un repaso de lo más importante de la UD, con el fin de propiciar el éxito general en la prueba de evaluación

Recursos digitales

Además de la combinación de las clases magistrales y del aprendizaje cooperativo, cabe destacar la integración del uso de las tecnologías de la información (TIC) en esta UD, en base a las múltiples ventajas que esto presenta, expuestas en el marco teórico.

Las TIC se integran en la unidad didáctica, desde el primer momento, mediante la realización de un cuestionario de ideas previas a través de Kahoot, una plataforma digital que permite la creación de cuestionarios y concursos con fines didácticos.

Centrándose en las actividades, en la Actividad 1 se emplearán recursos digitales tanto por parte del docente al impartir las clases magistrales, utilizando pantalla, proyector, ordenadores y las pertinentes presentaciones; como por parte del alumno, al utilizar dispositivos digitales e internet al buscar información fuera del horario escolar. También en una de las sesiones (sesión 5) se mandará la visualización de dos vídeos en horario extraescolar.

Por otro lado, en la Actividad 2, al utilizar un simulador con el que podrán aplicar sus conocimientos sobre evolución, experimentando con distintas variables. Para ello se utilizará internet, los ordenadores de la sala de informática del centro, proyector y pizarra digital.

De igual manera, en la Actividad 3, que consiste en la visualización de un documental sobre el proceso de hominización, se utilizará internet, ordenador del aula y pantalla digital.

4.7. ACTIVIDADES DE ENSEÑANZA-APRENDIZAJE

Bajo el paradigma constructivista, las actividades planteadas conllevan a la aplicación de los conceptos previos y nuevamente aprendidos y su interrelación, así como a la reflexión, discusión o al planteamiento de hipótesis, fomentando de esta manera un aprendizaje significativo, como se indicaba en el marco teórico. No obstante, también se llevan a cabo sesiones magistrales con el fin de enseñar determinados conceptos de manera previa a una determinada actividad, de manera que no se abusa de esta metodología tradicional.

4.7.1. Actividad 1: Caminálculos

Tema:

Caminálcula, es un filo de animales imaginarios, llamados caminálculos, ideados por Joseph Camin en 1960, un biólogo evolucionista de la Universidad de Kansas. Este filo se creó con el fin de establecer una filogenia conocida para evaluar distintas técnicas de clasificación taxonómica.

Conformado por 57 especies fósiles y 14 especies vivientes, todas numeradas y sin nombre, este filo ha sido utilizado con fines didácticos en la enseñanza de la evolución, principalmente para la clasificación taxonómica y la construcción de árboles filogenéticos. Una ventaja que presenta esta actividad es que, al ser animales imaginarios, los alumnos no tienen ideas preconcebidas de la manera en la que deberían clasificarse, fomentando un aprendizaje real. Además, su creación parte de un ancestro primitivo imaginario, al que se fue modificando de manera acorde a las leyes sobre el cambio evolutivo, de tal manera que se genera una historia evolutiva realista con un registro fósil detallado, lo que posibilita la descripción de una filogenia única y precisa. Por otra parte, esta actividad se trabaja como una manualidad. Los caminálculos son impresos en papel y recortados por los alumnos para su libre y fácil manipulación en base a las tareas encomendadas (Casal, 2014).

Debido a lo completa y rica que es, tanto a nivel conceptual como de trabajo competencial, esta es la actividad principal de la presente unidad didáctica. Su uso está basado en las experiencias positivas que expone Casal (2014) tras su aplicación en 3 cursos consecutivos de 4º de ESO en la asignatura de Biología y Geología. Este autor le ha dado un uso a esta actividad desde el aprendizaje por indagación, mientras que en la presente unidad didáctica se aplica desde el aprendizaje cooperativo y siguiendo las bases del constructivismo en la educación. De esta manera, cabe mencionar que el docente mandará buscar conceptos evolutivos (a modo de deberes) a los alumnos, los cuales deberán explicarse entre sí estos conceptos en la siguiente sesión de manera cooperativa. Esto lo harán al comienzo de las sesiones, enlazándolo con una clase magistral por parte del profesor en la que explicará los conceptos explicados, con el fin de afianzar el aprendizaje y corregir posibles errores de los alumnos. Así, la propia actividad se realizará tras las reuniones cooperativas entre alumnos y las clases magistrales de afianzamiento, de manera que los alumnos logren aprender los conceptos nuevos y los puedan aplicar a la propia actividad mientras el docente los guía y atiende.

Al ser una actividad tan completa, para facilitar su planificación y organización, se ha dividido en etapas secuenciales con sus respectivas tareas. Dichas etapas se encuentran recogidas en la **Tabla 3** y posteriormente desarrolladas, con el fin de facilitar su seguimiento y comprensión.

Tabla 3. Resumen de las etapas de la actividad Caminálculos y sus correspondientes tareas.

ACTIVIDAD: CAMINÁLculos	
ETAPA 1. CLASIFICACIÓN TAXONÓMICA	Tarea 1. Clasificación y nominación
	Tarea 2. Exposición y consenso
ETAPA 2. FILOGENIA	Tarea 3. Relaciones evolutivas
	Tarea 4. Árbol filogenético
ETAPA 3. FILOGENIA Y ESTRATIGRAFÍA	Tarea 5. Sucesión faunística
ETAPA 4. ANÁLISIS DE LOS RESULTADOS	Tarea 6. Preguntas

Organización del alumnado:

Los 24 alumnos serán divididos en 6 grupos de 4 integrantes, siendo uno de ellos el coordinador del grupo. La formación de los mismos se realiza por orden de nota, de manera que los 6 alumnos con mejores calificaciones serán los coordinadores de los grupos, y estos se completan siguiendo el orden calificativo. Por lo general, los alumnos se encuentran dispuestos en mesas de manera individual formando filas, pero para esta actividad juntarán las mesas por proximidad, para evitar pérdidas de tiempo, de 4 en 4.

Materiales y recursos:

- Aula
- Aula de informática
- Mesas del propio aula
- Proyector
- Pantalla
- Internet

En cada grupo se necesitará:

- Cartulina tamaño A3
- Registros de caminálculos vivos y fósiles impresos en papel
- Ficha de la disposición estratigráfica de los fósiles impresa en papel
- Materiales para llevar a cabo las manualidades pertinentes (proporcionados por los alumnos): tijeras, rotuladores, lápices, regla y pegamento de cola

El material didáctico de la presente actividad ha sido modificado y adaptado del material obtenido de una plataforma web (ProyectandoBioGeo, 2022).

Roles dentro del grupo:

-Coordinador: Es el responsable de recoger los materiales que facilite el profesor y de guardarlos entre sesiones. También se encarga de mantener el orden dentro del grupo, de recordar la importancia de respetar el turno de palabra. En ningún momento reside en una posición superior al resto de integrantes del grupo, simplemente ejerce un rol moderador. Al igual que el resto deberá respetar el turno de palabra y las opiniones de los demás, participar de manera activa y comprometerse con el aprendizaje propio y del resto de los integrantes, así como con la consecución de los objetivos grupales (completar las tareas). Todo esto con el fin de garantizar un aprendizaje exitoso en base al paradigma constructivista y la metodología cooperativa.

-Resto de integrantes: Deberán respetar el turno de palabra y las opiniones del resto de compañeros, participar de manera activa y comprometerse con el aprendizaje propio y del resto de los integrantes, así como con la consecución de los objetivos grupales (completar las tareas). Los roles en la búsqueda y posterior explicación de los conceptos indicados por el profesor serán escogidos entre todos. En caso de que algún miembro del grupo muestre alguna disconformidad en relación al rol, y que no pueda solucionar el coordinador, se hablará y solucionará con el docente.

Además, en la Sesión 3 (como se indica más adelante), por ejemplo, los alumnos deben adoptar unos roles en función de los conceptos que deban buscar fuera del horario escolar, siendo estos: Fijista, Darwinista, Lamarckista y Neodarwinista. De esta manera, cada uno deberá dar su opinión sobre el origen de la vida y la evolución desde esas distintas perspectivas.

Etapas y tareas de la actividad:**Primera etapa (Taxonomía)**

Contexto previo: Los integrantes de cada grupo habrán tenido que buscar los conceptos ordenados por el profesor (evolución, taxonomía, filogenia, fósil), se los habrán tenido que explicar entre ellos, y se habrá impartido la clase magistral pertinente.

Tarea 1. Clasificación y nominación: Tras haberse impartido las clases magistrales para aportar la información necesaria para la actividad, y ya formados los grupos, los estudiantes deben clasificar taxonómicamente los caminálculos vivos, siendo proporcionados por el profesor en formato papel como recortables a cada uno de los coordinadores (**Anexo II: Ficha de Caminálculos vivientes**). Cada grupo tiene que recortar las especies y crear una propuesta completa en la que las debe combinar agrupándolas en géneros, debatiendo y considerando los criterios a seguir, teniendo en cuenta que los integrantes de un género deben parecerse más entre sí que a los de los otros géneros. De la misma manera, deben ordenar los géneros en familias, familias en órdenes, etc. No es necesario llegar a nivel de filo. También se deberá aportar el nombre que consideren apropiado a las características de los caminálculos a distintos niveles taxonómicos (especies, géneros, familias...). Para ello, pueden seguir el formato (a modo de ejemplo) que se puede observar en la **Figura 2**, indicándoles que su clasificación se puede ver de manera diferente según sus consideraciones y argumentación.



Figura 2. Ejemplo de clasificación taxonómica, siguiendo la jerarquía, en la que las letras representarían las especies de caminálculos.

Tarea 2. Exposición y consenso: Posteriormente, cada uno de los grupos presenta sus resultados al resto de la clase. Tras esto, se lleva a cabo un consenso entre todos sobre cuál es la agrupación más coherente. Durante este debate el docente se pronunciará corrigiendo y aportando las aclaraciones pertinentes cuando lo considere oportuno, tanto a nivel actitudinal como conceptual.

De esta manera, se trabajan las relaciones interpersonales además de los propios contenidos de la materia; y es que, como indica Domingo (2008), una de las estrategias más comunes de aprendizaje activo es promover las discusiones en el aula, alejándose del sobreuso de fórmulas expositivas, fomentando así la retención de la información a largo plazo. Para el correcto desarrollo de la actividad y fomentar el aprendizaje significativo, se les proporcionará previamente a los alumnos la información necesaria sobre taxonomía, la jerarquía taxonómica y la notación científica de Carl von Linné.

Segunda etapa (Filogenia)

En esta etapa el alumnado deberá construir una hipótesis sobre la historia evolutiva de los caminálculos. Para ello, se les proporciona dos nuevas listas de caminálculos fósiles, cuya antigüedad está datada en millones de años.

Tarea 3. Relaciones evolutivas: Los alumnos deberán determinar las relaciones evolutivas entre los caminálculos vivos y los fósiles, pero únicamente utilizando el primer registro fósil (**Anexo III: Primer Registro Fósil**) para no añadir demasiada complejidad a la tarea al ser la primera vez que lo realizan. Estas relaciones las realizarán teniendo en cuenta las edades marcadas y las similitudes morfológicas tras recortar los materiales otorgados. Se les recomendará juntarlos en montones en función de la edad marcada. También se les proporciona una cartulina tamaño A3, que dividirán verticalmente por edades en millones de años dibujando 20 líneas, representando cada una de ellas un lapso temporal de 1 millón de años. Se recomendará que etiqueten cada línea de tal manera que la línea superior de la cartulina represente el presente (0 años) y la inferior una edad de 19 millones de años. Se indicará que coloquen la especie 73 en la línea de 19 millones de años, explicando que esta es el antecesor común a dos especies (58 y 74) que serán colocadas en la edad que corresponde (en la línea de 18 millones de años). Los alumnos empezarán a establecer las relaciones a partir de este punto.

Tarea 4. Árbol filogenético: Tras la Tarea 3, el profesor proporciona la lista del segundo registro de caminálculos fósiles (**Anexo IV: Segundo Registro Fósil**), los cuales tendrán que ser recortados por los alumnos. De esta manera, el alumnado debe incorporar los nuevos caminálculos fósiles a las relaciones previamente establecidas, comenzando a crear un árbol filogenético teniendo en cuenta las similitudes, las edades y si son organismos vivos o fósiles. Se les comunicará que utilicen un lápiz para establecer las líneas iniciales que indican el camino y las relaciones evolutivas, haciendo trazos no muy marcados hasta que se esté completamente seguro de que ese es el camino correcto. El docente deberá ir dando consejos, corrigiendo, solucionando dudas y recordando durante el transcurso de la actividad aquellas enseñanzas sobre la filogenia, previamente impartidas; algunos ejemplos de lo que deberá comunicar son:

- Recordar que las ramificaciones solo deben incluir 2 líneas a la vez, por lo que no pueden haber 3 o más líneas coincidiendo en un punto común en el árbol.
- Aclarar que algunas especies están representadas tanto por individuos fósiles como por vivos.
- Indicar que la numeración asignada a las distintas especies de caminálculos es totalmente aleatoria, por lo que no es algo que aporte ninguna pista.
- Recomendar que tengan en cuenta que existen lagunas en el registro fósil en algunos linajes, al igual que en la vida real.
- Recordar que pueden haber especies que se hayan extinguido, de tal manera que de estas no salen ramas nuevas.
- Indicar que sólo hay un árbol filogenético correcto en este ejercicio.

El hecho de trabajar con imágenes recortadas facilita mucho su manipulación, permitiendo además reestructurar el árbol filogenético sobre la pauta temporal marcada en la cartulina y facilitando la visualización al alumno. Cada uno de los movimientos que se producen en estas reestructuraciones ofrece un nuevo abanico de posibilidades y escenarios evolutivos que modifican las relaciones que ya se tenían previamente establecidas (Casal, 2014).

Tercera etapa (Filogenia y Estratigrafía)

Tarea 5. Sucesiones faunísticas: En esta etapa el docente comunica a los alumnos que se han descubierto nuevos fósiles, de tal manera que deberán introducirlos en sus árboles filogenéticos reestructurándolos. No obstante, en esta ocasión no todos los fósiles están datados, de manera que los estudiantes deberán aplicar sus conocimientos sobre estratigrafía y sucesión faunística, debatiendo entre ellos para descubrir sus edades. De esta manera, se les entregará un tercer registro fósil (**Anexo V: Tercer Registro Fósil**) y el documento de sucesiones faunísticas (**Anexo VI: Sucesiones faunísticas**) necesario para datar los caminálculos y así poder relacionarlos. Al igual que en las etapas anteriores, el profesor orientará y ayudará cuando lo considere necesario, con el fin de que todos los grupos logren llegar a la solución correcta del árbol filogenético (**Anexo VII: Solución final del árbol filogenético**), siempre buscando que comprendan y apliquen los conocimientos adquiridos. Este último paso es importante, pues se necesitará que los árboles estén bien elaborados para realizar la cuarta y última etapa.

Cuarta etapa (Análisis de los resultados)

Tarea 6. Preguntas: Una vez finalizados y corregidos los árboles filogenéticos, el docente entregará a cada grupo una ficha (**Anexo VIII: Ficha de preguntas**), en la que se incluyen 14 preguntas con las que se deberán aplicar los conocimientos sobre evolución aprendidos al árbol filogenético. Estas preguntas serán contestadas en grupos, fomentando el debate y asentando los conocimientos adquiridos. Además, de esta manera se podrá ayudar a aquellos alumnos que hayan tenido problemas en la comprensión de algún concepto, pues como ya se había indicado antes, la explicación de un alumno a otro puede ser más clarificadora que la del propio profesor al presentar una experiencia y desarrollo cognitivo similar. Además, el beneficio es mutuo pues uno de los compañeros aprende mientras que el que explica afianza la comprensión de esa información (Domingo, 2008).

Tras finalizar el tiempo de respuesta a las preguntas, estas serán corregidas en alto entre todos los alumnos y profesor. Al haber preguntas con diversas respuestas válidas, se expondrán varias de estas posibilidades para fomentar una ampliación de perspectivas en el alumno, haciéndole ver soluciones que, quizás, no había considerado o no había comprendido del todo.

De esta manera, se intenta sacar provecho de las distintas ventajas expuestas previamente sobre los métodos de aprendizaje a seguir en la presente unidad, en función de sus bases y las del constructivismo en la educación.

Criterios de evaluación y estándares de aprendizaje:

Acorde con la legislación vigente (LOMCE), en la **Tabla 4** se recogen los pertinentes criterios de evaluación y estándares de aprendizaje en relación a esta actividad.

Tabla 4. Criterios de evaluación y estándares de aprendizaje relacionados a considerar con la actividad de los Caminálculos.

ACTIVIDAD: CAMINÁLCULOS		
LOMCE	Criterios de evaluación	Estándares de aprendizaje
Bloque 1. La evolución de la vida	8. Valorar el papel de las mutaciones en la diversidad genética, comprendiendo la relación entre mutación y evolución.	-

	16. Conocer las pruebas de la evolución. Comparar lamarckismo, darwinismo y neodarwinismo.	16.1. Distingue las características diferenciadoras entre 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.	17.1. Establece la relación entre variabilidad genética, adaptación y selección natural.
	18. Interpretar árboles filogenéticos, incluyendo el humano.	18.1. Interpreta árboles filogenéticos
Bloque 2. La dinámica de la Tierra	3. Interpretar cortes geológicos sencillos y perfiles topográficos como procedimiento para el estudio de una zona o terreno.	3.2. Resuelve problemas simples de datación relativa, aplicando los principios de superposición de estratos, superposición de procesos y correlación
Bloque 3: Ecología y medio ambiente	5. Comparar adaptaciones de los seres vivos a diferentes medios, mediante la utilización de ejemplos.	5.1 Reconoce los diferentes niveles tróficos y sus relaciones en los ecosistemas, valorando la importancia que tienen para la vida en general el mantenimiento de las mismas.
Bloque 4. Proyecto de investigación	1. Planear, aplicar, e integrar las destrezas y habilidades propias de trabajo científico.	1.1 Integra y aplica las destrezas propias de los métodos de la ciencia.
	2. Elaborar hipótesis, y contrastarlas a través de la experimentación o la observación y argumentación.	2.1. Utiliza argumentos justificando las hipótesis que propone.
	3. Discriminar y decidir sobre las fuentes de información y los métodos empleados para su obtención.	3.1. Utiliza diferentes fuentes de información, apoyándose en las TIC, para la elaboración y presentación de sus investigaciones.
	4. Participar, valorar y respetar el trabajo individual y en grupo.	4.1. Participa, valora y respeta el trabajo individual y grupal.

Competencias Clave:

Mediante la aplicación de esta actividad, se trabajarán las siguientes competencias clave:

Competencia de comunicación lingüística (CL): Al ser una actividad cooperativa, a través de la constante interacción entre los alumnos para la consecución de las tareas, así como con las exposiciones de los conceptos o las respuestas al corregir de manera general en clase.

Competencia matemática y competencias básicas en ciencia y tecnología (MCT): A través de la propia adquisición de conocimientos, como del razonamiento y aplicación de conceptos científicos y habilidades relacionadas con el método científico.

Competencia digital (TIC): Mediante las presentaciones en el aula, el uso de vídeos, la búsqueda de información a través de dispositivos.

Aprender a aprender (AA): A través del uso de la razón y la necesidad de aplicar los conocimientos debido a las características de la actividad.

Competencias sociales y cívicas (SC): Mediante la gran interacción existente entre los alumnos al trabajar en grupos.

Sentido de iniciativa y espíritu emprendedor (IE): Se trabaja mediante las características de las tareas a realizar, pues los alumnos deben tomar la iniciativa en diversos momentos para proponer y aplicar soluciones.

4.7.2. Actividad 2: Simulación de selección natural

Tema:

Esta actividad se centrará en el uso de un simulador gratuito de selección natural ([Enlace](#)), al que se puede acceder en la plataforma de simulación de Lab Aids (SEPUP, 2022). El alumno deberá investigar cómo afecta la selección natural a las aves que viven en una isla, en función de los parámetros y características que él considere oportunas. De esta manera, se comienza seleccionando 3 aves que viven en una población en la parte suroeste de la isla, configurándolas con los fenotipos (características) que el alumno prefiera para varios rasgos.

Como se puede observar, en la **Figura 3** se muestran las características a seleccionar de las 3 aves iniciales, seleccionando el plumaje, el tamaño corporal y el tipo de pico. Además, a la derecha se incluye una leyenda en la que se explica para qué sirven las diversas características de estos rasgos y de qué manera repercuten



Figura 3. Imagen en la que se muestra la selección de características de las 3 aves iniciales.

Así, primeramente el alumno experimentará cómo va cambiando esta población en el suroeste de la isla en función de sus características y contexto de vida. Luego, observará cómo evoluciona la población, ya con períodos de tiempo más largos, en otras áreas de la isla con diversos entornos en función de sus características.

El simulador está en inglés; no obstante, abriéndolo desde Google Chrome, se puede utilizar en español a través de la herramienta de traducción. De esta manera, cada uno podrá realizar la simulación en el idioma que prefiera, hecho que aporta cierta interdisciplinariedad a la actividad con el uso de un idioma extranjero. Además, este simulador permite guardar los avances dentro de un período de 30 días, de manera que la actividad se podría hacer en más de una sesión.

Organización del alumnado:

Al contrario que en la Actividad 1, esta actividad no se realiza en grupos, sino que es de carácter individual. De esta manera, cada alumno experimentará a su manera el proceso de selección natural, pues el resultado dependerá de las características establecidas para las aves. Esto es posible gracias a que el centro cuenta con suficientes ordenadores en el aula de informática.

Materiales y recursos:

- Aula de informática
- Ordenadores
- Proyector
- Pantalla
- Internet
- Ficha con preguntas

Tareas de la actividad:

De manera previa al inicio de la actividad, el docente realiza una introducción en la que explica con el uso del proyector, cómo utilizar y en qué consiste el simulador. También indica que cada alumno, durante la actividad, debe completar una serie de preguntas aplicadas a la simulación que realicen, indicando el tiempo que tienen para ello (indicado en la temporalización). Además, se dará a conocer que estas preguntas serán evaluadas y formarán parte de la calificación de la UD.

Así, esta actividad presenta una única tarea, que consiste en la realización de la simulación y la respuesta a las preguntas sobre la misma. Estas preguntas estarán recogidas en unas fichas facilitadas en formato papel por el docente. Estas preguntas (**Anexo IX: Ficha de preguntas: Simulación de selección natural**) se han basado, modificado y traducido de las expuestas en The Science Education for Public Understanding Program (SEPUP, 2022) ([enlace de las preguntas originales](#)) para este simulador. Una ventaja considerable es que los alumnos no podrán copiarse o pasarse las respuestas entre ellos, pues cada simulación da unos resultados diferentes.

Durante el transcurso de la actividad, el igual que en la anterior, el docente irá rememorando los principios y conceptos pertinentes para su óptimo desarrollo. Además, hará las aclaraciones y dará las explicaciones necesarias en el caso de que algún alumno no entienda algún concepto, alguna pregunta o tenga algún problema con el simulador; atendiéndolo individualmente.

Criterios de evaluación y estándares de aprendizaje:

Acorde con la legislación vigente, en la **Tabla 5** se recogen los pertinentes criterios de evaluación y estándares de aprendizaje en relación a esta actividad.

Tabla 5. Criterios de evaluación y estándares de aprendizaje de la Actividad 2: Simulación de la selección natural.

ACTIVIDAD: SIMULACIÓN DE LA SELECCIÓN NATURAL		
LOMCE	Criterios de evaluación	Estándares de aprendizaje
Bloque 1. La evolución de la vida	8. Valorar el papel de las mutaciones en la diversidad genética, comprendiendo la relación entre mutación y evolución.	8.1. Reconoce y explica en qué consisten las mutaciones y sus tipos
	16. Conocer las pruebas de la evolución. Comparar lamarckismo, darwinismo y neodarwinismo.	16.1. Distingue las características diferenciadoras entre 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.	17.1. Establece la relación entre variabilidad genética, adaptación y selección natural.
Bloque 3: Ecología y medio ambiente	5. Comparar adaptaciones de los seres vivos a diferentes medios, mediante la utilización de ejemplos.	5.1 Reconoce los diferentes niveles tróficos y sus relaciones en los ecosistemas, valorando la importancia que tienen para la vida en general el mantenimiento de las mismas.
Bloque 4. Proyecto de investigación	1. Planear, aplicar, e integrar las destrezas y habilidades propias de trabajo científico.	1.1 Integra y aplica las destrezas propias de los métodos de la ciencia.
	2. Elaborar hipótesis, y contrastarlas a través de la experimentación o la observación y argumentación.	2.1. Utiliza argumentos justificando las hipótesis que propone.
	4. Participar, valorar y respetar el trabajo individual y en grupo.	4.1. Participa, valora y respeta el trabajo individual y grupal.

Competencias Clave:

Mediante la aplicación de esta actividad, se trabajarán las siguientes competencias clave:

Competencia de comunicación lingüística (CL): A través de la lectura y redacción de las preguntas planteadas, como por la interacción con los compañeros y profesor. Además, la simulación se podría realizar en inglés.

Competencia matemática y competencias básicas en ciencia y tecnología (MCT): Se trabaja mediante el propio aprendizaje de conceptos científicos, como la aplicación e interpretación de procesos biológicos durante la simulación.

Competencia digital (TIC): Mediante la propia simulación, que conlleva el uso de este recurso así como de ordenador e internet.

Aprender a aprender (AA): A través de la necesidad de razonar e interpretar las diversas situaciones planteadas en la simulación y las características de las preguntas posteriores.

4.7.3. Actividad 3: La Odisea de la especie

Tema:

Esta actividad consiste en la visualización de La Odisea de la especie , un documental francés de 2003, de 90 minutos de duración, sobre el proceso de hominización. Para garantizar el seguimiento del documental, los alumnos tendrán que contestar una serie de preguntas mientras lo visualizan. Este documental se puede encontrar en internet, en plataformas como Youtube (FJGB, 2017), aunque también se puede ver en DVD para una mayor calidad audiovisual.

Organización del alumnado:

Los alumnos deberán estar sentados en el aula de manera individual en sus respectivas mesas.

Materiales y recursos:

- Aula
- Ordenador
- Proyector
- Pantalla
- Internet (Si no se utiliza DVD)
- Ficha con preguntas

Tareas de la actividad:

Previamente al inicio de la actividad, el docente deberá hacer una introducción explicando sobre qué trata, e informando de que deberán contestar a una serie de preguntas facilitadas por el en papel. Así, los alumnos deberán leer antes de la visualización las preguntas que deben contestar para favorecer que atiendan al documental.

De esta manera, la tarea de la presente actividad será la visualización del documental y la contestación de las preguntas (**Anexo X: Ficha de preguntas de La Odisea de la especie**). Estas tienen como objetivo garantizar el seguimiento de la actividad, además de aportar información al docente de si se ha entendido la información del documental. Tras esto, se dedicará un tiempo a hacer las aclaraciones necesarias y a enseñar diversos errores o supuestos sobre el proceso de hominización, muy comunes en la sociedad o incluso en documentales divulgativos.

Criterios de evaluación y estándares de aprendizaje:

Acorde con la legislación vigente, en la **Tabla 6** se recogen los pertinentes criterios de evaluación y estándares de aprendizaje en relación a esta actividad

Tabla 6. Criterios de evaluación y estándares de aprendizaje de la Actividad 3: La Odisea de la especie.

ACTIVIDAD: LA ODISEA DE LA ESPECIE		
LOMCE	Criterios de evaluación	Estándares de aprendizaje

Bloque 1. La evolución de la vida	17. Comprender los mecanismos de la evolución destacando la importancia de la mutación y la selección. Analizar el debate entre gradualismo, saltacionismo y neutralismo.	17.1. Establece la relación entre variabilidad genética, adaptación y selección natural.
	18. Interpretar árboles filogenéticos, incluyendo el humano.	18.1. Interpreta árboles filogenéticos
	19. Describir la hominización.	19.1. Reconoce y describe las fases de la hominización.
Bloque 3: Ecología y medio ambiente	5. Comparar adaptaciones de los seres vivos a diferentes medios, mediante la utilización de ejemplos.	5.1 Reconoce los diferentes niveles tróficos y sus relaciones en los ecosistemas, valorando la importancia que tienen para la vida en general el mantenimiento de las mismas.
Bloque 4. Proyecto de investigación	4. Participar, valorar y respetar el trabajo individual y en grupo.	4.1. Participa, valora y respeta el trabajo individual y grupal.

Competencias Clave:

Mediante la aplicación de esta actividad, se trabajarán las siguientes competencias clave:

Competencia de comunicación lingüística (CL): A través de la visualización del propio documental y de las respuestas a las preguntas.

Competencia matemática y competencias básicas en ciencia y tecnología (MCT): Mediante el propio aprendizaje de los conceptos científicos y de la veracidad de la información y la refutación de errores y mitos.

Competencia digital (TIC): Mediante la visualización del documental, que conlleva el uso de DVD o de Internet, ordenador y proyector.

Conciencia y expresiones culturales (CEC): A través de la comprensión y valoración del documental, considerando este como una manifestación cultural y artística.

4.8. TEMPORALIZACIÓN

La asignatura de Biología y Geología en 4º de ESO dispone de un total de 4 sesiones semanales, durando cada una 50 minutos, de tal manera que para la presente UD se utilizarán 15

sesiones. Pese a que existe una planificación previa al desarrollo de la UD, esta no será rígida, sino de un carácter flexible y se amoldará a las necesidades temporales y de aprendizaje de la clase. Esto se debe, por una parte a la naturaleza de las actividades, como la Actividad 1 (Caminálculos); pues es posible que los alumnos necesiten alguna sesión extra al ser un ejercicio que requiere bastantes manualidades y en el que deben aplicar muchos conceptos aprendidos e interrelacionarlos. También se determina como una planificación flexible al considerar la posibilidad de que ocurra algún imprevisto, ya sea en el propio contexto escolar o externo a este.

Así, para facilitar el seguimiento de la organización de la presente UD, en la **Tabla 7**, se muestra de manera esquemática la distribución de las sesiones y las actividades que se realizarán en cada una de ellas durante el desarrollo de la UD. Aquellas sesiones en azul son las relacionadas con la Actividad 1 (Caminálculos), en rojo con la Actividad 2 (Simulación de selección natural), y en verde con la Actividad 3 (La Odisea de la especie).

Tabla 7. Esquema de las actividades que se llevarán a cabo en las distintas sesiones y su duración.

TEMPORALIZACIÓN		
Sesiones	Actividades	Duración
Sesión 1	Cuestionario de ideas previas y repaso	35 min
	Explicación de la Actividad 1: Caminálculos Creación de grupos	13 min
	Anuncio de los Conceptos	2 min
Sesión 2	Explicación grupal de los conceptos	7 min
	Clase Magistral (taxonomía, filogenia, creación e interpretación de árboles filogenéticos y un poco de anatomía)	42 min
	Anuncio de los Conceptos	1 min
Sesión 3	Clase Magistral (fijismo, lamarckismo, darwinismo y neodarwinismo o teoría sintética, y un poco sobre neutralismo)	15 min
	Explicación grupal de los conceptos	15 min
	Tarea 1. Clasificación y nominación	19 min
	Anuncio de los Conceptos	1 min
Sesión 4	Explicación grupal de los conceptos	5 min
	Clase Magistral (Selección natural y mecanismos evolutivos como la presión selectiva, el aislamiento reproductivo o la radiación adaptativa).	20 min
	Tarea 2. Exposición y consenso	24 min
	Anuncio de los Conceptos	1 min
Sesión 5	Explicación grupal de los conceptos	5 min

	Clase Magistral (convergencia evolutiva, divergencia evolutiva, órganos homólogos y órganos análogos)	15 min
	Tarea 3. Relaciones Evolutivas	29 min
	Visualización de vídeos	1 min
Sesión 6	Explicación grupal de las conclusiones	5 min
	Clase Magistral (Conclusiones y repaso sobre darwinismo, lamarckismo y selección natural)	10 min
	Tarea 4. Árbol filogenético	34 min
	Anuncio de los Conceptos	1 min
Sesión 7	Explicación grupal de los conceptos	5 min
	Clase Magistral (principio de superposición de estratos, ley de sucesión faunística, datación relativa y yacimiento fosilífero)	15 min
	Tarea 5. Sucesión faunística	29 min
	Repaso	1 min
Sesión 8	Tarea 5. Sucesión faunística	20 min
	Tarea 6. Preguntas	30 min
Sesión 9	Tarea 6. Preguntas	10 min
	Corrección y repaso	40 min
Sesión 10	Introducción a la Actividad 2. Simulador	10 min
	Actividad 2. Simulación de selección natural	40 min
Sesión 11	Actividad 2. Simulación de selección natural	47 min
	Introducción a la Actividad 2. Simulador	3 min
Sesión 12	Introducción	7 min
	Actividad 3. La Odisea de la especie	43 min
Sesión 13	Actividad 3. La Odisea de la especie	50 min
Sesión 14	Clase sobre la Actividad 3. La Odisea de la especie	20 min
	Repaso para el examen	30 min
Sesión 15	Examen de la UD	50 min

Sesión 1

Desarrollo:

- Cuestionario de ideas previas (35 min)

Como se ha indicado múltiples veces a lo largo de este trabajo, para lograr un aprendizaje significativo es muy importante tener en cuenta las ideas y conceptos que presentan previamente los alumnos. Así, la UD comienza con la aplicación de un cuestionario virtual realizado en Kahoot

(**Anexo XI: Cuestionario inicial de ideas previas**), una plataforma digital de acceso gratuito con la que realizar un concurso de preguntas y respuestas, propiciando así la motivación en el aula. El cuestionario puede realizarse desde dispositivos móviles como desde un ordenador a través de la web. Para evitar problemas por el uso de móviles en el aula, esta primera sesión se realizará en una de las aulas de informática del centro, las cuales cuentan con suficientes ordenadores para toda la clase. Estas preguntas son una mezcla entre los contenidos impartidos en 1º de ESO sobre el origen de la vida (**Tabla 2**) y algunas que podrían saber de manera indirecta y se desarrollaran en la presente UD.

A medida que se van realizando las preguntas, el docente realiza las explicaciones pertinentes, a modo de introducción, rememorando así los conceptos a aquellos alumnos que no recuerdan o desconocen los conceptos, y preparándolos para la UD a desarrollar.

- Explicación de la Actividad 1: Caminálculos (13 min)

Tras finalizar el cuestionario, el docente explica cómo se va a desarrollar la Actividad 1, explicando la dinámica de trabajo que se va a llevar a cabo y creando los grupos.

- Anuncio de los Conceptos (2 min)

Tras haberse formado los grupos, el docente anuncia los conceptos que los integrantes deberán buscar y explicarse entre sí en la siguiente sesión, siendo estos: Evolución, Filogenia, Taxonomía y Órgano vestigial.

Recursos y materiales:

- Aula de informática
- Ordenadores
- Proyector
- Pantalla

Disposición de los alumnos:

Disposición individual, cada uno con un ordenador, salvo al final de la sesión, que tras ordenar los conceptos podrán reunirse en grupos (6 grupos de 4 integrantes) para discutir cómo distribuir el trabajo

Sesión 2

Desarrollo:

- Explicación grupal de los conceptos (7 min)

Los alumnos se juntan, solo moviendo las sillas, con sus respectivos compañeros de grupo para explicarse entre sí los conceptos que han buscado, respetando el turno de palabra de los demás.

- Clase Magistral (42 min)

Esta, al ser la primera clase magistral, previa al inicio de la actividad, será la de mayor duración. Se repasarán los conceptos que han tenido que buscar los alumnos, y se interiorizará en ellos. Los contenidos impartidos en esta sesión serán sobre taxonomía, filogenia, creación e interpretación de

árboles filogenéticos, así como un poco de anatomía de cara a la Tarea 1. Para ello, se emplea una presentación digital.

- Anuncio de los Conceptos (1 min)

Tras finalizar la explicación, el docente anuncia los conceptos que los integrantes deberán buscar y explicarse entre sí en la siguiente sesión, siendo estos: Fijismo, Lamarckismo, Darwinismo y Neodarwinismo o Teoría sintética. También indica que, en esta ocasión, cada uno deberá explicar su punto de vista de la vida y la evolución desde el concepto que le toque buscar, por lo que deberán en la siguiente sesión abordar esos roles.

Recursos y materiales:

- Aula
- Ordenador
- Proyector
- Pantalla

Disposición de los alumnos:

Al comienzo de la sesión, para explicar los conceptos y escuchar a los compañeros, los grupos se juntarán moviendo únicamente las sillas debido a que después únicamente se realizará la clase magistral.

Sesión 3

Desarrollo:

- Clase Magistral (15 min)

En esta ocasión, para garantizar que la adopción de los roles en cada grupo y la explicación de los conceptos sea satisfactoria, la clase magistral se realiza previamente a la explicación entre grupos. Se impartirán los conceptos que han tenido que buscar los alumnos, y se interiorizará en ellos. Los contenidos impartidos en esta sesión serán sobre fijismo, lamarckismo, darwinismo y neodarwinismo o teoría sintética, y un poco sobre neutralismo. Para ello se utiliza una presentación digital.

- Explicación grupal de los conceptos (15 min)

Los alumnos se reúnen con sus respectivos compañeros de grupo, juntando las mesas de 4 en 4 por proximidad, para explicarse entre sí los conceptos que han buscado, respetando el turno de palabra de los demás. Esta vez lo harán adoptando los roles pertinentes a los conceptos que hayan tenido que buscar (fijista, lamarckista, darwinista y neodarwinista), dando su visión del origen de la vida y la evolución desde sus respectivas maneras de pensar.

- Tarea 1. Clasificación y nominación (19 min)

Tras los conocimientos impartidos en la sesión anterior, los alumnos deberán aplicar dicha información, especialmente de taxonomía, para lograr la consecución de la Tarea1, previamente explicada en el apartado de Actividades de Enseñanza-Aprendizaje.

- Anuncio de los Conceptos (1 min)

Al final de la sesión, el docente anuncia los conceptos que los integrantes deberán buscar y explicarse entre sí en la siguiente sesión, siendo estos: Selección natural, Presión selectiva, Aislamiento reproductivo y Radiación adaptativa.

Recursos y materiales:

- Aula
- Ordenador
- Proyector
- Pantalla
- Fichas recortables
- Tijeras, lápices, rotuladores, pegamento

Disposición de los alumnos:

Al comienzo de la sesión, los alumnos juntarán las mesas de 4 en 4 por proximidad, reuniéndose para explicarse los conceptos y manteniendo esta disposición durante los 50 min.

Sesión 4

Desarrollo:

- Explicación grupal de los conceptos (5 min)

Los alumnos se reúnen con sus respectivos compañeros de grupo, juntando las mesas de 4 en 4 por proximidad, para explicarse entre sí los conceptos que han buscado, respetando el turno de palabra de los demás.

- Clase Magistral (20 min)

Previamente al inicio de la actividad, se imparte una clase magistral. Se repasarán los conceptos que han tenido que buscar los alumnos, y se interiorizará en ellos. Los contenidos impartidos en esta sesión serán sobre una introducción a la selección natural, así como sobre mecanismos evolutivos como la presión selectiva, el aislamiento reproductivo o la radiación adaptativa. Para ello, se utiliza una presentación digital.

- Tarea 2. Exposición y consenso (24 min)

En esta ocasión los alumnos deberán exponer por grupos los resultados de la Tarea 1, argumentando sus respuestas, y se consensua una solución común para toda la clase.

- Anuncio de los Conceptos (1 min)

Al final de la sesión, el docente anuncia los conceptos que los integrantes deberán buscar y explicarse entre sí en la siguiente sesión, siendo estos: Convergencia evolutiva, Divergencia evolutiva, Órganos homólogos y Órganos análogos.

Recursos y materiales:

- Aula
- Ordenador
- Proyector
- Pantalla

Disposición de los alumnos:

Al comienzo de la sesión, los alumnos juntarán las mesas de 4 en 4 por proximidad, reuniéndose para explicarse los conceptos y manteniendo esta disposición durante los 50 min.

Sesión 5

Desarrollo:

- Explicación grupal de los conceptos (5 min)

Los alumnos se reúnen con sus respectivos compañeros de grupo, juntando las mesas de 4 en 4 por proximidad, para explicarse entre sí los conceptos que han buscado, respetando el turno de palabra de los demás.

- Clase Magistral (15 min)

Previamente al inicio de la actividad, se vuelve a impartir una clase magistral. Se repasarán los conceptos que han tenido que buscar los alumnos, y se interiorizará en ellos. Los contenidos impartidos en esta sesión serán sobre convergencia evolutiva, divergencia evolutiva, órganos homólogos y órganos análogos. Para ello se utiliza una presentación digital.

Tarea 3. Relaciones evolutivas (29 min)

En este momento comienza la etapa de construcción del árbol filogenético, primero estableciendo las relaciones entre los caminálculos, tal y como se recoge en la Tarea 3, explicada previamente.

- Visualización de vídeos (1 min)

En esta ocasión, no se mandará la búsqueda de conceptos para casa, sino la visualización de dos vídeos que los alumnos podrán encontrar en Youtube para repasar; uno sobre la selección natural (Ciencia express, 2014) y otro sobre las similitudes y diferencias entre darwinismo y lamarckismo (Random HD, 2020), de 3:30 y 3:44 minutos de duración respectivamente. En la próxima sesión, deberán indicar qué conclusiones han obtenido.

Recursos y materiales:

- Aula
- Ordenador
- Internet
- Proyector
- Pantalla
- Fichas recortables
- Cartulina A3

-Tijeras, lápices, rotuladores, pegamento.

Disposición de los alumnos:

Al comienzo de la sesión, los alumnos juntarán las mesas de 4 en 4 por proximidad, reuniéndose para explicarse los conceptos y manteniendo esta disposición para establecer las relaciones evolutivas.

Sesión 6

Desarrollo:

- Explicación grupal de las conclusiones (5 min)

Los alumnos se reúnen con sus respectivos compañeros de grupo, juntando las mesas de 4 en 4 por proximidad, para explicar qué conclusiones han sacado de los vídeos visualizados en horario extraescolar.

- Clase Magistral (10 min)

Previamente al inicio de la actividad, el docente imparte una clase de repaso en la que se ponen en conjunto las conclusiones obtenidas de los vídeos acerca del darwinismo y lamarckismo, así como de la selección natural, a la vez que aporta los contenidos o aclaraciones que considere pertinentes a la explicación. Para ello se utiliza una presentación digital.

Tarea 4. Árbol filogenético (34 min)

Tras establecerse las relaciones en la anterior sesión, ahora es cuando realmente se construye el árbol filogenético en la Tarea 4, ya explicada, aplicando los conocimientos que se han impartido previamente.

- Anuncio de los Conceptos (1 min)

Al final, el docente anuncia los conceptos que los integrantes deberán buscar y explicarse entre sí en la siguiente sesión, siendo estos: Principio de superposición de estratos, ley de sucesión faunística, datación relativa y yacimiento fosilífero.

Recursos y materiales:

-Aula
-Ordenador
-Proyector
-Pantalla
-Fichas recortables
-Cartulina A3
-Tijeras, lápices, rotuladores, pegamento.

Disposición de los alumnos:

Al comienzo de la sesión, los alumnos juntarán las mesas de 4 en 4 por proximidad, reuniéndose para explicarse las conclusiones que han obtenido cada uno tras la visualización de los vídeos, manteniendo esta disposición durante el transcurso de la clase para formar el árbol filogenético.

Sesión 7

Desarrollo:

- Explicación grupal de los conceptos (5 min)

Los alumnos se reúnen con sus respectivos compañeros de grupo, juntando las mesas de 4 en 4 por proximidad, para explicarse entre sí los conceptos que han buscado, respetando el turno de palabra de los demás.

- Clase Magistral (15 min)

Previamente al inicio de la actividad, se vuelve a impartir una clase magistral. Se repasarán los conceptos que han tenido que buscar los alumnos, y se interiorizará en ellos. Los contenidos impartidos en esta sesión serán sobre principio de superposición de estratos, ley de sucesión faunística, datación relativa y yacimiento fosilífero. Para ello se utiliza una presentación digital.

- Tarea 5. Sucesión faunística (29 min)

En este momento comienza la Tarea 5 de construcción del árbol filogenético, en la que deberán aplicar los nuevos conocimientos adquiridos para continuar construyendo el árbol filogenético de manera correcta.

- Repaso (1 min)

En esta ocasión no se mandarán conceptos nuevos, sino que se recomendará repasar los ya aprendidos para la correcta realización de la Tarea 6, que como se ha indicado, consiste en responder a una serie de preguntas aplicadas al árbol filogenético.

Recursos y materiales:

- Aula
- Ordenador
- Internet
- Proyector
- Pantalla
- Fichas recortables
- Ficha de estratigrafía
- Cartulina A3
- Tijeras, lápices, rotuladores, pegamento.

Disposición de los alumnos:

Al comienzo de la sesión, los alumnos juntarán las mesas de 4 en 4 por proximidad, reuniéndose para explicarse los conceptos y manteniendo esta disposición para seguir formando el árbol filogenético.

Sesión 8

Desarrollo:

Tarea 5. Sucesión faunística (20 min)

Los alumnos se reúnen con sus respectivos compañeros de grupo, juntando las mesas de 4 en 4 por proximidad, para finalizar el árbol filogenético tras el visto bueno del docente. Como ya se había indicado, es importante que esté bien realizado para la Tarea 6, pues las preguntas están aplicadas al mismo.

- Tarea 6. Preguntas (30 min)

Tras la corrección y finalización de la Tarea 5, se inicia la Tarea 6, con la que los alumnos deberán contestar a una serie de preguntas, facilitadas en formato papel por el profesor, que relacionan y aplican los conocimientos adquiridos hasta ahora con sus árboles filogenéticos.

Recursos y materiales:

- Aula
- Ficha Preguntas
- Ficha de estratigrafía
- Cartulina A3
- Tijeras, lápices, rotuladores, pegamento.

Disposición de los alumnos:

Al comienzo de la sesión, los alumnos juntarán las mesas de 4 en 4 por proximidad, reuniéndose para realizar la tarea encomendada, manteniendo esta disposición durante el transcurso de la actividad.

Sesión 9

Desarrollo:

- Tarea 6. Preguntas (10 min)

Los alumnos se reúnen con sus respectivos compañeros de grupo, juntando las mesas de 4 en 4 por proximidad, para finalizar la Tarea 6.

- Corrección y repaso (40 min)

Una vez finalizado el tiempo para contestar las preguntas, estas son corregidas en conjunto entre toda la clase, mientras se van memorando los conceptos y dando las explicaciones necesarias para la óptima asimilación de los mismos.

Recursos y materiales:

- Aula
- Ficha Preguntas
- Ficha de estratigrafía
- Árbol filogenético ya finalizado

Disposición de los alumnos:

Al comienzo de la sesión, los alumnos juntarán las mesas de 4 en 4 por proximidad, reuniéndose para realizar la tarea encomendada, manteniendo esta disposición durante el transcurso de la actividad.

Sesión 10**Desarrollo:**

- Introducción (10 min)

Los alumnos se disponen de manera individual, cada uno en un ordenador en el aula de informática. El docente realiza, con la ayuda de un proyector y su ordenador, una introducción en la que enuncia la actividad que se realizará durante la presente y próxima sesión (Actividad 2. Simulación de selección natural). Así, muestra y explica cómo funciona y en qué consiste el simulador. También indica que durante la simulación tendrán que responder a una serie de preguntas relacionadas con la misma, recogidas en unas fichas facilitadas por el docente, teniendo que ser entregada al final de la segunda sesión. Por último, informa que estas fichas serán evaluadas y formarán parte de la calificación de la UD.

- Actividad 2. Simulación de selección natural (40 min)

Tras la introducción, cada alumno de manera individual realizará su simulación e irá respondiendo las preguntas aplicando los conocimientos previamente desarrollados durante el transcurso de la presente UD.

Recursos y materiales:

- Aula de informática
- Ordenadores
- Internet
- Ficha de Preguntas
- Proyector

Disposición de los alumnos:

Cada alumno se coloca en un ordenador, de manera individual, en el aula de informática.

Sesión 11**Desarrollo:**

- Actividad 2. Simulación de selección natural (47 min)

Cada alumno continuará respondiendo a las preguntas sobre su simulación aplicando los conocimientos previamente desarrollados durante el transcurso de la presente UD.

- Entrega de Fichas (3 min)

Al final de la sesión, el docente recoge las fichas de todos los alumnos e informa de que en la próxima sesión verán un documental.

Recursos y materiales:

- Aula de informática
- Ordenadores
- Internet
- Ficha de Preguntas

Disposición de los alumnos:

Cada alumno se coloca en el aula de informática en el mismo ordenador que en la sesión anterior, debido a que cada uno tiene guardada su simulación única.

Sesión 12

Desarrollo:

- Introducción (7 min)

El docente, a modo de introducción, indicará sobre qué trata el documental La Odisea de la especie y qué aprenderán los alumnos. Además, facilitará un conjunto de preguntas en papel acerca del documental, que deberán ser contestadas y entregadas de manera individual. Se informa de que las preguntas se podrán contestar durante el transcurso del documental, de tal manera que deberán leerlas antes de su inicio para no distraerse durante la actividad. También se comunica que se podrán entregar al inicio de la sesión 14.

- Actividad 3. La Odisea de la especie (43 min)

El alumnado visualiza el documental respondiendo a las preguntas en papel.

Recursos y materiales:

- Aula
- Ordenador
- Internet (Si no se utiliza DVD)
- Proyector
- Pantalla
- Ficha de Preguntas

Disposición de los alumnos:

Cada alumno se coloca en el aula individualmente en su respectiva mesa.

Sesión 13

Desarrollo:

- Actividad 3. La Odisea de la especie (50 min)

El alumnado visualiza el documental respondiendo a las preguntas en papel.

Recursos y materiales:

- Aula
- Ordenador
- Internet (Si no se utiliza DVD)
- Proyector
- Pantalla
- Ficha de Preguntas

Disposición de los alumnos:

Cada alumno se coloca en el aula individualmente en su respectiva mesa.

Sesión 14

Desarrollo:

- Clase sobre la Actividad 3. La Odisea de la especie (20 min)

Aquellos alumnos que no hayan entregado las preguntas de la Actividad 3, deberán entregarlas al inicio de la sesión. El docente imparte una clase, de carácter altamente interactivo, en la que se tratarán los temas vistos en el documental, profundizando y añadiendo matices. Es muy importante incidir en algunos aspectos que pueden resultar en un mal entendimiento por parte del alumno; por ejemplo, que aprendan a diferenciar entre hechos y suposiciones, o desmentir algunos mitos o errores sobre el proceso de hominización, como el pensar que se trata de un proceso lineal o que provenimos del mono (esto ya lo deberían saber con lo explicado en la Actividad 1).

- Repaso para el examen (30 min)

El docente remarcará cuáles son los conceptos principales de la UD y resolverá las dudas que presenten los alumnos. Indicará que el examen tendrá un carácter altamente práctico, en la línea que se ha seguido con las actividades a lo largo de la presente UD.

Recursos y materiales:

- Aula
- Ordenador
- Proyector
- Pantalla
- Ficha de Preguntas

Disposición de los alumnos:

Cada alumno se coloca en el aula individualmente en su respectiva mesa.

Sesión 15

Desarrollo

- Examen de la UD (50 min)

En esta última sesión, se realiza el examen final (**Anexo XII: Examen final**) de la presente UD de manera individual, a modo de instrumento de evaluación final para observar el grado en el que se han alcanzado los objetivos planteados. Este examen es de carácter altamente práctico, de tal manera que se valoran no solo los contenidos adquiridos de la presente unidad didáctica, sino también la aplicación de los mismos y el desarrollo de las destrezas y competencias del alumno.

El docente comienza la sesión indicando las características del examen y el tiempo del que disponen. Además, recomienda a los alumnos que primero lean todo el examen, y comiencen por aquellas preguntas que saben desarrollar. Durante el transcurso de la prueba escrita se podrán responder dudas en caso de que el alumnado no comprenda algún enunciado.

4.9. RECURSOS

En general, los recursos necesarios para impartir y poner en práctica la unidad didáctica sobre evolución, desarrollada en el presente trabajo final de máster son:

- Aula ordinaria
- Aula de informática
- Ordenadores
- Pizarra
- Pantalla
- Proyector
- Presentaciones elaboradas por el docente
- Internet
- Materiales físicos: Cartulina y fichas (anteriormente descritas) y material de clase de los alumnos
- Libros (en caso de medida de ampliación)

4.10. EVALUACIÓN

4.10.1. Evaluación del alumnado

El proceso de evaluación del aprendizaje del alumnado será de carácter continuo, formativo e integrador, buscando detectar posibles problemas en el progreso del alumnado durante el transcurso de la unidad didáctica, de manera que el docente pueda intervenir apropiadamente, adecuando las estrategias didácticas y las actividades, para optimizar y mejorar el aprendizaje de todos los alumnos de la clase, persiguiendo el éxito educativo. También se pretende evaluar el logro de los objetivos y competencias correspondientes a la materia y etapa. Además, es una evaluación sumativa al permitir obtener un dato numérico con el que calificar al alumno.

Así, se han planteado diferentes métodos e instrumentos de evaluación, adaptados a las características de las diversas actividades planteadas (**Tabla 8**).

Tabla 8. Técnicas, instrumentos de evaluación y ponderación utilizados.

ACTIVIDADES	TÉCNICA/TIPO DE EVALUACIÓN	INSTRUMENTO DE EVALUACIÓN	PONDERACIÓN
-	Diagnóstico	Cuestionario de ideas previas	0%
Caminálculos	Observación	Lista de control	10%
Simulación de la selección natural	Prueba escrita	Cuestiones de la simulación (ANEXO IX)	20%
La Odisea de la especie	Prueba escrita	Cuestionario del documental (ANEXO X)	10%
Todas	Prueba escrita	Examen Final (ANEXO XII)	60%

En primer lugar, el cuestionario inicial de ideas previas se emplea con el fin de entender el nivel de conocimiento de los alumnos, dando información al docente para el óptimo desarrollo de la unidad didáctica, por lo que no tiene una función calificadora. En la actividad de Caminálculos, al existir una corrección continua a lo largo del proceso, y de carácter general al final con las preguntas aplicadas, se prioriza la evaluación de las habilidades individuales e interpersonales de los alumnos, así como sus actitudes y grado de implicación. Esta evaluación se efectúa a lo largo del proceso, observando a los estudiantes y utilizando una lista de control (**Tabla 9**) en la que cada ítem equivale a 1 punto.

Tabla 9. Lista de control para la evaluación de la actividad de Caminálculos.

	CRITERIOS DE EVALUACIÓN	SÍ	NO
1	Colabora con los compañeros y los apoya		
2	Proporciona ideas pertinentes en los intercambios de opiniones		
3	Ofrece soluciones a los problemas que surgen		
4	Mantiene un buen clima en el grupo sin causar conflictos		
5	Respeto el turno de palabra de los compañeros		
6	Se centra en la tarea a realizar		
7	Cumple con sus deberes específicos (conceptos)		
8	Demuestra interés por la actividad		
9	Identifica los puntos donde puede mejorar, tanto él como el grupo		
10	Participa de manera activa durante toda la actividad		

Por otro lado, en la actividad de simulación de la selección natural, la evaluación se lleva a cabo mediante una ficha de preguntas aplicadas a la simulación de cada alumno, siendo estas un total de 10 cuestiones, cada una de ellas con el valor de 1 punto.

Mientras, la actividad de La Odisea de la especie, también se evalúa a través de un cuestionario de preguntas, concretamente de 21 preguntas, todas del mismo valor. En este caso, la ponderación de estas preguntas es inferior a la de la actividad de simulación pues no son complejas, tienen una función de seguimiento de la actividad más que de aplicación de conocimientos o razonamiento.

Por último, como ya se había indicado previamente, se realiza un examen final (**Anexo XII: Examen Final**), de carácter altamente práctico, creado en base a los estándares de evaluación considerados en la presente unidad didáctica, previamente mencionados a lo largo de la misma. En este examen de 9 preguntas, todas tienen un valor de 1 punto salvo la 6 y la 9, que tienen un valor de 1,5 puntos.

4.10.2. Evaluación de la unidad didáctica

La docencia es una profesión que demanda un proceso de estudio y mejora constante, por lo que es importante llevar a cabo una evaluación de la unidad didáctica para determinar la calidad del proceso de enseñanza-aprendizaje y mejorarlo. Así, tanto durante el transcurso de la unidad didáctica como al final de la misma, es necesario comprobar si se han logrado los objetivos propuestos.

Para ello, se han creado una lista de control (**Tabla 10**), a cubrir por el docente a modo de autoevaluación de la unidad, y una escala de valoración (**Tabla 11**), que deberá ser cubierta por los alumnos como medida de heteroevaluación. Mediante la evaluación por parte de los alumnos se podrá contar con una perspectiva ajena a la del docente y de gran valor para la mejora de la unidad y de la enseñanza para los próximos cursos.

Tabla 10. Lista de control de autoevaluación de la unidad didáctica.

CALIFICACIÓN	CRITERIOS DE EVALUACIÓN	SÍ	NO	A veces
3	Cumplo con los objetivos de la unidad, previamente establecidos			
2	Cumplo con la temporalización planeada (salvo por flexibilización por atención al alumnado)			
1	Imparto todos los contenidos de la unidad			
2	Mantengo la motivación del alumnado a través de la metodología planteada			
2	La evaluación es coherente a las actividades desarrolladas			

Tabla 11. Escala de valoración para la heteroevaluación por parte del alumnado.

CRITERIOS	5	4	3	2	1
Las actividades son variadas					
Las actividades son entretenidas e interesantes					
Las clases son amenas y dinámicas					
El profesor muestra dominio de los contenidos de la asignatura					
El profesor escucha las opiniones de los alumnos					
Escucha y valora las propuestas					

Propicia y favorece un buen ambiente de trabajo					
Atiende a las necesidades individuales de los alumnos					

4.11. ATENCIÓN A LA DIVERSIDAD

Al igual que en la sociedad, en el sistema educativo los contextos que se producen son cada vez más diversos y complejos; de tal manera que cada vez existe una mayor conciencia sobre la importancia real de atender a esta diversidad en el aula. Citando el artículo 7, apartado 2, del RD 1105/2014, de 26 de diciembre, “Los centros docentes desarrollarán y complementarán, en su caso, el currículo y las medidas de atención a la diversidad establecidas por las Administraciones educativas, adaptándolas a las características del alumnado y a su realidad educativa con el fin de atender a todo el alumnado. Asimismo, arbitrarán métodos que tengan en cuenta los diferentes ritmos de aprendizaje del alumnado, favorezcan la capacidad de aprender por sí mismos y promuevan el trabajo en equipo”.

En base a esto, se aplica y desarrolla la Actividad 1 (Caminálculos), de carácter cooperativo, pues favorece la implicación y participación de todos los estudiantes, así como el refuerzo mutuo en cuanto a contenidos y la integración de cada alumno al convivir de la clase.

Tal y como se recoge en la contextualización, la clase en la que se imparte la presente unidad didáctica cuenta con un alumno con necesidades educativas especiales, presentando una discapacidad auditiva moderada, lo que le supone cierta dificultad para escuchar a una persona si habla en un tono moderado. Así, en la presente unidad didáctica se proponen ciertas adaptaciones curriculares no significativas como medida de atención a la diversidad.

Una de las medidas planteadas para el alumno con discapacidad auditiva moderada es su ubicación dentro del aula. El alumno podrá sentarse en primera fila, tanto en el aula ordinaria como en el aula de informática, con el fin de facilitar la audición. De ser necesario, el profesor le facilitará el material escrito para garantizar su implicación con la materia y evitar una desmotivación derivada del problema. También, tanto docente como compañeros, se dirigirán a él de manera en la que se facilite la comunicación.

Por otro lado, se han considerado medidas de refuerzo a aquellos alumnos que no logren la adquisición de los aprendizajes básicos. Una de estas medidas consiste en la adaptación del tiempo dedicado a las actividades, de ser necesario para garantizar el éxito en el aprendizaje de todos y cada uno de los alumnos. También se podrán simplificar aquellos contenidos que puedan resultar demasiado complejos, y que no sean comprendidos por la mayor parte del alumnado. Otra consideración sería la adaptación del tiempo o del número de preguntas en la evaluación si se considera necesario.

Como medidas de ampliación, los alumnos que hayan adquirido los aprendizajes básicos y deseen ampliarlos, podrán realizar un trabajo de indagación sobre el tema que más les interese relacionado con la evolución, siendo guiados por el docente. Otra medida consistirá en la lectura de un libro sobre evolución, y una posterior charla con el profesor para asegurarse de que han comprendido correctamente los nuevos contenidos, corregir o ayudar con aquellos que el alumno se comprenda y observar qué conclusiones saca de esa lectura. Estos libros se podrán escoger de una lista de propuestas facilitada por el docente, entre los que se encuentran obras como *Dawkins vs Gould: la Supervivencia del más Apto*, *El gen egoísta* o *El relojero ciego*.

En definitiva, la carácter de la unidad didáctica y de sus actividades es flexible, tanto en complejidad como en organización temporal, de tal manera que siempre se buscará y priorizará el correcto proceso de aprendizaje de todos y cada uno de los alumnos.

5. CONCLUSIONES

Con la realización del presente trabajo fin de máster, se han extraído una serie de conclusiones sobre la propuesta de una unidad didáctica, y más concretamente sobre la enseñanza y aprendizaje de la evolución en secundaria. Algunas de las más relevantes se recogen a continuación:

- La enseñanza de la evolución apenas se trabaja en la ESO en relación a la importancia real de este tema para el desarrollo científico y personal del estudiante.
- Tanto el proceso de enseñanza como el de aprendizaje de la evolución biológica no se desarrollan de manera adecuada a los objetivos y bases de la educación actual.
- El aprendizaje cooperativo es una metodología realmente útil para el logro de un aprendizaje significativo y competencial, así como el desarrollo personal y de las habilidades interpersonales en base al paradigma constructivista.
- La motivación en el alumnado es un factor clave para fomentar su participación activa y lograr un aprendizaje significativo.
- En el panorama actual, la aplicación de las TIC es una opción muy interesante y deseable en base a las múltiples ventajas que ofrece.
- Es muy importante que las actividades sean coherentes a la metodología empleada, y que propicien la aplicación de los conocimientos, el aprendizaje competencial y la motivación.
- Es vital evaluar la propia unidad didáctica como la actividad docente, con el fin de mejorar su aplicación en el futura y la calidad de la enseñanza.

6. BIBLIOGRAFÍA

Arceo, F. D. B. y Rojas, G. H. (2010). *Estrategias docentes para un aprendizaje significativo: Una interpretación constructivista* (2nd ed.). McGraw Hill Interamericana.

Carracedo, F. S., y Vargas, A. B. (2019). Cómo impartir una clase magistral según la neurociencia. *Actas de las Jenui*, 4, 87-94

Carretero, M. (2021). *Constructivismo y Educación*. Tilde Editora.

Casal, J. D. (2014). Una secuencia didáctica en contexto sobre evolución, taxonomía y estratigrafía basada en la indagación y la comunicación científica. *Alambique: Didáctica De Las Ciencias Experimentales*, 78, 51-59.

Cros, A. (2003). *Convencer en clase: argumentación y discurso docente* (1 ed.). Editorial Ariel Lingüística.

Ciencia Express (2014, 9 de diciembre). *Ciencia express: selección natural* [vídeo]. Youtube. [Ciencia express: selección natural - YouTube](#)

Díaz F. B. A., y Hernández, G. R. (1999). *Estrategias docentes para un aprendizaje significativo: una interpretación constructiva* (pp. 13-33). Mc Graw Hill.

Dobzhansky, T. (1973). Nothing in Biology Makes Sense Except in the Light of Evolution. *The American Biology Teacher*, 35, 125-129.

Domingo, J. (2008). El aprendizaje cooperativo. *Cuadernos de trabajo social*, 21, 231-246.

FJGB (2017, 23 de octubre). "LA ODISEA DE LA ESPECIE - El Origen de la Humanidad" [vídeo]. <https://www.youtube.com/watch?v=vRX7ThHz4Lk>

García, J. G. (2020). El constructivismo en la educación y el aporte de la teoría sociocultural de Vygotsky para comprender la construcción del conocimiento en el ser humano. *Dilemas Contemporáneos: Educación, Política y Valores*, 7(2). <https://doi.org/10.46377/dilemas.v32i1.2033>

González L., y Meinardi, E., (2015). Obstáculos para el aprendizaje del modelo de evolución por selección natural, en estudiantes de escuela secundaria de Argentina. *Ciência & Educação (Bauru)*, 21(1), 101-122.

González L. y Meinardi E. (2017) Obstáculos para el aprendizaje del modelo de evolución por selección natural en estudiantes universitarios de biología. *Eureka sobre Enseñanza y Divulgación de las Ciencias*, 14 (2), 435-449.

Hernández, M.D.L.L.M., y Pineda, D.P.R. (2016). La evolución biológica y el pensamiento del profesor de secundaria. *Tecné, Episteme y Didaxis: TED*.

Instituto Nacional de Estadística. INE. (2022). Consultado el 15 de enero de 2022. <https://www.ine.es/>.

Johnson, R., Johnson, D. y Holubec, E. (1999). *La evaluación en el aprendizaje cooperativo*. Ediciones Paidós.

Jiménez, A. G. y Muñoz, A. M. (2015). Análisis de las hipótesis evolutivas en alumnos de Educación Secundaria y Bachillerato. *Revista Electrónica de Enseñanza de las Ciencias*, 14(1), 35-54.

Ley Orgánica 8/2013, de 9 de diciembre, para la mejora de la calidad educativa. Boletín Oficial del Estado, núm.295, de 10 de diciembre de 2013, páginas 122868 – 122953.

Marco, B. S. y Mocholí, C. S. (2011). La evolución biológica en los libros de texto españoles de educación secundaria y bachillerato. Situación actual. *Revista de educación en biología*, 14(1), 1-23

Mejía, G. A. C. (2016). La enseñanza y el aprendizaje de la evolución biológica (eb) con la perspectiva teórica del perfil conceptual: implicaciones en la formación continua del profesorado. *Bio-grafía*, 9(17), 109-117.

Novalbos, D. R. (2016). *Desarrollo de una propuesta didáctica sobre contenidos de ecología en 2º de ESO a partir de situaciones problemáticas abiertas* (Tesis Doctoral, Universidad Complutense de Madrid).

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 del Estado, núm. 25, de 29 de enero de 2015, páginas 6986 – 7003. <https://www.boe.es/eli/es/o/2015/01/21/ecd65>

ORDEN EDU/362/2015, de 4 de mayo, por la que se establece el currículo y se regula la implantación, evaluación y desarrollo de la educación secundaria obligatoria en la Comunidad de Castilla y León. Boletín oficial de Castilla y León; núm. 86, de 8 de mayo de 2015. <https://www.educa.jcyl.es/es/informacion/normativa-educacion/educacion-universitaria-1e800/educacion-secundaria-obligatoria-bachillerato/orden-edu-362-2015-4-mayo-establece-curriculo-regula-implan>

ProyectandoBioGeo (2022). Consultado el 16 de mayo de 2022. <https://sites.google.com/site/proyectandobiogeo/home>

Random HD (2020, 17 de junio). *SIMILITUDES y DIFERENCIAS entre DARWIN y LAMARCK (en 3 minutos)* [vídeo]. Youtube. [SIMILITUDES y DIFERENCIAS entre DARWIN y LAMARCK \(en 3 minutos\) - YouTube](#)

Real Decreto 1105/2014, de 26 de diciembre, por lo que se establece el currículo básico de la Educación Secundaria Obligatoria y del Bachillerato. Boletín Oficial del Estado, núm. 3, de 3 de enero de 2015, páginas 169 – 546.

Science Education for Public Understanding Program. SEPUP. (2022). Lab aids. Consultado el 14 de junio de 2022). <https://sepuplhs.org/>

Sonera, J. S. (2009). Influencia de las creencias religiosas en los docentes de ciencia sobre la teoría de la evolución biológica y su didáctica. *Revista mexicana de investigación educativa*, 14(41), 515-538.

Valdes, A. (2014). *Etapas del desarrollo cognitivo de Piaget*. Universidad Marista de Guadalajara, Jalisco, México.

Zambrano, P. J. S., Cedeño, G. D. R. B., y Rivadeneira, M. R. L. (2016). La teoría constructivista de Jean Piaget y su significación para la pedagogía contemporánea. *Dominio de las Ciencias*, 2(3 Especial), 127-137.

7. ANEXOS

ANEXO I: Objetivos de etapa

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.

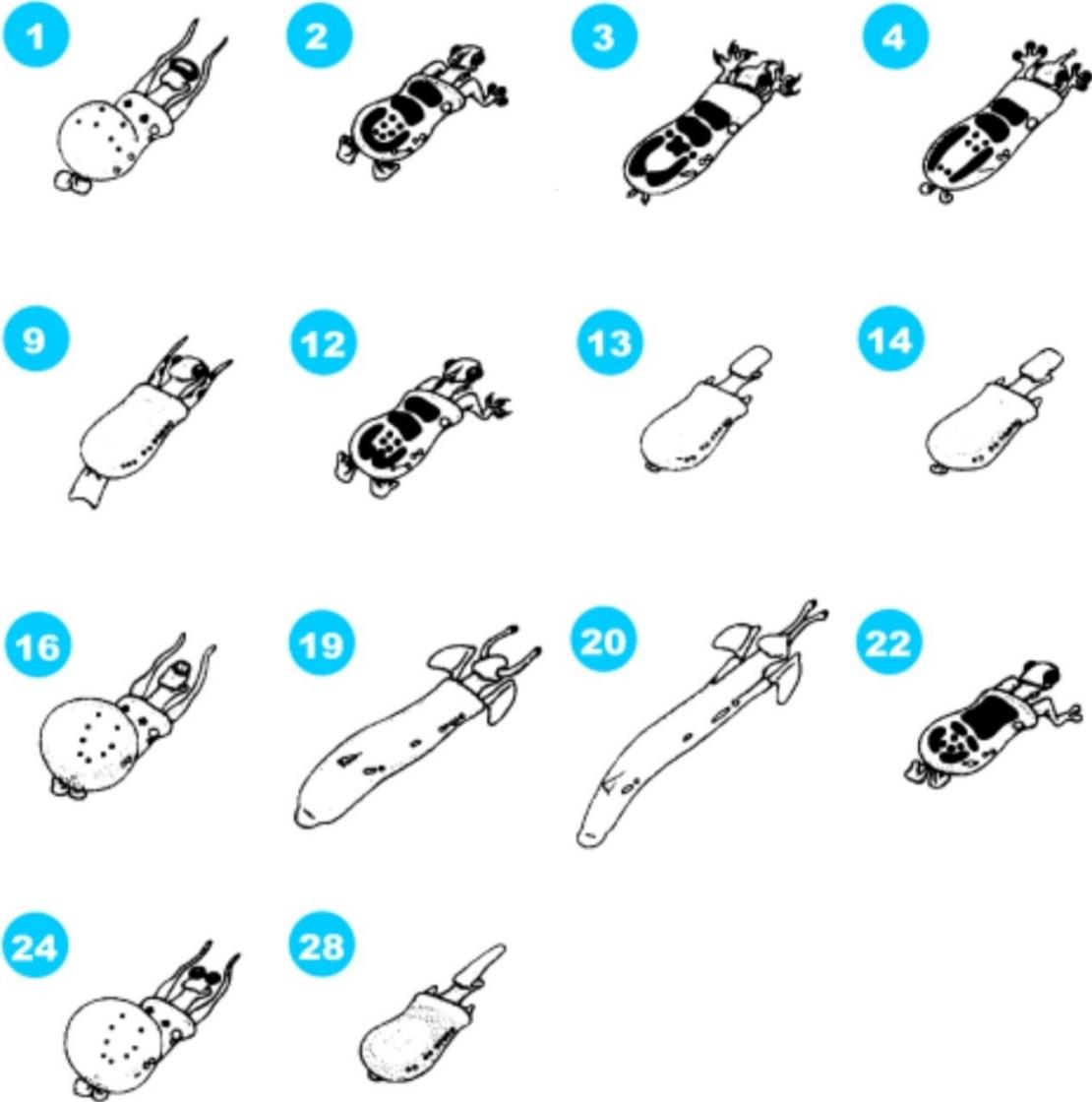
j) Conocer, valorar y respetar los aspectos básicos de la cultura y la historia propias y de los demás, así como el patrimonio artístico y cultural.

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.

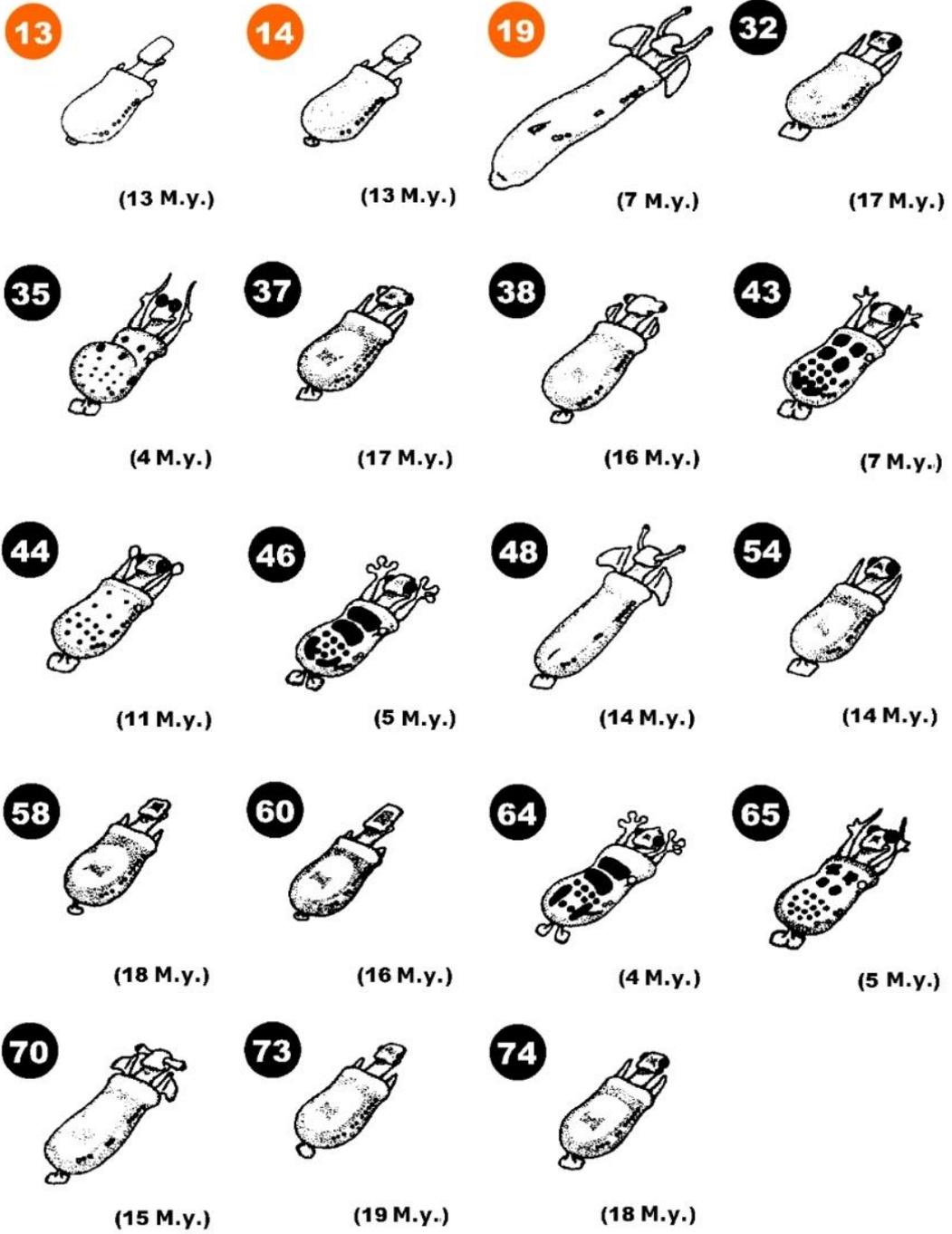
1) Apreciar la creación artística y comprender el lenguaje de las distintas manifestaciones artísticas, utilizando diversos medios de expresión y representación.

ANEXO II: Ficha de Caminálculos vivos



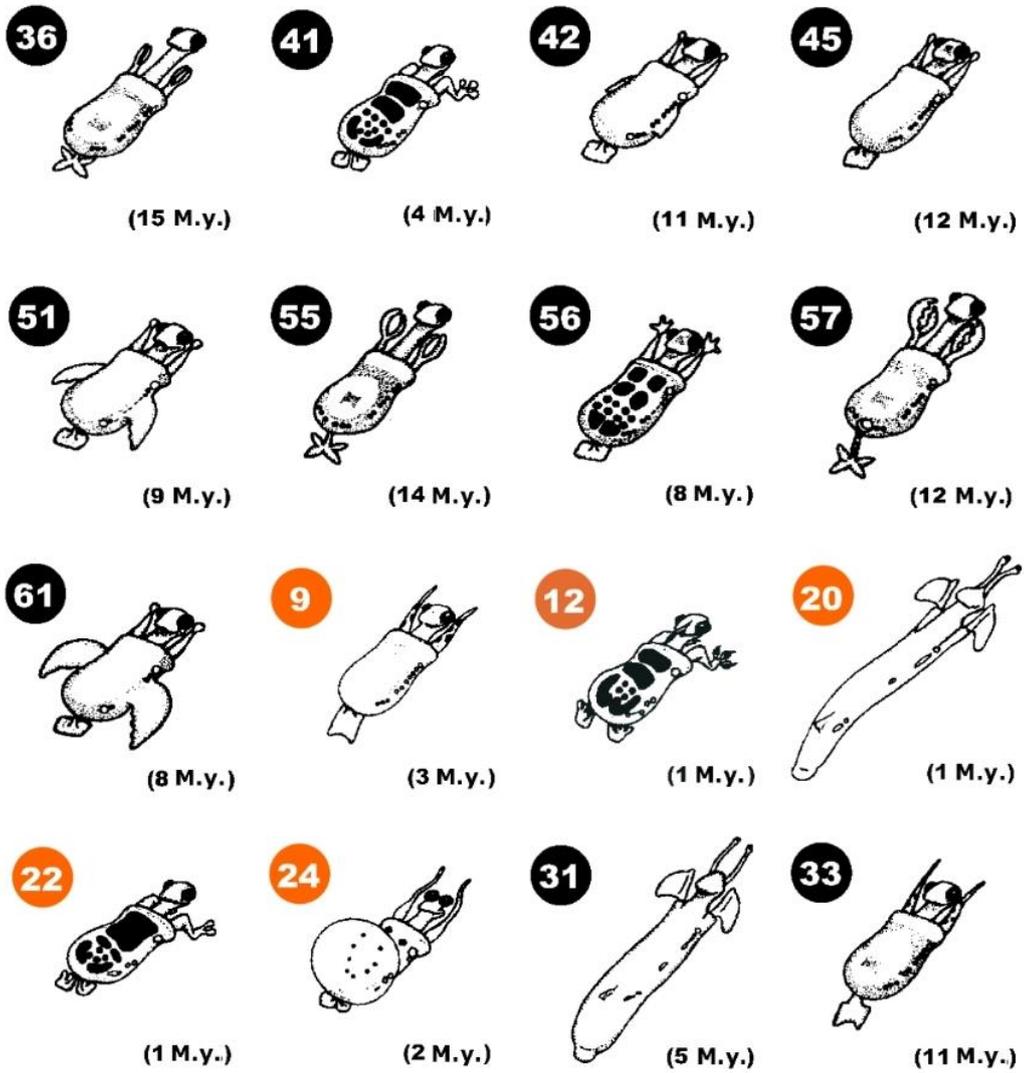
ANEXO III. Primer Registro Fósil

Primer Registro Fósil



ANEXO IV: Segundo Registro Fósil

Segundo Registro Fósil



ANEXO V: Tercer Registro Fósil

Tercer registro fósil

2



(1 M.y.)

15



(?)

18



(6 M.y.)

28



(2 M.y.)

30



(13 M.y.)

34



(?)

40



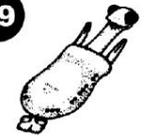
(13 M.y.)

47



(1 M.y.)

49



(16 M.y.)

50



(?)

52



(17 M.y.)

53



(3 M.y.)

59



(16 M.y.)

62



(?)

63



(3 M.y.)

66



(?)

67



(12 M.y.)

68



(2 M.y.)

69



(1 M.y.)

75



(1 M.y.)

76



(6 M.y.)

77

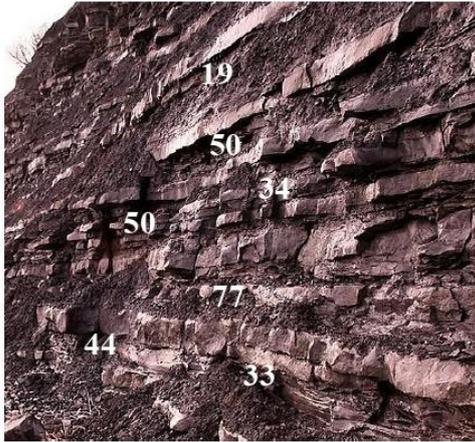


(10 M.y.)

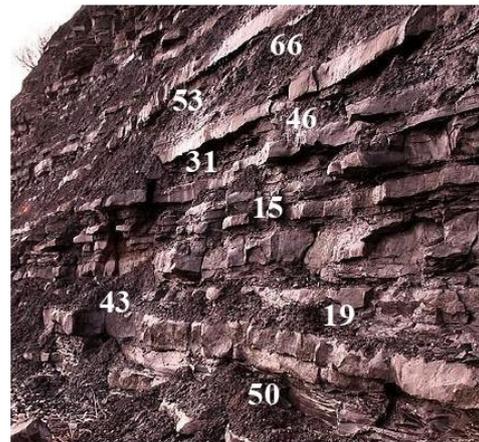
ANEXO VI. Sucesiones faunísticas

Sucesiones faunísticas fósiles

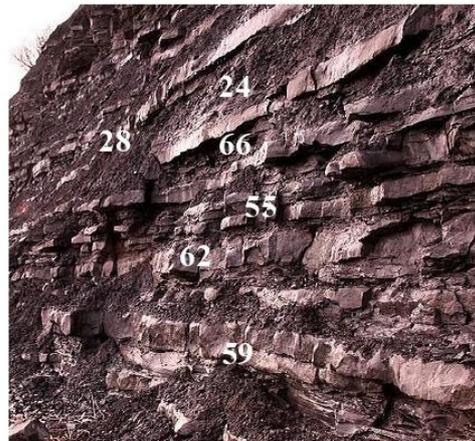
Las rocas sedimentarias tienen su origen en la acumulación y compresión de sedimentos a lo largo del tiempo, formándose capas conocidas como estratos en las que a veces se incluyen fósiles. En las rocas sedimentarias, las capas modernas están situadas más arriba que las antiguas, lo que da pistas sobre la edad respectiva de los fósiles contenidos en cada capa. Las siguientes imágenes muestran las respectivas posiciones de los nuevos fósiles de Caminalcules descubiertos, identificados por números.



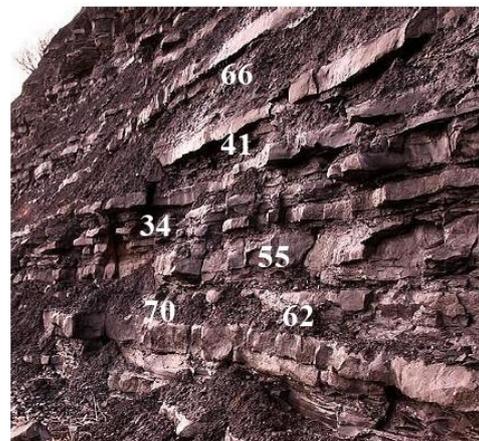
Sucesión faunística 1



Sucesión faunística 2

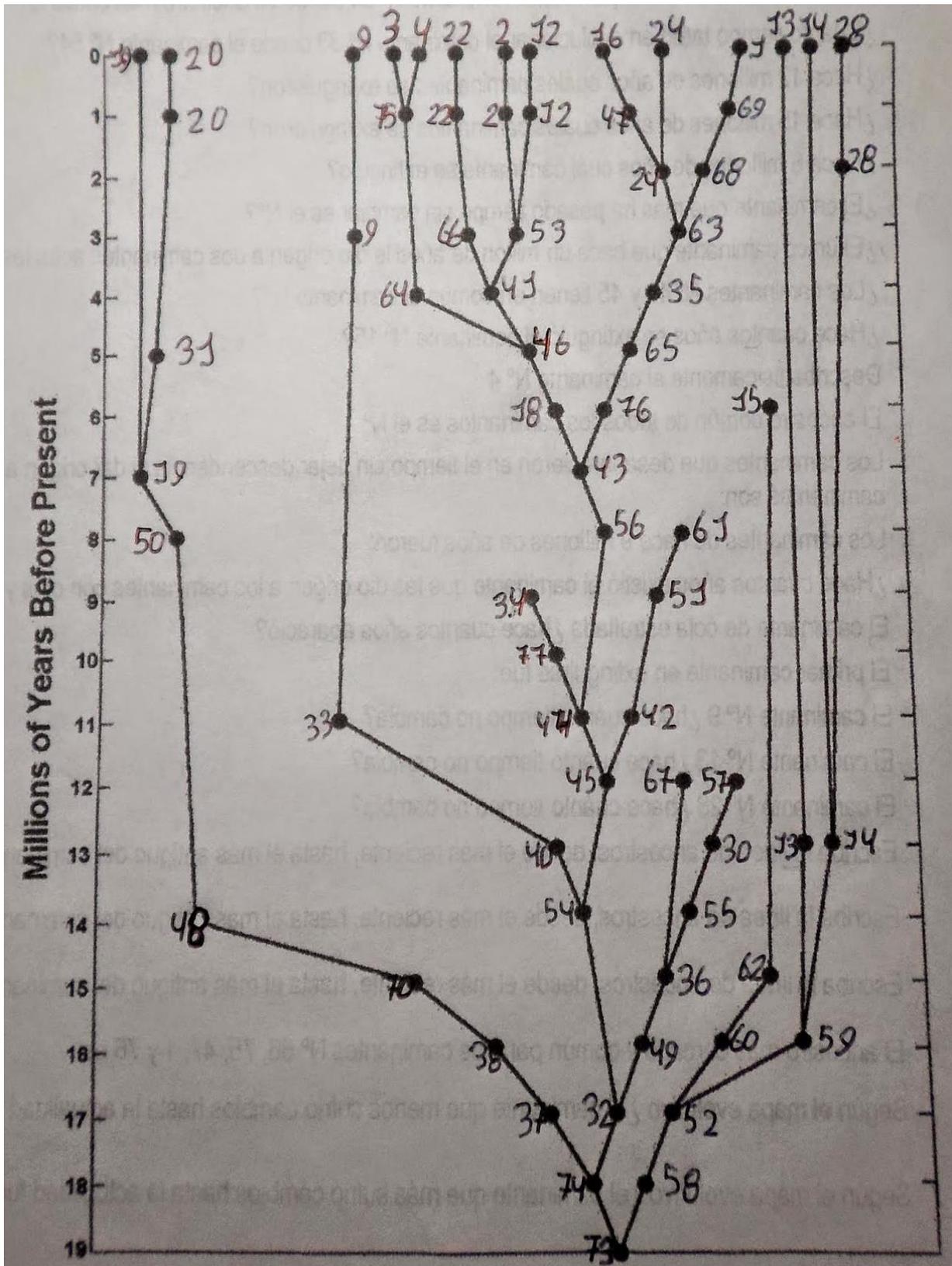


Sucesión faunística 3



Sucesión faunística 4

ANEXO VII: Solución final del árbol filogenético



ANEXO VIII: Ficha de preguntas

Preguntas Actividad Caminálculos

Pregunta 1. Determina cuál es el ancestro común más reciente de las especies de los siguientes grupos. Escribe tus respuestas utilizando oraciones completas (p. ej., "Las especies x e y tienen el ancestro z")

4, 2, 16

19, 20, 28

2, 12, 22

Pregunta 2. Cita y explica dos ejemplos de **evolución convergente** entre los Caminálculos. Esto significa encontrar casos en los que dos o más especies tengan una característica similar que evolucionó de forma independiente en cada linaje. Las alas de murciélagos, pájaros y abejas es un ejemplo de convergencia ya que los tres grupos no heredaron la característica de su ancestro común. Escribe tus respuestas en oraciones completas.

Pregunta 3. Cita y explica un ejemplo de **evolución divergente** que puedas identificar en tu árbol filogenético.

Pregunta 4. La **presión selectiva** es el conjunto de condiciones ambientales que dirige el sentido de evolución de las especies. Imagina los posibles hábitos de vida y presiones selectivas de los casos de las Preguntas 2 y 3. Plantea por qué han evolucionado así.

Pregunta 5. Encuentra ejemplos de **estructuras vestigiales**. Se trata de estructuras que se han reducido al punto de que son prácticamente inútiles. Los músculos de las orejas y coxis son ejemplos en nuestra propia especie. Explica cómo las estructuras vestigiales brindan pistas sobre el pasado evolutivo de una especie. Ilustra tu argumento con estructuras vestigiales encontradas en humanos u otras especies reales.

Pregunta 6. Encuentre un ejemplo de **radiación adaptativa** rápida en tu árbol filogenético.

Pregunta 7. Encuentra ejemplos de **estructuras homólogas**. Podemos llamar homólogos a aquellos rasgos heredados por dos organismos diferentes de un ancestro común. Explica los ejemplos dando los nombres de las especies y estructuras.

Pregunta 8. Encuentra ejemplos de **estructuras análogas**. Podemos llamar estructuras análogas a aquellas similitudes debidas a una evolución convergente, no a una ascendencia común. Por lo general, implica estructuras que tienen un origen diferente, pero formas y funciones similares. Explica los ejemplos dando los nombres de las especies y estructuras.

Pregunta 9. Identifica un caso que podría usarse para apoyar un **modelo evolutivo lammarckista**. Explica los ejemplos citando los nombres de las especies.

Pregunta 10. Identifica un caso que podría usarse para apoyar un **modelo evolutivo darwinista**. Explica los ejemplos citando los nombres de las especies.

Pregunta 11. ¿En qué casos has utilizado la ley de **sucesión faunística**? Explica los ejemplos dando los nombres de las especies.

Preguntas Actividad Caminálculos

Pregunta 12. ¿En qué casos has utilizado **el principio de superposición de estratos**? Explica los ejemplos citando los nombres de las especies.

Pregunta 13. ¿Has observado alguna **discontinuidad estratigráfica**? Explica los ejemplos citando los nombres de las especies.

Pregunta 14. Seguramente habrás notado que algunos linajes (por ejemplo, los descendientes de la especie 56) se ramificaron muchas veces y está representado por muchas especies vivas. ¿Qué condiciones ecológicas crees que podrían resultar en la rápida diversificación de algunos linajes?

2. Observa la simulación. Registra en la tabla los cambios que se producen en las 3 poblaciones a medida que pasa el tiempo.

Tiempo transcurrido (años)	Mutaciones	Efectos de las mutaciones	Número individuos en la población
<i>50.000</i>			
<i>100.000</i>			
<i>150.000</i>			
<i>200.000</i>			
<i>250.000</i>			
<i>300.000</i>			

<i>350.000</i>			
<i>400.000</i>			
<i>450.000</i>			
<i>500.000</i>			

3. Razona y expone con un resumen cómo cambiaron las poblaciones de aves en el transcurso de los 500.000 años. Hazlo comentando qué mutaciones se han producido y cómo han afectado estas a la descendencia.

4. ¿Fueron correctas tus ideas sobre lo que iba a ocurrir con cada fenotipo que seleccionaste? Explica por qué o por qué no.

5. Compara cómo han cambiado tus poblaciones de aves con las de otro compañero. Registra las similitudes y diferencias que observes.

8. Selecciona una zona. Anota los fenotipos de las aves de cada población y su entorno (alimento, follaje, depredadores) cada vez que haya un cambio en la zona durante 500.000 años de evolución.

Tiempo (años)	Mutaciones	Efectos de las mutaciones	Ambiente	Número de individuos en la población
<i>550.000</i>				
<i>600.000</i>				
<i>650.000</i>				
<i>700.000</i>				
<i>750.000</i>				
<i>800.000</i>				
<i>850.000</i>				
<i>900.000</i>				
<i>950.000</i>				
<i>1,000,000</i>				

9. Razona los cambios que se produjeron en la zona seleccionada a lo largo de los 500.000 años. Después, observa lo que ha sucedido en las otras zonas.

10. Expone cuán diferentes son las aves actuales con respecto a las originales tras el paso de 1 millón de años de selección natural. ¿Cómo explicas estos cambios a través de la evolución? Trata de introducir los siguientes conceptos en tu explicación: selección natural, mutación aleatoria, selección no aleatoria de rasgos favorables, reproducción, variación genética y extinción.

ANEXO X. Ficha de preguntas de La Odisea de la especie

Nombre:

La Odisea de la especie

1. ¿Cómo se conoce al primer pre-humano bípedo que vivió hace 6 millones de años?
2. De acuerdo al documental, *Orrorin*, de menos de 1.50 m de estatura, con un peso entre los 30-40 kg y con dientes humanos, ¿qué habilidades tiene?
3. ¿Qué suceso provocó el bipedismo? Explica brevemente el proceso e indica sus ventajas evolutivas.
4. ¿A qué especie pertenece Lucy?
5. ¿En qué consiste la alimentación de la especie con la que se encuentra Lucy, los *Anamensis*? ¿Qué habilidades tienen?
6. ¿Cómo se considera que fue el final de Lucy?
7. ¿Cuáles fueron las consecuencias de la Gran Glaciación?
8. ¿Qué características presenta el *Homo habilis* con respecto a sus antecesores?
9. ¿Cómo eran las primeras cabañas que construía el *Homo habilis*?
10. ¿Qué se hacía con el sílex para obtener filo?
11. Según el documental se considera que la enseñanza del conocimiento es la cultura, ¿en qué momento tuvo lugar su comienzo?
12. El aprendizaje conllevó al uso del lenguaje ¿qué causas facilitaron su aparición?

Nombre:

La Odisea de la especie

- 13. Existe un homínido que pobló todas las tierras a las que pudo acceder, haciendo que desarrollase nuevas percepciones, sentimientos y relaciones sociales, indica cual.**

- 14. ¿Qué homínido descubrió el uso del fuego? ¿En qué momento? ¿Cuáles fueron sus principales utilidades?**

- 15. ¿Cuáles fueron las claves de la caza de animales de gran tamaño, como el mamut?**

- 16. ¿Cómo debió ser el encuentro entre sapiens y neandertales?**

- 17. ¿Cuál se cree que es la causa de la desaparición de los neandertales?**

- 18. ¿Qué cambios en el clima se produjeron hace 15.000 años?**

- 19. ¿Qué propició el sedentarismo de los seres humanos?**

- 20. ¿Qué alimento se vuelve esencial para los sedentarios? ¿Qué actitud tenían estos con los nómadas?**

- 21. ¿De dónde provienen los humanos que trabajan el metal? ¿Qué ventajas tiene el bronce sobre el cobre?**

ANEXO XI: Cuestionario inicial de ideas previas

Enlace del cuestionario en Kahoot: <https://create.kahoot.it/share/ideas-previas-ud-la-evolucion/e4a54fe1-5ca5-4d88-a394-1cad27057c23>

A continuación se muestran las preguntas con las respuestas correctas subrayadas.

1. Indica cuál de estas NO es una teoría sobre el origen de los seres vivos
 - a. Generación espontánea
 - b. Panspermia
 - c. Creacionismo
 - d. Criptobiosis

2. Si guardamos carne en un recipiente herméticamente cerrado...
 - a. Crecen gusanos
 - b. No crecen gusanos

3. La teoría de la panspermia defiende que la aparición de la vida en la Tierra es...
 - a. De origen divino
 - b. De origen extraterrestre
 - c. De origen africano
 - d. No defiende ninguna postura sobre el origen de la vida

4. Las especies evolucionan a lo largo del tiempo
 - a. Verdadero
 - b. Falso

5. El ser humano está más evolucionado que una esponja de mar
 - a. Verdadero
 - b. Falso

6. Si una persona a la que le falta un ojo (por accidente laboral) tiene un hijo, a este hijo le faltará un ojo también
 - a. Verdadero
 - b. Falso

7. Si un culturista tiene un hijo, este nacerá con un gran desarrollo muscular
 - a. Verdadero
 - b. Falso

8. Las muelas del juicio y el apéndice en el ser humano, son pruebas de la evolución
 - a. Verdadero
 - b. Falso

9. El ser humano viene del mono
 - a. Verdadero
 - b. Falso

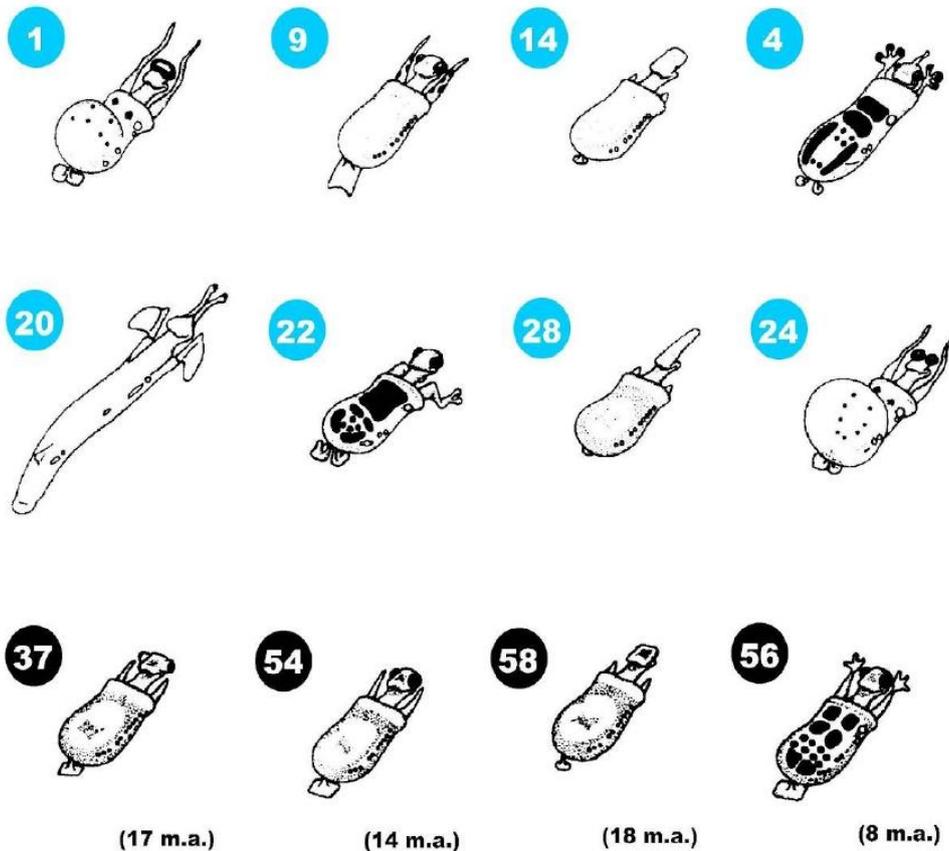
10. Los seres vivos son capaces de evolucionar con esfuerzo y perseverancia, persiguiendo un objetivo
- Verdadero
 - Falso
11. Charles Darwin fue...
- Un inventor
 - Un monje
 - Un general de guerra
 - Un naturalista
12. El proceso por el cual, a través del tiempo, surgió nuestra especie, se conoce como
- Proceso de hominización
 - Proceso febril
 - Proceso adiabático
 - Proceso profesionalizante
13. Indica cuál de las siguientes NO es una característica del Proceso de Homización
- El color de la piel
 - El bipedismo
 - El aumento de la capacidad craneal
 - El pulgar oponible de las manos

ANEXO XII: Examen Final

EXAMEN DE EVOLUCIÓN

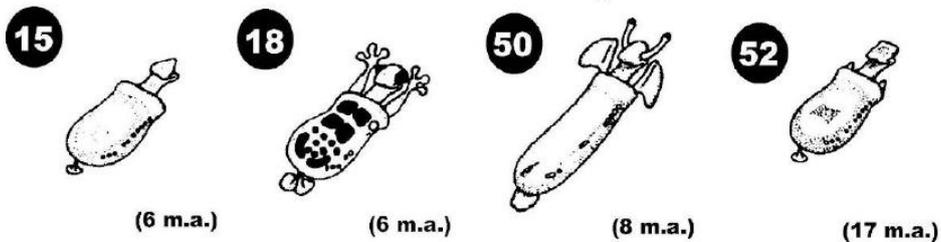
Nombre y Apellidos:
Fecha:

Considerando la imagen, soluciona las siguientes preguntas (1-6):



(17 m.a.) (14 m.a.) (18 m.a.) (8 m.a.)

Living species (for those with no indicated ages, fossils are not available)



(6 m.a.) (6 m.a.) (8 m.a.) (17 m.a.)

Fossil species (currently extinct)

EXAMEN DE EVOLUCIÓN

1. **Construye una clasificación taxonómica con las especies vivas.**
2. **Establece las relaciones evolutivas entre todas las especies, vivas y fósiles.**
3. **Reconstruye una sucesión faunística con todas las especies.**
4. **Identifica estructuras homólogas y análogas, indica con qué tipo de evolución se corresponde cada una de ellas.**
5. **Encuentra alguna estructura vestigial. Da dos ejemplos de estructuras vestigiales en el ser humano.**
6. **Explica cómo han llegado las especies a la actualidad a través de las teorías evolutivas que consideres oportunas. En tu explicación, utiliza los términos: mutación, variabilidad genética y adaptación.**

7. **Identifica los enunciados con las distintas teorías evolutivas.**

Caracteres adquiridos no heredables:

Evolución por selección natural:

Variabilidad intraespecífica:

Dios creó las especies:

La función y uso crea el órgano:

Las especies no evolucionan:

Ley del uso y desuso:

Las mutaciones causan variabilidad:

Lucha por la supervivencia:

La supervivencia del que mejor se adapta:

Los caracteres adquiridos se heredan:

8. **Determina si son ciertas o falsas las siguientes afirmaciones. Argumenta tu respuesta:**

El hombre proviene del mono

El hombre proviene de "monos" extintos

La especie humana pertenece a los primates

La especie humana únicamente se ha reproducido entre sí a lo largo de la historia

El bonobo y el humano son filogenéticamente cercanos

EXAMEN DE EVOLUCIÓN

Tenemos parentesco con el bonobo y con el chimpancé, pero no con el mandril

Tenemos parentesco con los primates, pero no con el cerdo

Tenemos parentesco con los mamíferos, pero no con equinodermos como la estrella de mar

9. Resume brevemente el proceso de hominización, centrándote en los conceptos clave vistos en clase. No te olvides de indicar cuáles son los cambios más importantes y el porqué.