

**Máster en Profesorado de Educación Secundaria Obligatoria, Bachillerato, Formación
Profesional y Enseñanzas de Idiomas, Artísticas y Deportivas**

Especialidad en Biología y Geología

TRABAJO FIN DE MÁSTER

CURSO 2019/20

**El origen y la evolución de la vida: una propuesta didáctica con Flipped
Classroom**

Origin and evolution of life: a didactic proposal with Flipped Classroom

Autora: Rus María Montoya Moreno

Directora: Beatriz Mazas Gil



**Universidad
Zaragoza**



ÍNDICE

I. INTRODUCCIÓN	3
a. Presentación personal	3
b. Presentación del currículo académico	3
c. Contexto del centro donde se han realizado los Practicum I, II, III	3
d. Presentación del trabajo	4
II. ANÁLISIS DIDÁCTICO DE DOS ACTIVIDADES REALIZADAS EN ASIGNATURAS DEL MÁSTER Y SU APLICACIÓN EN EL PRACTICUM	5
a. Actividad 1	5
b. Actividad 2	6
III. PROPUESTA DIDÁCTICA	8
a. Título y nivel educativo	8
b. Evaluación inicial	8
Utilidad de la Evaluación inicial para la propuesta didáctica	8
Revisión bibliográfica relativa al nivel de los alumnos	9
Ideas previas	10
¿Qué saben nuestros alumnos inicialmente?	11
c. Objetivos	13
d. Marco teórico	14
De la propuesta didáctica	14
De la adecuación de la propuesta didáctica al centro educativo	15
De la metodología utilizada	15
IV. PROPUESTA DIDÁCTICA. ACTIVIDADES	16
a. Contexto	16
Contexto de aula	16
b. Participantes	17
c. Objetivos	17
d. Contenidos	18
e. Criterios de evaluación y estándares de aprendizaje	19
f. Metodología utilizada	19
ACTIVIDADES	20
V. EVALUACIÓN FINAL	28
Procedimientos e instrumentos de evaluación	28

Evaluación por Competencias Clave	29
Criterios de calificación	29
VI. EVALUACIÓN DE LA PROPUESTA DIDÁCTICA Y PROPUESTA DE MEJORA	33
VII. CONCLUSIONES	36
VIII. REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS	37

I. INTRODUCCIÓN

a. Presentación personal

La autoría del presente trabajo corresponde a una diplomada en Educación Primaria y graduada en Veterinaria que decide hacer este máster por vocación.

La educación y la salud son para mí los pilares más importantes de una sociedad, por ello decidí estudiar dos carreras fundamentadas en ellos. Magisterio me aporta una base teórica sobre la enseñanza y Veterinaria una base teórica sobre la biología que junto a este Máster me preparan para ser profesora de Biología y Geología.

b. Presentación del currículo académico

En relación a la educación cabe resaltar mi formación académica como; “Maestra, especialidad de educación primaria” por la Universidad de Zaragoza, facultad de Educación (2009-2012); “Talleres de atención a la diversidad” por la Universidad de Zaragoza, facultad de Educación (2010) en los que se hacían dinámicas de grupo con una reflexión conjunta al final; “Curso básico sobre discapacidad e integración educativa” por la fundación Talita Aragón (2012) en él varios ponentes hablaban de la diversidad funcional y de estrategias que algunas asociaciones y centros educativos empleaban para trabajar con estos niños y niñas y sus familias; “Curso de iniciación a la práctica de la cooperación por la cátedra de cooperación para el desarrollo” de la Universidad de Zaragoza (2012) este curso era previo a las prácticas de cooperación que realicé en cuatro colegios de Lima, Perú, en las diferentes sesiones nos enseñaban los objetivos de la cooperación internacional, cómo son los países con los que se coopera, qué esperan de nosotros, qué podemos aprender de ellos, cómo podemos trabajar con ellos, qué asociaciones participan en cooperación internacional; “Curso de monitora de actividades en el tiempo libre” por YMCA (2011-2012) en este curso se enseñan dinámicas de grupo, cómo diseñar programaciones, cómo emplear el lenguaje inclusivo, cómo fomentar la conciencia ecológica y ambiental...; “Curso de desarrollo y mejora de la competencia digital clave en el área de la producción de contenidos en el ámbito profesional” por Inaem y Universa (2017) en él se profundiza en el manejo de programas como Word, PowerPoint y Excel, se enseña a realizar códigos QR y diseñar páginas web; y “Grado universitario en Veterinaria” por la Universidad de Zaragoza, facultad de Veterinaria (2012-2018).

c. Contexto del centro donde se han realizado los Practicum I, II, III

Estas prácticas se han llevado a cabo en el Colegio Obra Diocesana Santo Domingo de Silos, fundado en 1959. Es un centro educativo bilingüe de carácter privado-concertado perteneciente a la Iglesia Católica. La Entidad Titular es la Obra Diocesana Santo Domingo de Silos, fundación canónica pública erigida en la Diócesis de Zaragoza el 8 de enero de 1965, con personalidad jurídica propia y plena capacidad y autonomía reconocidas por la legislación vigente.

El centro se sitúa en el barrio de Las Fuentes de Zaragoza. Está limitado por los ríos Huerva y Ebro al oeste y al norte respectivamente, y por la Calle Miguel Servet y cinturones de circunvalación Z-30 y Z-40 al sur y este de la ciudad. Según se recoge en el informe global sobre la ciudad de Ebrópolis (2018), el distrito de Las Fuentes cuenta con una superficie de 6,31 km² y una población en torno a 42.000 habitantes, lo que supone aproximadamente un 6% de la población de la ciudad.

Para describir mejor el contexto del centro hay que conocer cómo es el barrio en el que se encuentra. El barrio cuenta con una población envejecida y un nivel educativo bajo. La

población inmigrante constituye un porcentaje superior al promedio de la ciudad y se ha incrementado significativamente en muy poco tiempo. La mayoría de estas personas son muy jóvenes, lo que ha supuesto una inyección de juventud para el barrio. En el colegio cada curso cuenta con una gran diversidad étnico-cultural, contando con alumnado de entre 20 y 25 nacionalidades distintas.

El periodo de prácticas II abarcó del 15 de abril al 22 de mayo de 2020, en plena pandemia del Coronavirus. Estas prácticas se desarrollan en la asignatura de Biología y Geología tutorizadas por Jorge Colás. Durante el practicum I las clases fueron presenciales, y asistí a algunas de ellas de 4º de Educación Secundaria Obligatoria (ESO) y 1º y 2º de Bachillerato, pero en el practicum II las clases fueron telemáticas, y asistí a sesiones online de 1º y 4º de ESO, mediante la plataforma Google Meet. En este segundo periodo de prácticas he impartido telemáticamente la unidad didáctica “El origen y la evolución de la vida” a dos grupos de 4º de ESO empleando la metodología Flipped Classroom.

El centro educativo es muy grande, con muchos alumnos y profesores, por ello la organización es clave. Con el Estado de Alarma el centro decidió que la metodología para seguir con la educación a distancia fuese Flipped Classroom porque facilita más la autonomía en el estudio a los alumnos y favorece una mayor flexibilidad en la organización del estudio. De esta manera se destinan las horas de clase para que el estudiante realice las tareas en su casa, y se dedica una hora a la semana a una sesión online con el docente para la resolución de dudas y repaso.

d. Presentación del trabajo

El presente trabajo pretende recopilar y enlazar los conocimientos del máster y su aplicación en las prácticas. Está formado por los siguientes apartados:

En el primer apartado se realiza el análisis de didáctico de dos actividades realizadas en dos asignaturas del máster y su aplicación en las prácticas. La primera actividad analizada es una práctica de disección de órganos realizada en la asignatura de “Diseño de actividades de aprendizaje de biología y geología”, y la segunda una exposición en parejas realizada en la optativa “Habilidades comunicativas para docentes”.

En el segundo apartado se analiza la propuesta didáctica llevada a cabo en las prácticas. En él se expondrán el título y nivel educativo, la evaluación inicial, los objetivos y la justificación de la propuesta didáctica y de la metodología empleada para llevarla a cabo.

En el tercer apartado se exponen las características de las actividades de la propuesta didáctica atendiendo al contexto, participantes, objetivos, contenidos, criterios de evaluación, estándares de aprendizaje y metodología utilizada en ella.

En el cuarto apartado se exponen las características de la evaluación final y los resultados obtenidos. En él se señalan los procedimientos e instrumentos de evaluación, la evaluación por competencias clave y los criterios de calificación.

En el quinto apartado se realiza la evaluación de la propia propuesta didáctica y se plantea una propuesta de mejora.

Y por último, en el sexto apartado se detallan las conclusiones del presente trabajo.

II. ANÁLISIS DIDÁCTICO DE DOS ACTIVIDADES REALIZADAS EN ASIGNATURAS DEL MÁSTER Y SU APLICACIÓN EN EL PRACTICUM

a. Actividad 1

Durante las clases de la asignatura “Diseño de actividades de aprendizaje de biología y geología” se desarrollaron nueve prácticas; siete en el laboratorio, una en casa, y una excursión a la plaza del Pilar, tras las que había que entregar un informe por grupo de prácticas; tres intervenciones en el aula, de docentes de Biología y Geología: Beatriz Bravo, Roser Nebot e Irene Villa; y un trabajo final individual que consistía en una memoria y un póster de una propuesta didáctica.

De las actividades realizadas elijo una práctica de laboratorio la “Disección de órganos”.

Para la realización de esta práctica se crean cinco grupos de expertos, uno para cada órgano: hígado, corazón, ojos y encéfalo (van juntos), riñones y pulmones. En cada grupo de expertos hay un jefe de mesa, que será quien diseccione y explique a sus compañeros de grupo el órgano en cuestión. La docente informa con anterioridad de quiénes van a ser los jefes de mesa y pone a disposición de todos los alumnos la información sobre estos órganos que deben mirar antes de la práctica. Una vez en el laboratorio al comienzo de la práctica, los miembros del grupo de prácticas nos vamos con nuestro grupo de expertos a una mesa con los órganos que tenemos que diseccionar. La docente pasa por las mesas para aconsejarnos sobre cómo emplear la metodología System Thinking por medio de preguntas para ver la relación que poseen los diferentes elementos entre sí del órgano. Cuando acabamos las disecciones regresamos con nuestro grupo de prácticas y cada uno, especialista en uno o varios órganos, tiene que explicarle a sus compañeros los órganos que ha diseccionado. Finalmente, se hace una reflexión conjunta sobre las relaciones entre los diferentes órganos que forman el cuerpo humano. Posteriormente, se realiza un informe sobre la práctica.

En esta actividad se pone en práctica el concepto System Thinking o pensamiento sistémico como herramienta metodológica para entender el cuerpo humano como un sistema. La teoría de sistemas permite comprender la realidad y funcionamiento de la educación como un sistema complejo. El objetivo principal del pensamiento sistémico es el de desarrollar una percepción de la realidad como totalidades integradas. Este enfoque permite cometer menos errores, aprender de estos y aumentar los aciertos (Sánchez, 2016).

También, se emplea la metodología puzzle con la técnica grupo de expertos, en los que cada miembro del grupo de prácticas es experto en uno o varios órganos. Dentro de los métodos de aprendizaje cooperativo, el que más satisfacción produce es el puzzle, debido a que sus características aseguran un gran número de interacciones entre los miembros del grupo y que las discrepancias sean generadoras de aprendizaje. Al profesorado que empieza a implementar el aprendizaje cooperativo, le resulta muy sencillo de gestionar. Para llevar a cabo esta técnica se siguen los siguientes pasos: división de la clase en grupos cooperativos heterogéneos, preparación individual, preparación en grupo de especialistas y grupos base cooperativos. Este método potencia la interacción positiva y la responsabilidad, ya que cada miembro del grupo dispone de una pieza del puzzle y no es hasta que todos consiguen tener el dominio del conocimiento sobre el tema cuando consiguen el objetivo del grupo. Además, para el reparto de cada parte el docente tiene que conocer muy bien a sus alumnos, de esta manera distribuye las tareas de diferente dificultad, si la hubiera, entre los miembros de los grupos de acuerdo a sus características y posibilidades (Ibáñez y Gómez, 2005).

En relación con esta actividad en las prácticas pude emplear el método System Thinking en las sesiones online para repasar las ideas que habían estudiado previamente los alumnos, y establecer relaciones entre ellas porque todas ellas forman parte de un sistema que en esta

unidad es la Evolución. Este concepto está relacionado con todos los aspectos de la Biología, por lo que pude establecer conexiones con otros temas del libro de texto que habían visto a lo largo del curso, como la historia geológica de la Tierra, los ecosistemas, la actividad humana y el medio ambiente, y la genética.

Al finalizar la unidad les propuse que hicieran dos fichas que recogían una secuencia de actividades para acabar de relacionar los conceptos del tema, empleando así el método System Thinking. En su diseño se emplearon diferentes recursos digitales interactivos: un simulador de selección natural, un cuento que relaciona la selección natural y la genética, un vídeo que explica los procesos anteriores, y un simulador que tienen que elaborar ellos mismos, con las indicaciones de la ficha, para entender los cambios evolutivos de las poblaciones. Estas fichas se pueden consultar en el siguiente [enlace](#).

Aunque no pude llevarlo a la práctica porque los grupos eran grandes, de 31 y 30 personas, y las sesiones eran telemáticas, sí que preparé un juego de rol con personajes históricos que defendieron diferentes posturas ante la Evolución. En él los personajes asisten a un congreso donde exponen sus ideas, se genera un debate, y una reflexión posterior. Para su desarrollo se aplica la metodología puzzle, dividiendo la clase en seis grupos de cinco alumnos pertenecientes a un grupo de expertos diferente cada uno. Cada grupo de expertos corresponde a un personaje: Carl von Linneo defensor del fijismo y creacionismo, George Cuvier del catastrofismo, Lamarck de la herencia de los caracteres adquiridos, Darwin y Wallace (contarán como uno) defensores de la selección natural, y Theodosius Dobzhansky de la Teoría Sintética. Se les da con antelación a la sesión del congreso unas fichas extraídas del libro de Fernández de Manzanos (2002) con información de los personajes y de sus posturas, además pueden buscar información en Internet u otros recursos. En la sesión del congreso se reúnen los miembros de los grupos de expertos en una mesa, con su jefe de mesa que explica las ideas principales que defiende su personaje a sus compañeros y argumentan su mensaje. Posteriormente, se reúnen con su grupo inicial donde se genera un debate con las distintas ideas. Finalmente, se hace una reflexión conjunta con toda la clase. Las fichas de los personajes pueden consultarse en el siguiente [enlace](#).

b. Actividad 2

En la asignatura optativa “Habilidades comunicativas para docentes” hubo cuatro clases presenciales. En la primera clase tuvo lugar la presentación de la asignatura y la distribución de los grupos para la realización de las exposiciones en grupos de cinco y por parejas, en la segunda la clase magistral de teoría del lenguaje, en la tercera la exposición de 11 artículos en grupos de cinco personas, y en la cuarta la exposición por parejas de un tema a nuestra elección. En las exposiciones se ponía en práctica lo visto en la teoría, y después se evaluaban conjuntamente. Durante las prácticas teníamos que grabarnos dando una clase, y al volver de las prácticas exponer 10 minutos de esa grabación para analizarla entre todos, pero esta última parte no se pudo realizar. Esta clase grabada tendría que quedar recogida en un portafolio que incluyese: diseño, desarrollo, grabación audiovisual y análisis de la clase, junto al análisis y reflexión de las dos exposiciones de clase.

La actividad que selecciono de esta asignatura es la exposición en parejas.

En la exposición por parejas, mi compañera y yo preparamos una exposición de 10 minutos para el grupo reducido sobre la salud del organismo y el sistema inmune. En ella teníamos que simular que dábamos una clase a estudiantes de secundaria, mientras nuestros compañeros de clase actuaban como si lo fuesen. Posteriormente, el grupo analizaría nuestra intervención, y finalmente la docente también.

Dentro de las estrategias para hacer comprensible el discurso, dictum, se analizan tres aspectos: la contextualización, la estructuración y la densidad informativa.

En la contextualización se tiene en cuenta si se hace referencia al currículum de secundaria o se enmarca en algún contexto académico. La estructuración corresponde a si hay índice, y el orden en el que se presentan los contenidos. Y la densidad informativa se refiere a la cantidad de información, si hay muchos contenidos y se hace pesada la exposición, si se simplifican bien, o si hay pocos y no se dice nada. Si se pone un vídeo se puede cortar para que se entienda mejor.

En el dictum también se analizan las estrategias para generar interés como son la distanciación y la aproximación, es decir, autoridad vs *captatio benevolentiae*. Para conseguir mayor aproximación se pueden lanzar preguntas a la clase, pedir que den su opinión sobre imágenes o vídeos expuestos...

El modus engloba las estrategias para controlar los elementos paralingüísticos y no verbales. Elementos paralingüísticos son: el tono, los silencios, la fluidez verbal... y elementos no verbales: la sonrisa, la mirada, los gestos con las manos y faciales, la rigidez, el nerviosismo, y la postura.

Existen distintos circuitos comunicativos, que van desde los más cerrados como puede ser la clase magistral, hasta los más abiertos, en los que la clase se va construyendo a partir de ciertas preguntas y respuestas que surgen entre el docente y los alumnos, de esta manera se fomenta el interés por la materia. La estrategia de indagación dialógica orientada por el docente, ver figura 1, parte de una pregunta que busca conocer las ideas del grupo respecto al tema y promueve su expresión. De esta manera el alumno toma conciencia de las respuestas del diálogo didáctico y las reinterpreta por medio de los nuevos y sucesivos interrogantes que le plantea el docente. Esta estrategia representa una alternativa constructivista, superadora de la enseñanza habitual de las ciencias donde se enfatiza la circularidad del proceso de comunicación, en el que los roles de emisor y receptor son intercambiables y el docente promueve la creación de una situación de referencia y un contexto que favorezca el aprendizaje comprensivo (De Longhi et al., 2012).

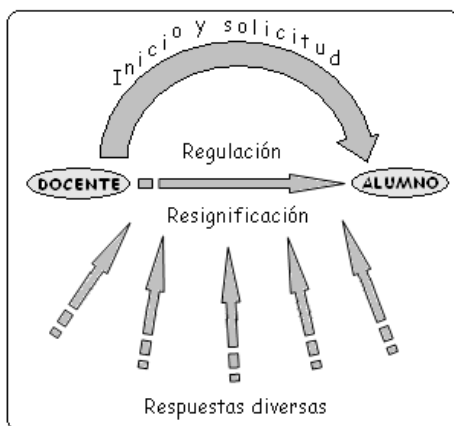


Figura 1. Estrategia de indagación dialógica orientada por el docente (IDP)

Esta actividad me sirvió para mejorar algunos aspectos de mi comunicación en las sesiones online con los alumnos durante las prácticas, como; nombrar los conceptos que se iban a repasar en la sesión, antes de empezar, y llevar una línea temporal en la presentación PowerPoint, para contextualizar y estructurar mejor los contenidos que repasábamos; disminuir la densidad informativa porque eran sesiones de repaso y resolución de dudas, por eso la presentación contiene poco texto y muchas imágenes. El distanciamiento y la aproximación los puse en práctica mediante el planteamiento de preguntas, intentando crear un diálogo reflexivo y la petición de su participación. En cuanto a los elementos

paralingüísticos me di cuenta de que debía dejar más tiempo para que respondieran a mis preguntas porque si no hablaba solo yo, algo que me pasó en la primera sesión con el primer grupo pero no con el siguiente grupo y que mejoró en las sesiones siguientes. Por último, en el lenguaje no verbal mostré una gesticulación clara a la hora de explicarme o de poner ejemplos como con la posición del pulgar en la hominización que pasa a ser oponible, y todos se pusieron a hacer el gesto de pinzas con las manos para comprobarlo y reflexionar. En el siguiente [enlace](#) se puede acceder a la presentación PowerPoint y la grabación de parte de una sesión online con alumnos.

III. PROPUESTA DIDÁCTICA

a. Título y nivel educativo

La propuesta didáctica se titula “El origen y la evolución de la vida” y corresponde al bloque I “La evolución de la vida” de la asignatura de Biología y Geología de 4º de ESO del curriculum de Secundaria de la Comunidad Autónoma de Aragón. Se ha puesto en práctica telemáticamente en dos grupos de 4º de la ESO, un total de 61 alumnos, a lo largo de cinco semanas, siendo la primera y la última destinadas a las evaluaciones inicial y final respectivamente. Para la realización de las prácticas se ha llevado el libro de texto Biología y Geología de la editorial Santillana (Grence, 2016) que se muestra en la imagen 1. Se puede acceder a él en el siguiente [enlace](#).



Imagen 1. Libro de texto de Biología y Geología de 4º de ESO

b. Evaluación inicial

Utilidad de la Evaluación inicial para la propuesta didáctica

La evaluación inicial evalúa los conocimientos, el entorno, la situación previa, con la finalidad de adaptar el proceso de enseñanza aprendizaje (Tejedor, 1996). Pero el proceso de enseñanza-aprendizaje no debe partir solo de las conclusiones de esta evaluación, sino que además forma parte del propio proceso formativo (Giné, 2003).

Aporta información sobre: las ideas previas o alternativas del alumnado, los conocimientos ya adquiridos, la existencia o ausencia y el grado de los conceptos, estrategias de razonamiento

que emplean para justificar, argumentar..., la actitud ante el aprendizaje y las expectativas ante los nuevos contenidos. De esta manera se pueden incluir actividades para que los estudiantes tengan los mínimos necesarios. Además, ayuda a los estudiantes a anticipar de qué trata el tema, actualiza sus ideas y conocimientos previos, adecua su planificación según el enfoque y las necesidades de las tareas y refuerza su motivación (Giné, 2003).

En las clases online, se tuvieron en cuenta los resultados de la evaluación inicial, analizados en el apartado “¿Qué saben nuestros alumnos inicialmente?”, para hacer hincapié en aquellos conceptos que todavía no se habían adquirido y en las ideas alternativas, fundamentalmente en el lamarckismo. De esta manera mediante la dialéctica y la presentación PowerPoint se preguntaba acerca de estas ideas para resignificar el concepto.

Revisión bibliográfica relativa al nivel de los alumnos

La revisión bibliográfica relativa al nivel de los alumnos sobre la evolución muestra numerosas ideas alternativas y dificultades de aprendizaje, destacando las ideas lamarckistas que se mantienen incluso en estudiantes universitarios de Biología.

Para entender cuáles son las ideas alternativas que muestran los alumnos es necesario tener claro primero cuáles son los aspectos de la evolución que se tratan en clase.

En el libro de texto Biología y Geología de la editorial Santillana (Grence, 2016) el tema de la evolución se reparte en once apartados que corresponden a los contenidos de la unidad: el origen de la vida, el origen de la biodiversidad, Lamarck y a herencia de los caracteres adquiridos, Darwin y Wallace: la selección natural, bases genéticas de la variabilidad, mecanismos evolutivos más comunes, pruebas a favor de la evolución, adaptación y especiación, modelos evolucionistas actuales, hominización y evolución humana. Estos contenidos son más concretos que los que aparecen en el curriculum y corresponden solo a una parte del bloque I “La evolución de la vida” de 4º de ESO de Biología y Geología del curriculum de la comunidad autónoma de Aragón, recogido en la Orden ECD/489/2016, de 26 de mayo. Los contenidos curriculares que se desarrollan en el libro de texto son: origen y evolución de los seres vivos, hipótesis sobre el origen de la vida en la Tierra, teorías de la evolución, el hecho y los mecanismos de la evolución, relación de las mutaciones con la evolución, y la evolución humana: proceso de hominización.

La evolución es el eje vertebrador de la biología, sin embargo, se considera un tema complejo y difícil de enseñar y aprender. Algunas dificultades se relacionan con la naturaleza del contenido y otras con las características y nivel de desarrollo cognitivo del alumnado, por ejemplo los errores conceptuales, los contenidos nuevos, los conceptos abstractos, facilitan que el alumnado mantenga una visión lamarckista de la evolución (Linares, Gisbert y Garzón, 2014).

A pesar del papel central en la Biología que tiene la evolución de las especies, la biología evolutiva apenas es vista en los primeros años de formación del alumnado, al menos de manera explícita. La biología evolutiva no es incluida en el currículum vigente hasta 4º de Educación Secundaria Obligatoria, según el Real Decreto 1105/2014, de 26 de diciembre, en la asignatura de Biología y Geología como un bloque completo. Sin embargo, en ese curso, la asignatura ya resulta optativa, lo cual implica que un estudiante puede alcanzar el título de enseñanza obligatoria sin haber estudiado las teorías evolutivas ni el debate social que implican.

Como el tema de la evolución no se contempla en cursos anteriores a 4º de la ESO el contenido es muy novedoso, además la mayoría del alumnado a los 16 años todavía no se encuentra en la etapa piagetiana de operaciones lógico-formales, fundamental para comprender conceptos abstractos. Sus concepciones son más intuitivas, presentando dificultades para comprender los mecanismos evolutivos (Linares, Gisbert y Garzón, 2014).

Estas ideas alternativas son inherentes al pensamiento, por ejemplo el uso de reglas simplificadoras para entender procesos complejos, constituye uno de los caminos que conducen a las concepciones espontáneas. El uso del sentido común para comprender determinados conceptos científicos complejos, lo que conlleva a la incorporación de conceptos erróneos. Por esto, atribuir al uso y desuso de un órgano (principio lamarckista) la causa del desarrollo de nuevas características anatómicas forma parte de un pensamiento causal simple. Este pensamiento es uno de los pilares básicos de la lógica del sentido común con el que se aborda la interpretación de los procesos evolutivos y se combina con una visión teleológica, de encontrar una causa final a todo fenómeno natural (Grau y de Manuel, 2002).

Algunas concepciones alternativas se basan en razonamientos teleológicos que consideran a las especies inmutables, en las que la variabilidad de caracteres no modifica a estas especies (Della costa y Occelli, 2020).

El alumnado atribuye a las mutaciones un origen adaptativo, como respuesta a un cambio externo, ambiental. Y además, se suele aplicar un cierto empiricismo, al interpretar que las modificaciones adquiridas a lo largo de la vida pueden transmitirse a los descendientes (herencia de los caracteres adquiridos de Lamarck) (Grau y de Manuel, 2002).

Las ideas previas más comunes sobre evolución en alumnado de todas las etapas educativas, incluso en estudiantes universitarios de Biología, son las lamarckistas. Se basan en las necesidades impuestas por el medio, la voluntad de los organismos hacia un perfeccionamiento continuo, el uso y desuso de órganos o la herencia de caracteres adquiridos. Todas ellas tienen un marcado carácter finalista y vitalista que chocan con los modelos científicos actuales (Gallego y Muñoz, 2015).

Los estudiantes tienen dificultades para; distinguir los procesos responsables de variabilidad dentro de una población, y en el mantenimiento y transmisión de dichas variaciones a la descendencia después de varias generaciones; identificar la importancia de la selección natural que favorece o perjudica a los individuos de una población; e interpretar el cambio evolutivo de las poblaciones, como un cambio lento a lo largo del tiempo (Grau y de Manuel, 2002).

Ideas previas

Antes de diseñar y desarrollar la propuesta didáctica se realizó una búsqueda bibliográfica sobre el tema de la evolución para conocer cuáles son las ideas previas del alumnado, dificultades de enseñanza y aprendizaje, ideas alternativas, y propuestas didácticas para llevar a cabo en el aula. Además, en la primera reunión con el tutor de prácticas del centro se comentó cuáles eran las dificultades que se habían encontrado al impartir este tema otros años, sobre todo relacionadas con ideas creacionistas y lamarckistas. Para realizar un diagnóstico del nivel de los estudiantes se realizó una evaluación inicial mediante un formulario de Google para cada grupo, al que se puede acceder en el siguiente [enlace](#).

Se les envió este formulario y se les indicó que debían responderlo solo con lo que sabían, sin buscar en el libro de texto ni en Internet, la semana previa al comienzo del tema. El formulario está compuesto por una presentación seguido de 15 preguntas de opción múltiple. Estas preguntas se elaboraron teniendo en cuenta la búsqueda bibliográfica, la reunión con el tutor y los conceptos que se iban a tratar en la unidad didáctica. Elegí estas preguntas porque en ellas se reflejan los contenidos del libro de texto que iban a trabajar en la unidad, para ver el grado de conocimiento que tienen los alumnos en cada uno de ellos y así adaptar mejor las actividades y las sesiones de repaso de la propuesta didáctica. Los conceptos que aparecen en cada pregunta sobre lo que se pretende conocer en relación a las ideas previas del alumnado se muestran a continuación:

Pregunta 1. Conceptos sobre el origen de la vida: generación espontánea frente a la Teoría de la biogénesis: “*Omne vivum ex vivo*” (“Toda vida sale de vida”) (Louis Pasteur).

Pregunta 2. Teorías sobre el origen de la biodiversidad: creacionismo, catastrofismo, transformismo, lamarckismo y darwinismo.

Pregunta 3. Teorías evolutivas clásicas: lamarckismo y darwinismo.

Pregunta 4. Selección sexual frente a selección natural.

Pregunta 5. Variabilidad genética intraespecífica como mecanismo evolutivo sometido a la selección natural.

Pregunta 6. Mutaciones como fuente de variedad heredable, si se dan en los gametos.

Pregunta 7. Efectos favorables de las mutaciones.

Pregunta 8. Efectos perjudiciales reducen el éxito reproductivo.

Pregunta 9. Efectos de las mutaciones.

Pregunta 10. Reproducción sexual como fuente de la descendencia con modificación.

Pregunta 11. Importancia de las mutaciones en la teoría sintética.

Pregunta 12. Pruebas a favor de la evolución.

Pregunta 13. Especiación

Pregunta 14. Modelos evolucionistas actuales: teoría sintética, teoría neutralista, teoría del equilibrio puntuado y simbiogénesis.

Pregunta 15. Hominización.

¿Qué saben nuestros alumnos inicialmente?

Realizaron la evaluación inicial 18 de 31 estudiantes del grupo 1 y 25 de 30 estudiantes del grupo 2, en total 43 de 61 estudiantes. Los resultados de la evaluación inicial se recogen en la tabla del siguiente [enlace](#). En el gráfico 1 se muestra el porcentaje de aciertos en relación a cada pregunta.

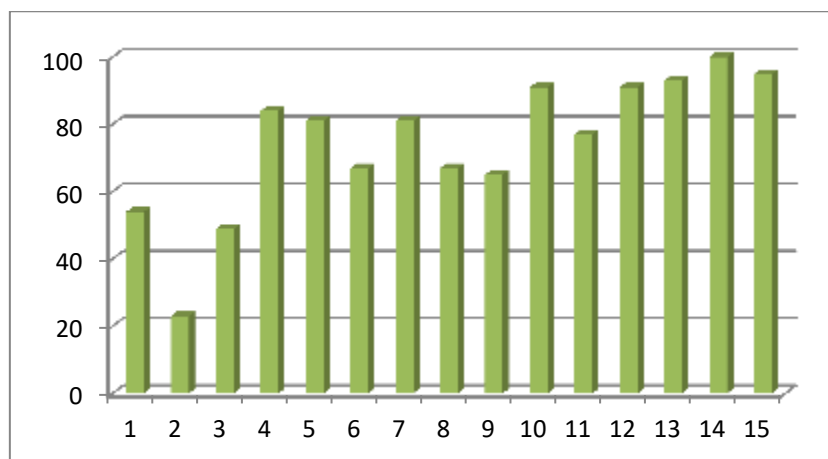


Gráfico 1. Porcentaje aciertos en relación a cada pregunta

A continuación se muestra un análisis de las respuestas de cada pregunta.

Respecto a la pregunta 1, en el grupo 1 encontramos el mismo número de respuestas que apoyan la generación espontánea y la Teoría de la biogénesis (8 y 8), entre los dos grupos sí que hay más respuestas que defienden la teoría de la biogénesis (23 frente a 14). Es interesante descubrir que gran parte del alumnado tiene ideas que no coinciden con los principios científicos.

En la pregunta 2, más del doble de los estudiantes que apoyan el darwinismo argumenta el origen de la biodiversidad con principios lamarckistas. Con esto se comprueba lo revisado en las fuentes bibliográficas.

En la pregunta 3, volvemos a encontrar más respuestas lamarckistas que darwinistas a un ejemplo ilustrado que explica la evolución, aunque en este caso las respuestas están repartidas en 50%.

En la cuarta pregunta, la mayoría ha contestado correctamente que la selección sexual no solo depende de la supervivencia del individuo sino también de su éxito al reproducirse.

En la pregunta 5, el 81% ha respondido correctamente a que la variabilidad genética favorece la supervivencia de una especie sometida a la selección natural.

En la pregunta 6, hay 1/3 del alumnado que no comprende todavía que una mutación en un individuo solo pasa a la descendencia si ésta se produce en los gametos. En los gráficos 2 y 3 se muestran los porcentajes de las respuestas obtenidas en los grupos 1 y 2 respectivamente.



Gráficos 2 y 3. Porcentajes de las respuestas a la pregunta 6 obtenidas en los grupos 1 y 2 respectivamente

En la pregunta 7, la mayoría tiene claro que una mutación puede tener efectos favorables.

En la pregunta 8, 1/3 del alumnado no responde correctamente a que una mutación con efectos perjudiciales reduce el éxito reproductivo del individuo y por lo tanto la posibilidad de transmitirla a la descendencia será menor.

En la pregunta 9, cerca de 1/3 cree que las mutaciones siempre tienen efectos, y esto no siempre es así porque existen mutaciones neutras.

En la pregunta 10, casi la totalidad de los y las estudiantes defienden correctamente que hay más variabilidad genética en la reproducción sexual que en la asexual, solo en 9% defiende lo contrario.

En la pregunta 11, el 77% responden correctamente que las mutaciones tienen relación con la evolución según la teoría neodarwinista.

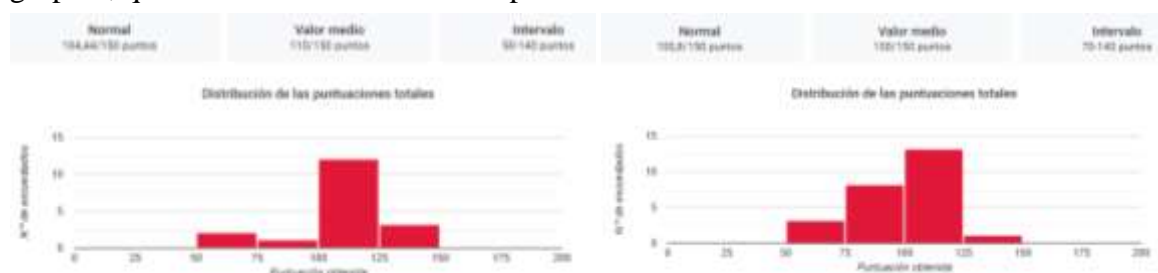
En la pregunta 12, todas las respuestas eran correctas, y el 91% responde exactamente eso, mientras que el 9% solo está de acuerdo con algunas opciones.

En la pregunta 13, salvo tres personas todos entienden correctamente el concepto de especiación.

En la pregunta 14, el 100% responde correctamente, y podemos ver que las teorías con las que más de acuerdo están para explicar el proceso evolutivo que lleva a la especiación son: la teoría sintética y la teoría del equilibrio puntuado.

En la pregunta 15, salvo 2 personas que responden que no lo saben el resto define más o menos correctamente el concepto de hominización. En estas definiciones se pueden observar, en repetidas ocasiones, errores como considerar que la especie homo sapiens (humanos) es una raza, o que la especie homo sapiens viene de una raza de primates, o que los simios vienen de los monos, o que la hominización es un proceso que afecta a todos los seres vivos.

En los gráficos 4 y 5 se muestran las puntuaciones obtenidas del grupo 1 y 2 respectivamente. Como son 15 preguntas y cada una tiene una puntuación de 10, el total es 150 puntos. Se puede interpretar que en el grupo 1 hay un más alumnos con mayores puntuaciones que en el grupo 2, que están más distribuidos en puntuaciones medias.



Gráficos 4 y 5. Puntuaciones obtenidas del grupo 1 y 2 respectivamente.

En resumen, las conclusiones que se pueden sacar en base a las respuestas recogidas en el formulario son las siguientes; un 33% de estudiantes defiende la generación espontánea; el 60% elige argumentos lamarckistas, como la ley del uso y desuso y la herencia de caracteres adquiridos, para explicar el origen de la biodiversidad; y, el 51% presenta posturas lamarckistas y el 49% darwinistas, para explicar la evolución del cuello de las jirafas.

En cuanto a las mutaciones, hay conceptos que faltan por comprender como que la transmisión de una mutación a la descendencia solo se produce si ésta se encuentra en los gametos, o que una mutación con un efecto perjudicial tiene menos probabilidades de pasar a la descendencia porque disminuye el éxito reproductivo, y por último, no todos tienen claro que las mutaciones no siempre tienen efectos.

Conceptos que la mayoría comprenden son: que la variabilidad genética favorece la supervivencia de una especie sometida a la selección natural, que una mutación puede tener efectos favorables, que la reproducción sexual es fuente de mayor variabilidad genética, que las mutaciones influyen en la evolución, que la especiación es un proceso evolutivo de formación de especies a partir de una especie antecesora, y que la hominización es un proceso evolutivo que diferencia a los homínidos del resto de primates, dando lugar a los humanos.

c. Objetivos

Los objetivos de la propuesta didáctica relacionados con “El origen y la evolución de la vida” del bloque I “La evolución de la vida” de la asignatura de Biología y Geología de 4º de ESO del curriculum de Secundaria de la Comunidad Autónoma de Aragón, recogido en la Orden ECD/489/2016, de 26 de mayo, y teniendo en cuenta la evaluación inicial son:

1. Identificar las teorías modernas sobre el origen de la vida, las ideas preevolucionistas y las teorías evolucionistas clásicas y actuales.
2. Comprender los principios de la teoría evolucionista de Lamarck y reconducir la concepción alternativa del lamarckismo sobre la evolución. Y los principios de la teoría de la selección natural de Darwin y Wallace.
3. Reconocer los tipos de pruebas que argumentan a favor de la evolución como explicación de la diversidad de los seres vivos, percibiendo sus características esenciales.
4. Comprender los dos principales factores responsables de la variabilidad en una población: mutaciones y reproducción sexual.
5. Entender los conceptos de adaptación y especiación, identificando los mecanismos mediante los que se produce la especiación, para entender los cambios evolutivos.
6. Señalar las adquisiciones biológicas fundamentales de los homínidos bípedos.

d. Marco teórico

De la propuesta didáctica

La evolución es un tema central en las ciencias naturales y sobre todo en la biología, porque incluye múltiples aspectos como la diversidad y clasificación de los seres vivos, la dinámica terrestre, la genética o la ecología. Sin la comprensión de la evolución la comprensión de la biología es incompleta (Gallego y Muñoz, 2015). Concretamente la comprensión de los modelos de biología evolutiva permite tomar decisiones respecto a fenómenos importantes para la vida cotidiana como son las resistencias bacterianas a los antibióticos o las plagas agrícolas a insecticidas, las dificultades en el control de pandemias, y los últimos avances en el conocimiento del genoma. Por eso, su aprendizaje es clave para la educación científica de una sociedad crítica (Pérez, Gómez y González, 2018). La enseñanza de la evolución biológica en secundaria debería contemplar un programa de alfabetización científica con los siguientes objetivos: conocer las pruebas de la evolución biológica, comprender los conceptos básicos de su mecanismo (darwinismo y selección natural), y entender los cambios evolutivos (Grau y de Manuel, 2002).

Los principales precursores de las teorías clásicas de la evolución son: Carolus Linnaeus (s. XVIII) defensor del creacionismo y fijismo, y George Cuvier (s. XVIII-XIX) que propuso la teoría del catastrofismo con la que explicaba que las extinciones eran producto de catástrofes naturales que asolaban la Tierra. La primera teoría evolucionista fue la de Jean-Baptiste Lamarck (s. XVIII-XIX) el primero en defender que los cambios eran resultados de una ley y no una disposición milagrosa. Propuso que los cambios en los organismos eran influencia del ambiente, que dichos cambios producen otros que llevan a usar más unos órganos que otros, ley del uso y desuso, y que estos cambios son heredables, herencia de los caracteres adquiridos. Darwin (s. XIX) y Wallace (s. XIX-XX) llegaron a las mismas conclusiones sobre la selección natural de manera independiente gracias a sus viajes y publicaron sus ideas de manera conjunta. Posteriormente, Darwin siguió estudiando sus ideas y publicó “El origen del hombre y la selección en relación al sexo” donde explicaba la selección sexual. Darwin apoyaba la herencia de los caracteres adquiridos de Lamarck. En 1900 fueron redescubiertos los trabajos de Mendel y entre 1936 y 1947 se produjo la Teoría Sintética Evolutiva, que explicaba los cambios en las especies por medio de las mutaciones genéticas. Se puso énfasis en las poblaciones de organismos, la especiación geográfica y las tasas de evolución variables. Dándole más importancia al azar y al éxito reproductivo. Los principales defensores fueron Dobzhansky, Simpson y Mayr (De Haro, 1999). En 1968 Motoo Kimura propuso la teoría neutral de evolución molecular (Lessa, 2009). En 1972 Endredge Gould propuso el equilibrio puntuado, al constatar largos periodos sin cambios aparentes en el registro fósil (estasis), seguidos por periodos muy rápidos de especiación (De Haro, 1999). A finales de los años 60, la bióloga Lynn Margulis propuso la simbiogénesis para explicar el origen de las células eucariotas. Años más tarde, afirmó que debía ser considerada como responsable de la gran mayoría de los eventos macroevolutivos y de especiación (Suárez, 2014).

El evolucionismo defiende que los cambios en las especies se deben a dos procesos fundamentales: el azar de la variabilidad, debido a mutaciones o recombinación genética, y su mantenimiento mediante la selección natural. Es decir, la variabilidad aparece de forma espontánea en una población, y su carácter adaptativo depende de las condiciones del medio en el que se encuentra. El azar aparece sin tener ninguna relación con las necesidades del organismo, seguida de una acción determinista como es la selección natural. Darwin llama selección natural a la preservación de las variaciones favorables y la eliminación de las desfavorables, considerando que la selección natural no hace nada si no existe esa variabilidad. La selección natural no genera los cambios, pero orienta la transformación de los seres vivos al favorecer a aquellos que presentan variaciones favorables. Aquellos que poseen

una variación favorable sobreviven y tienen más posibilidades de dejar descendencia, y así es cómo evolucionan las poblaciones (Hernández y Ruiz, 2000).

De la adecuación de la propuesta didáctica al centro educativo

La propuesta didáctica se ha desarrollado de manera telemática desde casa, con ordenador e Internet propios. El reto profesional fue sobre todo al principio con el manejo de herramientas digitales nuevas. Estudios realizados con el fin de analizar las dificultades para la plena incorporación de las TIC en el aula señalan como principales barreras para los docentes: la escasez de recursos o dificultad de acceso a ellos, la falta de formación del profesorado, la falta de materiales y modelos curriculares, la falta de apoyo técnico y formativo, la falta de tiempo y la resistencia del profesorado a dicha integración (López y Morcillo, 2007).

Ante la situación de confinamiento con el Estado de Alarma, el centro decidió que la metodología para seguir con la educación a distancia fuese Flipped Classroom o aula invertida. También la propuesta didáctica se desarrolló con esta metodología, que se explica en el siguiente apartado. Como señala Moreno (2020) en estos tiempos de Coronavirus se han implementado diferentes metodologías que buscan modificar el proceso de enseñanza-aprendizaje remplazando la clase magistral por metodologías que prioricen el aprendizaje por encima de la enseñanza, y que tengan en cuenta el grado de autonomía de los estudiantes y su nivel de conocimiento de las TICS. La incorporación de la didáctica de la enseñanza, el uso pedagógico de las TICS y la aplicación de las teorías constructivistas han permitido que algunos profesores transformen sus aulas gracias a metodologías como “aprendizaje activo” propiamente dicho, en el que el alumno debe seleccionar, analizar y evaluar la información que le permita construir el conocimiento, “aula invertida”, “aprendizaje a partir de problemas”, entre otras.

De la metodología utilizada

La clase invertida o Flipped Classroom también es conocida con otros nombres como clase al revés o backwards classroom, instrucción inversa o reverse instruction, invirtiendo la clase o flipping the classroom, enseñanza inversa o reverse teaching... Es un enfoque pedagógico que consiste en dedicar el tiempo fuera del aula a realizar ciertos procesos de aprendizaje que tradicionalmente se hacen dentro de ella, y dedicar el tiempo dentro del aula a potenciar y facilitar otros procesos de adquisición y prácticas de conocimientos, en aplicar conceptos y participar creativamente en los contenidos, con la presencia, guía y experiencia del docente. En la figura 2 se describen las fases de Flipped Classroom (Sánchez, Ruiz y Sánchez, 2017).



Figura 2. Fases de las clases invertidas

El rol del profesor se transforma, deja de ser el transmisor de información, para ser un facilitador del aprendizaje, tutorizando y guiando. El alumnado estudia de manera autónoma y en clase se resuelven dudas, realizan prácticas e inician debates relevantes con el contenido.

Esta metodología fomenta el uso de recursos educativos digitales con tareas que favorecen el aprendizaje significativo del estudiante estableciendo relaciones entre los conceptos nuevos y los que ya conoce, ya que el estudiante adquiere un rol más activo situándolo en el centro del proceso de enseñanza-aprendizaje. Los vídeos que se presentan son de corta duración y pretenden presentar o resumir un concepto, su uso es útil pero si se usa como única fuente de conocimiento el alumnado reduce la información que recibe, por eso es necesario el uso de multitud de recursos (Sánchez, Solano y González, 2016).

Por un lado, tiene algunas ventajas como el ahorro de tiempo lectivo y el aumento del interés y compromiso del alumnado. El uso del vídeo permite su visualización repetida, la actualización del contenido constantemente, y su reutilización. Además, permite enseñar al ritmo individual de cada estudiante. Por otro lado, también tiene algunas desventajas como el rechazo del alumnado a abandonar el método tradicional, el gran esfuerzo por parte del docente que debe modificar su programación y crear material. En relación al uso del vídeo, es necesario contar con instalaciones adecuadas y equipo especializado, además de que el docente debe estar motivado y convencido para poner en marcha esta metodología, y debe poseer cierto grado de habilidades comunicativas para que el método se aplique de manera óptima (Aguilera, Manzano, Martínez, Lozano y Casiano, 2017).

IV. PROPUESTA DIDÁCTICA. ACTIVIDADES

a. Contexto

Contexto de centro

El Colegio Obra Diocesana Santo Domingo de Silos, es un centro educativo bilingüe de carácter privado-concertado católico situado en el barrio de Las Fuentes de Zaragoza. Tiene unos 21.000 m² de extensión y sobre 2.400 estudiantes matriculados. Presta servicio educativo en régimen de concierto en Educación Infantil, Educación Primaria, Educación Secundaria Obligatoria (ESO), Bachillerato, Formación Profesional Básica y Ciclos Formativos de Grado Medio y Grado Superior.

Se define como un centro de enseñanza abierto a toda la sociedad, especialmente al servicio del alumnado con familias menos favorecidas económicamente. El centro desarrolla su acción educativa en contacto con la realidad social, costumbres y tradiciones del entorno y ofrece medios educativos eficaces para conocer, asimilar y participar creativamente en la propia cultura.

Contexto de aula

Durante el Practicum II, he impartido telemáticamente la unidad didáctica “El origen y la evolución de la vida” del libro de texto de Biología y Geología a dos grupos de 4º de Educación Secundaria Obligatoria (ESO) con la metodología Flipped Classroom. La planificación consistía en dos pasos:

-El alumnado recibía la programación semanal el lunes, por correo electrónico, y se les daba una semana de tiempo para hacer las tareas, hasta el lunes de la semana siguiente, comunicando sus dudas por correo electrónico que se resuelven en menos de 24 horas. Estas tareas se recogían mediante formularios de Google. En el siguiente [enlace](#) se puede acceder a las programaciones semanales.

-Las sesiones online eran los viernes, en horario de clases, por Google Meet, para las que se les facilitaba el enlace de acceso en la programación semanal. En estas sesiones online se resolvían dudas y se preguntaba por el contenido que habían tenido que trabajar antes de la sesión para consolidar los conceptos.

b. Participantes

Las aulas de seguimiento son dos grupos de 4º de la ESO (grupo 1 y grupo 2). En el grupo 1 hay 31 alumnos matriculados (16 chicas y 15 chicos), y en el grupo 2, 30 alumnos matriculados (13 chicas y 17 chicos).

En el Practicum I entré en alguna clase del grupo 2, que es más participativo que el 1, aunque también es más movido, son bastante habladores, algunos muestran un gran desinterés sin llevar los apuntes ni libros de la asignatura, sin nada sobre la mesa, otros se duermen, las voces más graves elevan el volumen de voz del grupo que apenas reacciona a las llamadas de silencio.

Durante el practicum II se tiene acceso a la totalidad de estudiantes, todos tienen internet, pero no todos tienen la misma disponibilidad para poder conectarse en el mismo momento. Es decir, se entiende que hay familias que solo tienen un ordenador en casa pero si lo necesitan para trabajar no pueden conectarse a las clases, otros no tienen ordenador y siguen las clases con el móvil de sus padres o madres. La vía de comunicación con las familias es a través del correo electrónico.

c. Objetivos

Los objetivos didácticos que se pretenden conseguir con esta propuesta didáctica son:

1. Valorar la importancia de los experimentos de Redi y de Pasteur para evitar reflexiones fundamentadas en la generación espontánea.
2. Explicar los enfoques teóricos actuales sobre el origen de la vida.
3. Conocer las ideas precursoras del evolucionismo y las ideas evolucionistas teniendo en cuenta los diferentes puntos de vista según los contextos en los que se originaron independientemente de que estén más o menos de acuerdo con ellas.
4. Identificar las teorías modernas sobre el origen de la vida, las ideas preevolucionistas y las teorías evolucionistas.
5. Comprender los principios de la teoría evolucionista de Lamarck y reconducir la concepción alternativa del lamarckismo sobre la evolución.
6. Comprender los principios de la teoría de la selección natural de Darwin y Wallace.
7. Discernir entre los dos principales factores responsables de la variabilidad en una población.
8. Identificar los principales mecanismos evolutivos, reconociendo ejemplos de cada uno de ellos y los procesos implicados en ellos.
9. Reconocer los tipos de pruebas que argumentan a favor de la evolución como explicación de la diversidad de los seres vivos, percibiendo sus características esenciales.
10. Entender los conceptos de adaptación y especiación, y conocer los mecanismos mediante los que se produce la especiación.
11. Practicar con simuladores los conceptos implicados en la teoría sintética, los conceptos de selección natural y especiación.
12. Señalar las adquisiciones biológicas fundamentales de los homínidos bípedos.
13. Desarrollar una actitud de respeto e igualdad hacia las víctimas del racismo con independencia de su cultura o época de origen, relacionándola con la universalidad de los Derechos Humanos.
14. Apreciar la ausencia de mujeres en la ciencia antes del siglo XX, la discriminación sufrida por el hecho de serlo y la larga lucha por el reconocimiento de sus derechos.

d. Contenidos

Los contenidos a tratar durante la propuesta didáctica serán los prescritos por la Orden ECD/489/2016, de 26 de mayo, en el bloque I “La evolución de la vida” de 4º de ESO de Biología y Geología del curriculum de la comunidad autónoma de Aragón, concretados en un segundo nivel con los del libro de texto Biología y Geología de la editorial Santillana (Grence, 2016).

1. Origen y evolución de los seres vivos
2. Hipótesis sobre el origen de la vida en la Tierra
 - 2.1. Concepto de generación espontánea
 - 2.2. Teorías modernas sobre el origen de la vida
3. Teorías de la evolución
 - 3.1. Teorías preevolucionistas: creacionismo, fijismo y catastrofismo
 - 3.2. Lamarck y la herencia de los caracteres adquiridos
 - 3.3. Darwin y Wallace. La selección natural
 - 3.4. Pruebas a favor de la evolución: anatómicas, biogeográficas, paleontológicas y bioquímicas
 - 3.5. Modelos evolucionistas actuales: teoría sintética, teoría neutralista, teoría del equilibrio puntuado y simbiogénesis
4. El hecho y los mecanismos de la evolución
 - 4.1. Principios de la selección natural, selección sexual y coevolución
 - 4.2. Bases genéticas de la variabilidad: mutaciones y reproducción sexual
 - 4.3. Conceptos de adaptación y especiación
 - 4.4. Los distintos tipos de aislamiento reproductivo
 - 4.5. Fenómenos de extinción y radiación adaptativa
5. Árboles filogenéticos
6. La evolución humana: proceso de hominización
 - 6.1. Modificaciones estructurales del bipedismo: ventajas y desventajas
 - 6.2. Otros cambios producidos durante la hominización

Todas las actividades propuestas pretenden conseguir trabajar habilidades y destrezas “a partir de la lectura comprensiva de los apartados señalados del libro de texto, resumiendo los conceptos señalados del libro de texto, extrayendo sus ideas principales”, “Relación de los conceptos nuevos con los ya visto durante el curso sobre herencia y genética”, “Elaboración de un cartel sintetizando de manera gráfica la información del contenido pertinente”, “Manejo de simuladores para trabajar contenidos de la teoría sintética, selección natural y especiación”, y “Uso del correo electrónico, de aplicaciones como Google Meet y de los formularios de Google”, y de actitudes “Adquisición de una mayor autonomía en el estudio de los contenidos del tema”, “Desarrollo de una actitud de respeto y tolerancia hacia otras culturas, siempre basada en la perspectiva concedida por los Derechos Humanos”, “Motivación por el interés por el conocimiento científico”, “Potenciación de una actitud participativa en las clases” y “Fomento de la revisión de las creencias previas y de los prejuicios en materia de igualdad y discriminación para favorecer una actitud más integradora”.

e. Criterios de evaluación y estándares de aprendizaje

La relación entre contenidos, criterios de evaluación y estándares de aprendizaje del curriculum, recogidos en la Orden ECD/489/2016, de 26 de mayo, se muestra en la tabla 1.

Contenidos	Criterios de evaluación	Estándares de aprendizaje
1. Origen y evolución de los seres vivos 2. Hipótesis sobre el origen de la vida en la Tierra 3. Teorías de la evolución	Crit.BG.1.16. Conocer las pruebas de la evolución. Comparar lamarckismo, darwinismo y neodarwinismo.	Est.BG.1.16.1. Distingue las características diferenciadoras entre lamarckismo, darwinismo y neodarwinismo.
4. El hecho y los mecanismos de la evolución	Crit.BG.1.17. Comprender los mecanismos de la evolución destacando la importancia de la mutación y la selección. Analizar el debate entre gradualismo, saltacionismo y neutralismo.	Est.BG.1.17.1. Establece la relación entre variabilidad genética, adaptación y selección natural.
5. Árboles filogenéticos	Crit.BG.1.18. Interpretar árboles filogenéticos, incluyendo el humano.	Est.BG.1.18.1. Interpreta árboles filogenéticos.
6. La evolución humana: proceso de hominización	Crit.BG.1.19. Describir la hominización.	Est.BG.1.19.1. Reconoce y describe las fases de la hominización.

Tabla 1. Relación entre contenidos, criterios de evaluación y estándares de aprendizaje

f. Metodología utilizada

La metodología que se plantea en esta Unidad Didáctica es activa y participativa, favoreciendo un aprendizaje significativo y constructivista por parte de los estudiantes. Como describen Gavira, Arango, Valencia y Bran (2019), el empleo de Flipped Classroom permite un aprendizaje flexible, en el que el alumnado puede consultar en línea el material disponible en internet, vídeos preparados por los docentes, con los que aprende antes de clase, y una vez en el aula, en este caso virtual, el docente realiza una exploración con mayor profundidad de los temas estudiados con antelación, además de proponer ciertas situaciones problema, para así lograr la construcción del conocimiento con gran capacidad de análisis, síntesis y creatividad. También, se alcanza una integración entre el constructivismo y cognitivismo, al vincular los diferentes patrones que inciden en el proceso de aprendizaje (cognitivismo) y la forma en que se construye el conocimiento en el aula, reconociendo los aprendizajes previos obtenidos por los estudiantes (constructivismo).

Para la aplicación de esta metodología en la propuesta didáctica las tareas que el alumnado tenía que realizar antes de la sesión online se basan en lecturas comprensivas, resúmenes y ejercicios, que favorecen la integración de los conceptos de manera autónoma. En la clase digital se realiza la puesta en práctica de todos esos contenidos, por medio de la dialéctica llevada a cabo por el docente que hace de guía para la construcción del conocimiento apoyada de una presentación PowerPoint con poco texto y muchas imágenes que ayudan asociar rápidamente los contenidos con su significado. En el siguiente [enlace](#) se puede acceder al PowerPoint.

La consecución del aprendizaje significativo es posible en gran medida gracias a la contextualización de los contenidos expuestos en la presentación, que permite ubicar cronológicamente los acontecimientos más importantes junto con los defensores de cada teoría o idea. Así mismo, se fomenta que los estudiantes expresen sus opiniones y juicios propios de manera razonada durante la presentación, favoreciendo la interacción al invitar a los discentes a mostrar sus reacciones a las imágenes, vídeos y textos ofrecidos y a establecer relaciones con los conocimientos adquiridos a lo largo del curso. Como exponen Sánchez, Solano y González (2016) esta metodología favorece un aprendizaje activo y significativo porque fuerza a que el estudiante piense, y no solo se siente pasivamente a recibir la información, ya que reconstruye el contenido a partir de la reflexión e interacción con sus compañeros, donde presentan, valoran y justifican los contenidos aprendidos. Se trata de un modelo didáctico en el que el alumnado es capaz de demostrar lo que ha aprendido y aplica el material de manera que tenga sentido para ellos y ellas. En las prácticas esto ocurría durante la sesión online que daba lugar a pequeños debates gracias a preguntas que planteaba la docente en prácticas. Por ejemplo en la segunda sesión online, se les nombró una cita famosa de Darwin que dice “Solo con ver una pluma en la cola de un pavo real, ¡me pongo enfermo cada vez que miro!”, esta cita iba acompañada de la imagen de un pavo real y Darwin, y se les planteó la pregunta de por qué Darwin decía eso, ¿acaso no le gustaban los pavos reales?, a lo que hubo varios argumentos, y al final un reflexión que argumentaba la teoría de la selección sexual.

Debe tenerse en consideración la importancia del refuerzo y el repaso en esta materia, dado que no hay clases presenciales y que tampoco es un tema muy manipulativo que se preste a la experimentación en el laboratorio. Por eso al finalizar el tema para repasar y consolidar los contenidos se realizaron unas fichas para trabajar conceptos sobre la teoría sintética, nombradas en el apartado II de este trabajo y que se describirán en el apartado siguiente, se puede acceder a ellas en este [enlace](#). En ellas se ponen en práctica las bases de la selección natural con los conocimientos de la genética que ayudan a reforzar los contenidos del tema, por medio de juegos de simulación. La gamificación es un recurso casi imprescindible para conseguir la máxima motivación de los estudiantes. El uso de la tecnología, concretamente desde el ámbito de la gamificación en el aprendizaje, es una realidad y favorece dos aspectos fundamentales de los procesos educativos actuales: el acceso al aprendizaje en cualquier momento y lugar, y la familiaridad con los contenidos digitales facilita su asimilación. Todo esto hace la gamificación más atractiva (Gil y Prieto, 2019).

Los juegos de simulación como estrategia para abordar el tema de la evolución presentan grandes ventajas. En primer lugar, es adecuado para emplearlos en el aula; en segundo lugar, llama la atención de todo el alumnado, por lo que se consigue un grado de motivación e implicación alto. Los juegos de simulación simplifican las relaciones que se dan en la realidad para clarificar el concepto sin que se pierda la esencia de este. Otra característica es la flexibilidad, permite utilizarlo en cualquier nivel educativo; para motivar cuando se introduce un tema nuevo; para reforzar conceptos y consolidarlos en la red de conceptos y experiencias asimiladas, haciendo así un aprendizaje más significativo; para sintetizar o recapitular; para recuperar contenidos vistos anteriormente; para evaluar; o como sistema de coordinación interdisciplinar (Mengascini y Menegaz, 2005).

ACTIVIDADES

A continuación se exponen las características de las actividades enfocadas a conseguir los objetivos didácticos de la propuesta teniendo en cuenta el contexto de centro y aula, y de acuerdo con la metodología didáctica prevista. Para la visualización de las actividades,

programaciones, etc. que a continuación se señalan, en este [enlace](#) se comparte la carpeta completa de prácticas.

El tipo de actividades son ejercicios prácticos de lápiz y papel, que desarrollan individualmente. El tiempo que tienen para desarrollarlas es de una semana, aunque como la asignatura tiene 3 horas de clase a la semana, se dispone el trabajo como si de las 3 sesiones de trabajo se tratara. Además de estas, se aconseja un tiempo medio de 20 minutos mínimo de estudio adicional a la semana por cada sesión. Esto plantea que se debe trabajar la asignatura durante un mínimo de 4 horas a la semana. Por eso se planifican tareas y actividades por cada sesión, que corresponden a las horas lectivas de clase, y ese es el tiempo que se estima que duran, una hora por sesión. Tres sesiones de tareas y actividades a la semana y una hora con la docente de sesión online para la resolución de dudas y consolidación de los conceptos hacen el total de 4 horas a la semana. Los recursos necesarios para poder realizar las tareas son el libro de texto y acceso a Internet.

Semanas	Actividades	Metodología	Objetivos
Primera	Evaluación inicial	Cuestionario	Detectar ideas previas y alternativas
Segunda	Sesión online Lecturas comprensivas y resumen Actividades del libro de texto	Flipped Classroom Aprendizaje dialógico Ejercicio práctico	1, 2, 3, 4, 5
Tercera	Sesión online Lecturas comprensivas y resumen Actividades del libro de texto	Flipped Classroom Aprendizaje dialógico Ejercicio práctico	5, 6, 7, 8, 9, 13
Cuarta	Sesión online Lecturas comprensivas y resumen Actividades del libro de texto Fichas de la teoría sintética Carteles	Flipped Classroom Aprendizaje dialógico Ejercicio práctico Gamificación	10, 11, 12, 14
Quinta	Cuestionarios finales	Cuestionario	Valorar los aprendizajes adquiridos

Tabla 2. Relación entre las actividades de cada semana con los objetivos didácticos y la metodología de la propuesta didáctica

En este [enlace](#) se puede acceder a las programaciones semanales.

Semana 1

Sesión 1

Actividad 1. Evaluación inicial

En esta actividad se plantea un cuestionario de google con 15 preguntas que deben responder sin consultar el libro de texto, internet, ni otras fuentes. Esta actividad sirve para conocer las

ideas previas y alternativas sobre el tema de la evolución que tiene el alumnado en cuestión y así poder adaptar mejor las sesiones online de la propuesta didáctica.

Resultados

Los resultados de la evaluación inicial se concretan en el apartado III del presente trabajo. En ella veíamos la presencia de ideas alternativas como la generación espontánea para explicar el origen de la vida e ideas lamarckistas para explicar la evolución. Además, podíamos ver la falta de comprensión sobre las mutaciones. Se puede acceder a la evaluación y a los resultados en este [enlace](#).

Semana 2

En este [enlace](#) se puede acceder a las actividades realizadas por los alumnos esta semana.

Sesión 2.1.

Actividad 2. Lectura comprensiva, resumen y dos ejercicios

En esta actividad se tratan los contenidos: “Hipótesis sobre el origen de la vida en la Tierra”, “Concepto de generación espontánea” y “Teorías modernas sobre el origen de la vida” por medio de la lectura comprensiva de las páginas de estos enlaces: [1](#) y [2](#), su resumen teniendo en cuenta los siguientes apartados: definición de generación espontánea, explicación del experimento de Redi y de Louis Pasteur y definición de los modelos teóricos sobre el origen de la vida: panspermia y abiogénesis o síntesis prebiótica (explicando brevemente las dos teorías abiogénicas) y los ejercicios a continuación detallados.

3. Explica por qué hirvió Pasteur el caldo que contenían los matraces.

4. ¿Por qué el experimento de Redi no sirvió para refutar la idea de la generación espontánea y el de Pasteur sí?

Resultados

Todos los resúmenes están completos, esto es así en todas las sesiones.

En cuanto a las respuestas del ejercicio 3 la mayoría son correctas, hay algunas que están muy bien como “para esterilizar matando a los microorganismos que podría tener el caldo” y otras que no son correctas porque no lo explican como por ejemplo “para que el caldo se hiciera y el experimento pudiera funcionar y demostrar lo que quería demostrar”.

En el ejercicio 4 la mayoría son correctas, hay respuestas que están muy bien por ejemplo “la carne en los experimentos de Redi podía estar contaminada por manipulación previa y por los organismos que se encuentran en los seres vivos. El experimento de Pasteur terminó porque la ebullición del caldo sometido a prueba mató los microorganismos que podía contener”, sin embargo, hay otras que no lo son porque no dicen nada, por ejemplo “porque el de Redi tenía una explicación”.

Sesión 2.2.

Actividad 3. Lectura comprensiva, resumen y tres ejercicios

Los contenidos a trabajar en esta actividad son: “Teorías preevolucionistas: creacionismo, fijismo y catastrofismo”. Se trabajan mediante la lectura comprensiva de la página de este [enlace](#), su resumen indicando la definición de creacionismo, fijismo y catastrofismo y la realización de tres ejercicios que se muestran a continuación.

7. ¿Cuál es la principal diferencia entre el fijismo y el evolucionismo?

8. Explica qué es el catastrofismo y qué trataba de solucionar.

9. Define con tus propias palabras qué se entiende por evolución.

Resultados

En cuanto a las respuestas del ejercicio 7, la mayoría son correctas.

En las respuestas analizadas a la pregunta 8 podemos ver que la mayoría explica qué es el catastrofismo pero algunos no dicen qué trataba de solucionar se centran solo en las extinciones de las especies sin hacer referencia a la aparición de fósiles de organismos muy diferentes a los actuales.

Respecto a la pregunta 9, en pocos casos hacían referencia a evolución de objetos “cambio gradual de algo” y en otros casos se fundamenta en ideas lamarckistas como por ejemplo “las especies se desarrollan y cambian para adaptarse al medio en el que viven”.

Sesión 2.3.

Actividad 4. Lectura comprensiva, resumen y tres ejercicios

Los contenidos que se trabajan en esta actividad son: “Lamarck y la herencia de los caracteres adquiridos”. Para ello se realiza una lectura comprensiva de la página del siguiente [enlace](#), su resumen principalmente con un esquema de las ideas de Lamarck y una breve descripción de cada una, y la realización de cuatro ejercicios que se muestran a continuación.

10. Muchos animales excavadores, como los topos, carecen de ojos o los tienen muy atrofiados. ¿Cómo explicaría este hecho la teoría lamarckista?

11. ¿Qué función le daba Lamarck al medio ambiente en su teoría?

12. ¿por qué no es aceptada actualmente la teoría de Lamarck?

13. ¿Por qué crees que Lamarck dijo: “La función hace la forma, y no al revés”? Argumentalo usando las ideas propuestas en su teoría.

Resultados

En las respuestas de la pregunta 10 podemos ver que la mayoría describe que como son animales que habitan debajo de la tierra no necesitan los ojos para ver por ejemplo “porque debajo de la tierra no hay luz, por lo tanto no necesitan ojos para ver”, pero no hacen ninguna referencia a la ley del uso y desuso de Lamarck.

En las respuestas a la pregunta 11, la mayoría son correctas pero varias son el comienzo del apartado del libro de texto que no responde a lo que se pregunta “la modificación de las condiciones” que en el libro hace referencia a las condiciones del medio, y lo que se busca es la relación que establecía Lamarck entre las modificaciones del medio y como consecuencia el cambio en los organismos como otras respuestas muestran “si el medio cambia, los seres que viven en él también lo hacen”.

En la pregunta 12 la mayoría de las respuestas son correctas “porque los caracteres adquiridos no se heredan”.

La mayoría de las respuestas a la pregunta 13 son correctas y algunas lo explican con ejemplos “significa que depende de las actividades que hagan los seres vivos cambia su forma o no. Un animal que coma carne, tendrá los dientes afilados” o “por la ley del uso y desuso, ya que si un animal necesita hacer una función los órganos podrían llegar a cambiar de forma”.

Semana 3

En este [enlace](#) se puede acceder a las actividades realizadas por los alumnos esta semana.

Sesión 3.1.

Actividad 5. Lectura comprensiva, resumen y dos ejercicios

En esta actividad se tratan los contenidos: “Darwin y Wallace. La selección natural”, “Principios de la selección natural, selección sexual y coevolución”, “Comparación de la concepción de la evolución de Lamarck con Darwin” y “Esquematización de las ideas de las teorías evolutivas clásicas” por medio de la lectura comprensiva de los textos de las páginas de los enlaces: [1](#) y [2](#), un resumen con los apartados: ideas principales de Darwin y Wallace,

los tres principios de la selección natural y mecanismos evolutivos introducidos por Darwin (selección sexual y coevolución), y los ejercicios que se muestran a continuación.

14. Describe cómo explicaría un darwinista los siguientes hechos:

a) En el polo norte hay osos blancos, y en los bosques atlánticos, osos marrones.

b) Algunos ciervos desarrollan grandes cornamentas.

39. Copia y completa en tu cuaderno este esquema para resumir los aspectos más importantes de dos grandes teorías evolutivas clásicas.

Resultados

En las respuestas a la pregunta 14 la mayoría son correctas aunque en muchos casos les ha faltado señalar la teoría en cada caso que argumenta estos acontecimientos, además unos pocos han confundido el fenómeno del apartado b con la descendencia con modificación como se ve en el ejemplo “con la descendencia con modificación, los descendientes no son réplicas exactas, sino que se combinan características heredadas y obtienen individuos diferentes”.

En las respuestas a la pregunta 39 la mayoría son correctas pero me han llamado la atención algunos casos en los que no han identificado las dos teorías evolutivas clásicas, la herencia de caracteres adquiridos y la selección natural, identificándolas como “selección natural y coevolución” o “Darwinismo y Wallace”.

Sesión 3.2.

Actividad 6. Lectura comprensiva, resumen y dos ejercicios

Los contenidos que se tratan en esta actividad son: “Bases genéticas de la variabilidad: mutaciones y reproducción sexual”. Se trabajan mediante la lectura comprensiva del texto de la página del siguiente [enlace](#), el resumen con los apartados: mutación, alelo y gen, tipos de mutaciones según sus efectos y tres procesos clave que generan variabilidad, y los dos ejercicios que se muestran a continuación.

18. ¿Qué ocurre con las mutaciones perjudiciales? ¿Y con las neutras?

19. ¿Por qué la mitosis no es un mecanismo que facilite la descendencia con modificación?

Respuestas

Las respuestas al ejercicio 18 son correctas.

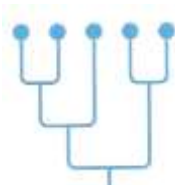
Las respuestas al ejercicio 19 son en su mayoría correctas salvo algún caso en el que se ha copiado del libro de texto una explicación a la reproducción sexual en la que participa la meiosis, por ejemplo “porque no es un proceso que origine nuevas variantes genéticas, pero produce nuevas combinaciones de genes, es decir, nuevos genotipos”.

Sesión 3.3.

Actividad 7. Lectura comprensiva, tabla y cuatro ejercicios

En esta actividad se trabajan los contenidos: “Pruebas a favor de la evolución: anatómicas, biogeográficas, paleontológicas y bioquímicas”, los contenidos de habilidades y destrezas “Interpretación de la distancia evolutiva entre especies por medio de árboles filogenéticos” y “Identificación del modelo teórico al que pertenece un texto destacando sus ideas principales” por medio de la lectura comprensiva de los textos de las páginas de los siguientes enlaces: [1](#) y [2](#), la realización de una tabla o esquema en el cuaderno que recoja las pruebas a favor de la evolución describiendo un poco cada una de ellas y cuatro ejercicios que se muestran a continuación.

23. Copia el siguiente gráfico y complétalo situando cada especie donde creas que le corresponda.



42. Copia y completa en tu cuaderno las siguientes frases y relaciónalas con alguno de los tipos de pruebas de la evolución.

- Los órganos _____ tienen la misma estructura interna aunque su función sea _____.
- Los fósiles _____ son formas intermedias entre dos grandes grupos.
- Cuanto más _____ es la secuencia de aminoácidos de una proteína, más estrecha es la relación entre dos especies.
- Hay rasgos que se repiten en especies _____ que viven muy alejadas pero en ambientes _____.

43. Observa las imágenes y escribe en tu cuaderno si estos órganos son homólogos o análogos entre sí y explica por qué.



45. Lee atentamente este texto. A continuación, escribe en tu cuaderno a qué modelo teórico pertenece y explica sus ideas principales.

... el caracol siente la necesidad de tocar los objetos y este impulso lleva a los fluidos y las fuerzas al lugar de la cabeza con el cual puede tocar. Estas regiones crecen entonces más rápidamente y esa capacidad se transmite a sus descendientes, perfeccionándose en cada generación. De ahí los tentáculos del caracol...

Respuestas

Las respuestas al ejercicio 23 son en su mayoría correctas salvo en pocos casos que no han interpretado correctamente la distancia evolutiva de varias especies, poniendo más cerca al humano del caballo que del chimpancé por ejemplo.

En las respuestas al ejercicio 42 podemos ver que aunque la mayoría son correctas donde más fallos ha habido, aunque han sido pocos, ha sido en la primera palabra “homólogos” que muchos lo han confundido con “análogos”. Por otro lado el enunciado tenía una segunda parte que ninguno ha respondido, interpreto que porque no lo han leído bien.

Pocas respuestas al ejercicio 43 quedan explicadas claramente relacionando a y b como órganos homólogos y a y c como órganos análogos. Muchos explican lo que son los órganos análogos y homólogos, o atribuyen a cada letra un tipo de órgano pero sin relacionarlo con otro, por ejemplo “a: análogos misma función, distinta estructura, b: homólogos misma estructura, función y forma distinta, c: análogos, estructura distinta, función y forma parecida”.

En el ejercicio 45 la mayoría tuvieron dificultades para identificar el modelo teórico de Lamarck al que pertenece el texto. Muchos no supieron a qué se refería y lo relacionaron con “la selección natural”, “las pruebas bioquímicas” o “simbiogénesis”...

Semana 4

En este [enlace](#) se puede acceder a las actividades realizadas por los alumnos esta semana.

Sesión 4.1.

Actividad 8. Lectura comprensiva, resumen y dos ejercicios

Los contenidos desarrollados en esta actividad son: “Conceptos de adaptación y especiación”, “Los distintos tipos de aislamiento reproductivo” y “Fenómenos de extinción y radiación adaptativa”. Se trabaja mediante la lectura comprensiva de los textos de las páginas de los enlaces: [1](#) y [2](#), su resumen con los siguientes apartados: adaptación y especiación, y causas de la especiación, y los dos ejercicios que se presentan a continuación.

27. *El burdégano es un animal estéril que resulta de cruzar un caballo y una burra. ¿Se puede considerar que caballos y burros pertenecen a la misma especie?*

28. *En la fauna y flora de Australia son muy comunes las especies endémicas (exclusivas de esa zona). ¿Cómo explicarías el hecho de que este continente cuente con tantos endemismos?*

Respuestas

En las respuestas al ejercicio 27 vemos que bastantes estudiantes consideran incorrectamente que los caballos y los burros son la misma especie dando explicaciones erróneas que ya quedan claras en el enunciado por ejemplo “sí, porque sus gametos son compatibles” o que no acaban de entender el significado de especiación “sí, es una especiación, es decir, una diversificación de un especie”, por el contrario algunos identifican correctamente que no son de la misma especie y que se debe a un proceso de diversificación por ejemplo “yo creo que no serían de la misma especie, pero creo que comparten antecesores que se diversificaron”.

En las respuestas al ejercicio 28 muchas hacen referencia a que Australia es una isla o que está apartada y que tiene características únicas, por ejemplo “ya que es un lugar muy apartado, las temperaturas son muy variadas y prácticamente únicas”, “Australia estaba unida a Pangea y al separarse cambiaron totalmente”, “ya que en Australia hay una gran variedad de climas por eso tiene tantos endemismos”. Aunque en general están bien pocos nombran los conceptos de aislamiento reproductivo o especiación alopátrida como por ejemplo “porque Australia es una isla por lo cual una zona aislada, en esta zona se produce aislación genética y por eso, como resultado hay tantos endemismos”.

Sesión 4.2.

Actividad 9. Lectura comprensiva, resumen y un ejercicio

Los contenidos que se trabajan en esta actividad son: “La evolución humana: proceso de hominización”, “Modificaciones estructurales del bipedismo: ventajas y desventajas” y “Otros cambios producidos durante la hominización” por medio la lectura comprensiva de los textos de las páginas de los enlaces: [1](#) y [2](#), la elaboración de un resumen con los apartados de: hominización, causas de la hominización y bipedismo: ventajas y desventajas; y otros cambios producidos, y el ejercicio que se muestra a continuación.

32. *¿Qué ventajas presenta la posición erguida? ¿Qué relación tiene con la forma de nuestras manos?*

Respuestas

En las respuestas a la pregunta 32 la mayoría son correctas, por ejemplo “menos radiación solar, mayor superficie de su cuerpo recibe la brisa, mayor alcance de visión, manos libres, mayor alcance para coger cosas con mayor altura,... Pues que ahora podemos utilizar las manos para coger cualquier cosa y antes eran como nuestros segundos pies”.

Sesión 4.3.1.

Actividad 10. Lectura comprensiva, resumen y un ejercicio

El contenido que se trabaja en esta actividad es: “Modelos evolucionistas actuales: teoría sintética, teoría neutralista, teoría del equilibrio puntuado y simbiogénesis” mediante la lectura comprensiva de los textos de las páginas de los enlaces: [1](#) y [2](#), la elaboración del resumen con los siguientes apartados: Teoría sintética: principios, Teoría neutralista, Teoría del equilibrio puntuado y Simbiogénesis, y el ejercicio que se presenta a continuación.

30. Según la teoría del equilibrio puntuado, ¿a qué es debida la ausencia de pasos intermedios en el registro fósil? ¿Resulta incompatible con el neodarwinismo?

Respuestas

En las respuestas a la pregunta 30 la mayoría han respondido correctamente pero algunos han dado respuestas incorrectas a la segunda parte del enunciado interpretando que son teorías incompatibles por ejemplo “es debido a que las especies permanecen invariables, o al menos sin cambios importantes durante largos periodos de tiempo. Sí, resulta incompatible con el neodarwinismo, porque para que fuese como dice esa teoría deberían encontrarse multitud de fósiles con características intermedias”.

Sesión 4.3.2.

Actividad 11. Fichas “Teoría sintética” y “¿Cómo serán las mariposas del futuro?”

El contenido trabajado en esta actividad es: “Manejo de diferentes simuladores para trabajar contenidos de la teoría sintética, selección natural y especiación”. A las que se puede acceder en este [enlace](#). Este contenido se desarrolla con la realización de dos fichas voluntarias sobre la teoría sintética “Teoría sintética” y “¿Cómo serán las mariposas del futuro?”. En la primera se trabaja a través de un simulador, un cuento y un vídeo, seguidos de unas preguntas de reflexión que les ayuda a entender la melanosis industrial. La segunda ficha es una simulación manual para estudiar la evolución poblacional también con preguntas que tienen que responder de manera razonada.

Resultados

Las respuestas de las fichas en general están bastante bien. Aunque, en algunos casos, podemos encontrar todavía ideas lamarckistas como “la revolución industrial llevó a estas polillas a cambiar de color”, “la corteza de los árboles se cubrió de hollín por la revolución industrial y con el objetivo de mimetizarse con el entorno los insectos adquieren ese color más oscuro”, o confundir el fenotipo con el genotipo “fenotipo pareja de mariposas: CC, CO, CO, OO”.

Actividad 12. Cartel

El contenido trabajado en esta actividad es: “Elaboración de un cartel sintetizando de manera gráfica la información del apartado pertinente”. Este contenido se desarrolla con la realización de un cartel del apartado del tema que se les asigna. Se les indica en la programación que el cartel debe ser visual y con poca letra (breves explicaciones de los conceptos que lo requieran), vistosos y creativos, con dibujos hechos por ellos o fotos de internet, que explique claramente los conceptos más importantes del apartado.

Resultados

La mayoría de los carteles muestran los conceptos correctamente. Algunos errores son poner de ejemplo para la variabilidad heredable la especiación alopátrida, con una imagen de las trece especies de pinzones de las islas Galápagos, o para las pruebas bioquímicas poner un árbol genealógico de aves. En este [enlace](#) se pueden ver los collages con los carteles.

Semana 5

En este [enlace](#) se puede acceder a los cuestionarios finales realizados por los alumnos. Se les dio la opción de hacerlos online o poder descargarlos para hacerlos sin conexión a Internet o imprimirlos para hacerlos a mano.

Sesión 5.1.

Actividad 13. Cuestionario 1

Los contenidos de este cuestionario corresponden son: “el origen de la vida”, “el origen de la biodiversidad” y “Lamarck y la herencia de los caracteres adquiridos”. Está formado por seis preguntas cortas.

Sesión 5.2.

Actividad 14. Cuestionario 2

Los contenidos de este cuestionario corresponden son: “Darwin y Wallace: la selección natural”, “Bases genéticas de la variabilidad” y “Pruebas a favor de la evolución”. Está formado por once preguntas cortas.

Sesión 5.3.

Actividad 15. Cuestionario 3

Los contenidos de este cuestionario corresponden son: “Adaptación y especiación”, “Hominización” y “Modelos evolucionistas actuales”. Está formado por ocho preguntas cortas.

Resultados

Los resultados de estos cuestionarios se explican en el apartado siguiente.

V. EVALUACIÓN FINAL

La evaluación del tercer trimestre es solo para subir nota de la media obtenida en los otros dos trimestres. Esta valoración se realiza por medio de la recogida de las tareas semanales cada lunes, no se tiene en cuenta si están bien o mal respondidas solo que las hayan hecho. Para el control y seguimiento de estas tareas realizadas se apunta quiénes entregan las tareas en una tabla de Excel con la lista de los alumnos de los dos grupos de 4º de la ESO. En el siguiente [enlace](#) se muestra el seguimiento de las tareas de cada alumno. Durante el desarrollo de esta propuesta didáctica hay alumnos que tendrán que recuperar la primera o la segunda evaluación y solo entregarán las tareas de recuperación, por ello no todos entregarán las tareas de la presente propuesta didáctica.

Durante la semana del 25 al 29 de mayo se realizaron los cuestionarios finales, ya que no se puede hacer un examen como tal, sino un cuestionario de google en el que se les den varios días para hacerlo y puedan resolver con el libro de texto o buscando por Internet. Estos cuestionarios corresponden a cada una de las sesiones online de la propuesta didáctica, que son tres. El 1 de junio se recogen los resultados obtenidos para posteriormente realizar su análisis. Las preguntas de la “evaluación final” se pueden ver en el [enlace](#) y las respuestas en este otro [enlace](#).

Evaluación y calificación se confunden a menudo por eso a continuación se va describir cada una de ellas. La evaluación es un proceso basado en recoger información, mediante instrumentos escritos o no, analizar esa información y emitir un juicio que facilita la toma de decisiones. Mientras que la calificación se basa en una evaluación sumativa, aunque puedan darse procesos de evaluación sin calificación, de hecho, cuando ocurre así es cuando la evaluación realiza su mejor función de potenciar y orientar el aprendizaje, porque el alumnado no aprende con los procesos de calificación, sino con los de evaluación (Hamodi, López y López, 2015).

Procedimientos e instrumentos de evaluación

Teniendo en cuenta los criterios de evaluación expuestos en el apartado anterior, el procedimiento de evaluación es el análisis de las producciones del alumnado y el instrumento

de evaluación principal es el cuaderno de clase, ya que estas actividades y cuestionarios forman parte de él. Se evalúa como parte del trabajo diario de clase del alumnado.

El cuaderno de trabajo es un instrumento de evaluación que refleja el proceso de aprendizaje a través de la recopilación de las tareas realizadas. Algunas de sus funciones son: permitir que el estudiante sea consciente de su aprendizaje y monitoree sus progresos y dificultades, colaborar en la medición de aspecto del aprendizaje que no son medibles a través de pruebas escritas, compartir experiencias e intercambios entre estudiantes y docentes. Es de gran utilidad para la autoevaluación, coevaluación y heteroevaluación (Lezcano y Vilanova, 2017).

Evaluación por Competencias Clave

Competencia matemática y competencias básicas en ciencia y tecnología (CMCT)

Se desarrolla con el contenido de la propuesta didáctica, además de la valoración del conocimiento científico así como de los criterios éticos asociados a este.

Competencia de aprender a aprender (CAA)

Se desarrolla con la participación en las sesiones online y el trabajo autónomo que los alumnos desempeñan en su casa gracias a la metodología empleada en las clases de Flipped Classroom. Además de la realización de carteles con todas las habilidades que implica para el dominio de capacidades y destrezas propias de la materia. El cuestionario final permite la reflexión sobre qué se ha aprendido y cómo se ha hecho, así como el esfuerzo por explicarlo por escrito, contribuirá sin duda a su desarrollo.

Competencia en comunicación lingüística (CCL)

Se desarrolla principalmente en cada sesión online en las que los alumnos participan respondiendo a las preguntas que se les hace para seguir el tema, además de las tareas que realizan en casa, y el tratamiento constante de textos permitirá el enriquecimiento del vocabulario y de las habilidades comunicativas del alumnado.

Competencia digital (CD)

El uso de las Tecnologías de la Información y la Comunicación constante para mantener el seguimiento de las clases durante esta situación excepcional. La función motivadora y facilitadoras de los aprendizajes gracias a los simuladores para conseguir alcanzar los objetivos de aprendizaje.

Criterios de calificación

El 100% de la calificación de la unidad corresponde a la realización de las tareas y la actitud del alumnado. Distribuyéndose de la siguiente manera:

- Actitud 10%
- Ejercicios del libro 50%
- Fichas sobre la Teoría sintética 10%
- Carteles 10%
- Cuestionarios finales 20%

Aquellos que estuvieran realizando la recuperación de alguna evaluación se calificará como entregada.

En las sesiones online el contenido que presentó más dudas fue el de las pruebas biogeográficas y bioquímicas.

Las actividades que más dificultades presentaron para los estudiantes fueron las relacionadas con la identificación del tipo de órganos: análogos, homólogos o vestigiales, representados en una imagen, y con la identificación del modelo teórico al que pertenece un texto lamarckista (Grau y de Manuel, 2002).

En los carteles hay algún error al representar gráficamente las pruebas bioquímicas dentro de las pruebas a favor de la evolución, porque se confunden con las pruebas biogeográficas.

En el gráfico 6 se muestran los porcentajes de respuestas correctas para cada pregunta de los cuestionarios finales:

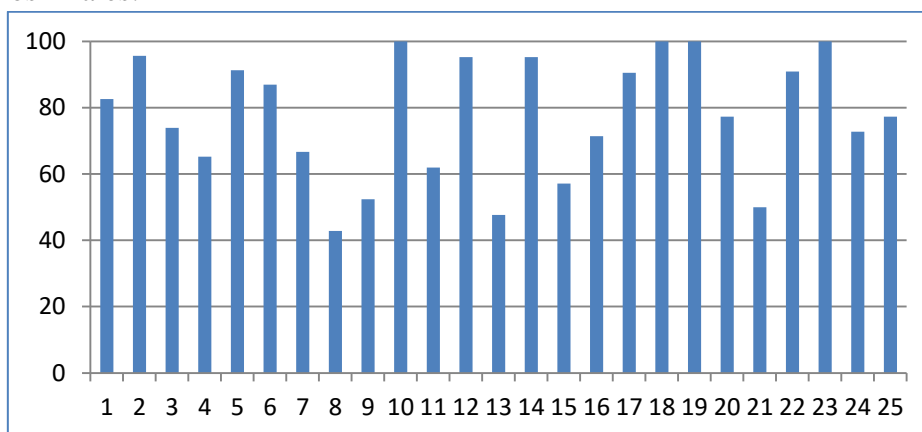


Gráfico 6. Porcentaje de respuestas correctas para cada pregunta de los cuestionarios finales

A continuación se muestra el análisis de las respuestas de los cuestionarios finales, numeradas de la 1 a la 25 para facilitar su lectura.

En la **pregunta 1**, el 83% de las respuestas eran correctas. En el análisis de las respuestas se observó en algunos casos, aunque pocos, la confusión de la generación espontánea con otros experimentos como el de Francesco Redi o Louis Pasteur o con la teoría de la abiogénesis.

En la **pregunta 2**, el 96% de las respuestas fueron correctas, reconociendo la Teoría de la biogénesis y el experimento de Louis Pasteur que lo demostró.

En la **pregunta 3**, el 74% de las respuestas fueron correctas. Al explicar el modelo de abiogénesis se encuentra una respuesta que llama la atención “nacimiento espontáneo de los seres vivos a partir de materia inorgánica” da la definición de generación espontánea, otro alumno nombra dos teorías que no corresponden a este modelo “simbiogénesis y teoría de la evolución”.

En la **pregunta 4**, el 65 % de las respuestas fueron correctas, aunque algunas respuestas son incompletas, por ejemplo “George Cuvier, el catastrofismo” porque falta argumentar los principios del catastrofismo, y otras son incorrectas porque no se responden con argumentos científicos ni se dice exactamente quién lo propuso “porque todos no estaban de acuerdo. Pensaban que las especies no habían evolucionado, teoría llamada Fijismo, propuesta por Carlos Linneo, George Cuvier y Louis Pasteur”.

En la **pregunta 5**, el 91 % de las respuestas son correctas. Cuando se pide explicar cómo ha influido la Genética en la teoría de Lamarck algunos estudiantes dan respuestas ambiguas como “porque no corresponde a la actualidad”, “porque no es del todo verdad” o incorrectas porque parece que siga defendiendo ideas lamarckistas “porque no era que aumentara la complejidad del ser vivo, sino que se desarrollaban según el uso y desuso de las extremidades”.

En la **pregunta 6**, la mayoría de las respuestas son correctas.

En la **pregunta 7**, el 76% de las respuestas son correctas. Al solicitar las ideas concretas a las que llegaron Darwin y Wallace se encuentran algunas respuestas muy generales que no concretan estas ideas “Ellos llegaron de forma independiente a las mismas conclusiones sobre el origen de la diversidad de especies. Y decidieron unir sus ideas de forma conjunta”.

En la **pregunta 8**, el 52% de las respuestas son correctas. Cuando se pide reconocer el principio por el que ningún individuo es igual que su progenitor la mitad de los alumnos ponen los tres principio sin decir con cuál lo identifican.

En la **pregunta 9**, el 57% de las respuestas son correctas. La mitad de los estudiantes ha dado respuestas incorrectas o ambiguas, por ejemplo “según cómo se adapten” o “depende del individuo pero como siempre va a haber individuos que sobrevivan lo transmitirán a la descendencia”.

En la **pregunta 10**, todas las respuestas son correctas.

En la **pregunta 11**, el 71% de las respuestas son correctas. Al tener que recordar que las mutaciones solo pasan a la descendencia si se dan en los gameto un tercio de las respuestas son poco precisas “en el ADN” o “en los alelos”, o incorrectas al no detectar los gametos como responsables “tienen que ser favorables”, “profase I”, “se producen al azar pero hay factores que puedes incrementar su frecuencia como la exposición a radiaciones o determinadas sustancias químicas”.

En la **pregunta 12**, la mayoría de las respuestas son correctas.

En la **pregunta 13**, el 57% de las respuestas son correctas. Hay bastantes estudiantes que fallan al señalar el tipo de órganos según las pruebas anatómicas a favor de la evolución de una imagen, algunos han confundido la aleta de un delfín con un ala por lo que han dicho que los dos últimos órganos eran análogos “primero y segundo homólogos y los dos últimos análogos”, otros han dicho que eran órganos vestigiales cuando en la imagen no se muestra ninguno “órganos vestigiales porque son órganos que están presentes pero no se usan. Su presencia indica que proviene de un antecesor que sí que lo usaba”.

En la **pregunta 14**, la mayoría de las respuestas son correctas.

En la **pregunta 15**, el 67% de las respuestas son correctas. También se detectan dificultades con las pruebas biogeográficas. Al pedirles que expliquen la evolución de dos especies distintas que vivían en lugares alejados pero con ambientes parecidos, algunos explican justo lo contrario, la evolución divergente, con el ejemplo de los pinzones de Darwin “el caso de las 13 especies de Darwin de un archipiélago, todas provenían de una misma especie que llegó al continente y se diversificó colonizando otros ambientes de la isla”, otros dan respuestas incompletas en las que no explican nada pero ponen los ejemplos bien y otras en las que repiten el enunciado.

En la **pregunta 16**, el 81% de las respuestas son correctas. Cuando se les pide que expliquen el ejemplo de las pinzones algunos responden lo contrario, que estas aves se parecen, cuando lo que tienen que remarcar son las diferencias debidas a los diferentes ambientes, ejemplos: “que hay muchos diferentes tipos de pájaros y algunos se parecen en algo”, “son pruebas biogeográficas ya que viven en sitios parecidos y son parecidos entre ellos físicamente”, “que provenían de una especie antecesora”, “por las condiciones ambientales similares” o “existen especies que venían de antecesoras, algunas características se repetían”.

En la **pregunta 17**, la mayoría de las preguntas son correctas, un 91%.

En la **pregunta 18**, todas las respuestas son correctas.

En la **pregunta 19**, todas las respuestas son correctas.

En la **pregunta 20**, el 77% de las respuestas son correctas. Al relacionar el ejemplo de las aves de las Galápagos de Darwin con el tipo de especiación al que pertenece vuelve a haber confusiones, aunque no son muchas, hay estudiantes lo identifica como un ejemplo de especiación simpátrida.

En la **pregunta 21**, la mitad de las respuestas son correctas. Cuando tienen que reconocer el aislamiento mecánico mediante un ejemplo la mitad falla respondiendo al tipo de especiación “simpátrida” o “alopátrida”, confundiendo el tipo de aislamiento reproductivo “reducen la variabilidad de los híbridos”, “aislamiento gamético” o “aislamiento ecológico”, “el tamaño y la diferencia genética” (considera que dos perros de diferentes raza son diferentes especies), “aislamiento conductual” o “es el aislamiento geográfico y genético”.

En la **pregunta 22**, la mayoría de las preguntas son correctas.

En la **pregunta 23**, todas las respuestas son correctas.

En la **pregunta 24**, el 73% de las respuestas son correctas. Al pedir que identifiquen las mutaciones como responsables de las variaciones entre individuos de una población, algunos las confunden con mecanismos evolutivos como la selección natural o con la genética de poblaciones “a la selección natural”, “a la genética de poblaciones” o “a las adaptaciones de las especies durante muchos años”.

En la **pregunta 25**, el 77% de las respuestas son correctas. Algunas no señalan las diferencias entre el gradualismo y el equilibrio puntuado, como “que en el equilibrio puntuado de una misma especie salen varias”.

En resumen, si analizamos el porcentaje de respuestas correctas por cada pregunta observamos que las preguntas con un **porcentaje de aciertos menor, del 40 al 60%**, son las que se refieren a la identificación de los principios de la selección natural en las preguntas 8 y 9, al reconocimiento de las pruebas anatómicas identificando el tipo de órganos homólogos o análogos de la imagen en la pregunta 13, la explicación de las pruebas biogeográficas para una evolución convergente en la pregunta 15, y la identificación del tipo de aislamiento reproductivo en la pregunta 21.

En cuanto a las preguntas con un **porcentaje de aciertos entre el 60 y el 80%** encontramos dificultades al explicar el modelo de abiogénesis o síntesis prebiótica como se pide en la pregunta 3, al argumentar por qué fueron cuestionadas las ideas fijistas y su relación con el catastrofismo de la pregunta 4, al explicar las ideas de Darwin y Wallace en la pregunta 7, para entender que la transmisión de las mutaciones solo es a través de los gametos en la pregunta 11, al explicar las pruebas biogeográficas con una evolución divergente en la pregunta 16, para identificar la especiación de tipo alopátrida en la pregunta 20, al señalar las mutaciones como la causa de variabilidad dentro de una población en la pregunta 24, y al diferenciar el gradualismo del equilibrio puntuado en la pregunta 25.

Recordamos que algunas de las ideas previas y alternativas presentadas por los estudiantes en la evaluación inicial estaban relacionadas con reflexiones basadas en la generación espontánea, e ideas lamarckistas como la ley del uso y desuso o la herencia de caracteres adquiridos, lo que coincide con algunas de las ideas alternativas que, de acuerdo con las investigaciones de Fernández y Sanjosé (2007), suelen mostrar los estudiantes de los niveles de Educación Secundaria. También éstos mostraban falta de comprensión con las mutaciones en su transmisión por medio de los gametos, con la disminución del éxito reproductivo en mutaciones perjudiciales o con que no siempre tienen efectos.

Al relacionar los resultados, obtenidos en las preguntas de los cuestionarios finales, con las ideas previas, que presentaban los estudiantes en la evaluación inicial, y con las ideas alternativas, señaladas en la bibliografía, podemos comprobar que aparentemente:

- La mayoría de los estudiantes han superado las ideas sobre la generación espontánea como vemos en sus respuestas a la pregunta 2 en la que el 96% de los estudiantes reconocen la Teoría de la biogénesis.

- La mayor parte del alumnado también ha superado las ideas lamarckistas como muestran sus respuestas a las preguntas 5, 6 y 9, aunque sí sigue habiendo un bajo porcentaje de alumnos con estas ideas alternativas.

- Respecto a las mutaciones, sobre las que faltaban conceptos que comprender, hay $\frac{1}{4}$ de los estudiantes que todavía tienen dificultades para señalar que su transmisión es a través de los gametos.

VI. EVALUACIÓN DE LA PROPUESTA DIDÁCTICA Y PROPUESTA DE MEJORA

En la presente propuesta didáctica se pretende poner en práctica las competencias adquiridas, en mayor o menor medida, durante la realización de este Máster. La evaluación de la propuesta didáctica por mi parte es muy positiva, siento que he sabido aprovechar lo aprendido durante el máster para poder ponerlo en práctica en la unidad. A continuación se va a realizar un recorrido por cada una de las asignaturas del Máster describiendo brevemente la implicación de estas en la unidad, de esta manera queda patente la integración del máster en las prácticas.

En el primer cuatrimestre se impartieron una serie de asignaturas que se han puesto en práctica para poder diseñar la propuesta didáctica teniendo en cuenta los aspectos curriculares y los fundamentos en ciencias experimentales, concretamente de biología y geología.

Lo aprendido en la asignatura de “Diseño curricular e instruccional de ciencias experimentales” se ha empleado para el diseño y contextualización de la propuesta teniendo en cuenta el marco curricular de Biología y Geología. La parte de esta asignatura que corresponde a los fundamentos ha servido para tener en cuenta y analizar las ideas previas y alternativas al concepto de evolución en el alumnado antes de diseñar la unidad, la importancia de una correcta alfabetización científica y el uso de modelos e imágenes descriptivas para facilitar la comprensión de los contenidos ha ayudado en las sesiones online para poder aclarar mejor las dudas y consolidar los aprendizajes.

La asignatura de “La igualdad desde una perspectiva de género”, ha servido en esta unidad para visibilizar la ausencia de mujeres en la ciencia a lo largo de la historia hasta el siglo XX con Lynn Margulis impulsora de la simbiogénesis. Un acontecimiento que se remarca en la sesión online con los estudiantes para poder conocer sus opiniones al respecto. Además del empleo del lenguaje inclusivo durante el desarrollo de la propuesta.

La asignatura de “Procesos y contextos educativos” facilita el manejo de la normativa en el diseño de la unidad, y el conocimiento respecto a la metodología empleada por el centro, Flipped Classroom.

“Psicología del desarrollo” ayuda a entender que los estudiantes tienen dificultades para entender los mecanismos de la evolución porque todavía no se encuentran en la etapa piagetiana de operaciones lógico-formales, y recurren al sentido común y a la intuición para interpretar los fenómenos.

“Sociedad, familia y procesos grupales” aporta a esta unidad la comprensión de que la generación con la que se trabaja esta propuesta, es una generación informatizada y acostumbrada al uso de las TIC's y al mundo digital, por lo que enseñar empleando herramientas más familiares para los estudiantes aumenta su motivación e implicación en el aprendizaje de los conceptos de la unidad. El liderazgo también es un aprendizaje a señalar de esta asignatura importante para el desarrollo de la propuesta de manera online, en la que no ha habido clases presenciales, porque permite la consecución de los objetivos de la propuesta gracias al compromiso entre los discentes y la docente con el proceso de enseñanza-aprendizaje.

En el segundo cuatrimestre la asignatura de “Contenidos disciplinares de geología” ha tenido su importancia en el desarrollo de la unidad didáctica porque la evolución biológica va acompañada de la evolución geológica de la Tierra, por eso en la primera sesión online se les puso una imagen y un vídeo de youtube para que reflexionaran acerca de esta relación.

En “Diseño de actividades” se han desarrollado múltiples actividades, que han aportado inspiración para realizar las fichas sobre la teoría sintética explicadas en las actividades.

En “Habilidades comunicativas para docentes” se realizaron varias exposiciones en clase, en ellas se analizaban los aspectos comunicativos que se han puesto en práctica en las sesiones

online del practicum, como se explica en la segunda actividad del apartado dos de este trabajo mediante el uso de la dialéctica de indagación para el repaso de los conocimientos adquiridos y la consolidación mediante la reflexión individual.

“Innovación e investigación educativa en biología y geología” ha ayudado a poner en práctica la utilización de las TIC’s empleando medios digitales en la comunicación con los estudiantes y la metodología Flipped Classroom para llevar a cabo la unidad. Los recursos educativos como cuentos o vídeos, y recursos interactivos como simuladores online, o la creación de simuladores manuales promueven la motivación del alumnado y favorecen el aprendizaje autónomo de los estudiantes, importante en las clases invertidas.

Además de la aportación del máster a las prácticas, la interacción con el tutor por medio de correos electrónicos y de reuniones online fue excelente.

El principal problema identificado en ellas es que no todos los estudiantes pueden disponer de Internet al mismo tiempo, por eso algunos no pueden asistir a las sesiones online. Este problema podría solucionarse grabando las sesiones online, y subiéndolas a una plataforma a la que puedan acceder. De esta manera aunque no participen en las clases, sí que pueden ver las interacciones de sus compañeros y compañeras.

Al reflexionar sobre la unidad didáctica se observan aspectos que podrían mejorarse. En primer lugar, los apartados de la unidad se podrían haber ordenado de otra manera para que todos los conceptos relacionados con genética se vieran después de los modelos evolucionistas actuales, exceptuando los contenidos de las pruebas a favor de la evolución, que los daría antes. En segundo lugar, habría resultado más motivador para los alumnos otro tipo de actividades, pero se me pidió que se siguiera como lo estaban haciendo con el libro de texto y decidí seguir con sus indicaciones.

Propuesta de mejora

La propuesta didáctica se vería mejorada con la inclusión de un juego de rol, una práctica de laboratorio y un trabajo de indagación que desarrollo a continuación.

En el juego de rol los estudiantes representarían el papel de diferentes personajes históricos que aportaron ideas sobre el origen y la evolución de la vida, con sus respectivas teorías preevolucionistas y evolucionistas. Se divide a la clase en grupos de cinco estudiantes a los que se les asignan los siguientes personajes: Carl von Linneo defensor del fijismo y creacionismo, George Cuvier del catastrofismo, Lamarck de la herencia de los caracteres adquiridos, Darwin y Wallace defensores de la selección natural, y Theodosius Dobzhansky de la Teoría Sintética, como se muestra en la figura 3, y se les reparten unas fichas con información de los personajes y de sus posturas, que se pueden consultar en el siguiente [enlace](#), además se les deja buscar información en otras fuentes.



Figura 3. Personajes históricos a representar en el juego de rol

El día del congreso primero se reunirán en grupos de expertos según el personaje que tengan en cinco mesas donde el jefe de mesa les explicará las ideas principales y juntos argumentarán su mensaje. Posteriormente, se reúnen con su grupo inicial en el que están representados los 5

personajes (se cuenta a Darwin y Wallace como uno porque presentaron sus ideas de manera conjunta) y comenzará un debate donde tendrán que argumentar las ideas que les tocara defender. Finalmente, se hará una reflexión sobre el respeto hacia las ideas de los demás, sobre sus propios juicios y prejuicios, y la importancia de buscar información para poder argumentar una idea.

Dada la situación de confinamiento este juego se podría adaptar a una sesión online con un grupo pequeño de estudiantes, programando diferentes reuniones en Google Meet, en las que estuviera cada grupo, la docente presente en todos ellos, y después un debate con el grupo entero moderado por la docente para exponer las ideas más relevantes de las mini reuniones.

Otra actividad que podría mejorar la propuesta didáctica, sería una actividad de laboratorio, en la que se cultivase una placa microbiológica y otra en la que se cultivasen las mismas bacterias pero en la que se hiciese un antibiograma. De esta manera se podrían analizar los resultados, de las bacterias resistentes y sensibles a los diferentes antibióticos, para así poder entender la importancia de la selección natural.

Para finalizar, se podría plantear un trabajo de indagación. Realicé una ficha para desarrollarla al final del tema pero no se llegó a poner en práctica por falta de tiempo, se puede consultar en el siguiente [enlace](#). A partir de una pregunta, de un problema real, como puede ser las resistencias a los antibióticos, se solicitaría que buscaran información del tema y respondiesen algunas preguntas de una ficha como la que se ha nombrado. Mediante el método System Thinking relacionarían los conceptos de la cuestión con los temas de biología que han estudiado a lo largo del curso como la evolución, la herencia y genética, los ecosistemas y la actividad humana y el medio ambiente. Posteriormente, realizarían una exposición en clase.

Estas tres actividades podrían enriquecer notablemente el aprendizaje de la propuesta didáctica.

VII. CONCLUSIONES

La redacción del presente Trabajo Fin de Máster ha supuesto un ejercicio de reflexión en torno a los aprendizajes que he adquirido en este Máster, lo que me permite tomar conciencia de la pertinencia de los contenidos vistos en él y de sus aportaciones a la configuración de mi identidad como docente. Algunos de estos aprendizajes se han visto reflejados en la propuesta didáctica como he explicado en el apartado anterior. Otros se pondrán en práctica en el futuro junto a nuevos aprendizajes que vaya adquiriendo, porque aunque aquí acabe el Máster, no se acaba la formación de docente, solo acaba de empezar y faltan muchos conocimientos que construir y que añadir a estas primeras bases. La singularidad de los TFM, la forma de trabajar, el proceso de confección de la memoria o su defensa puede hacer pensar que es el fin de esta etapa formativa y no una parte de ella (de Pro, Sánchez y Valcárcel, 2013).

La experiencia en las prácticas me ha enriquecido, sin lugar a dudas, gracias a la experiencia como docente en educación a distancia, completamente nueva para mí. Esta nueva forma de trabajo puede marcar también un cambio en la educación hacia metodologías más innovadoras. Estoy segura de que saldrán muchos estudios en el campo de la educación a raíz de esta nueva situación, además de los que ya existen, que mostrarán resultados comparativos de la educación telemática con la presencial, y puedo imaginar que manifestarán que el aprendizaje es más eficaz, lo que puede generar un impulso de cambio en la educación permitiendo una mayor flexibilidad y su extensión a zonas de difícil acceso. La educación virtual incorpora elementos pedagógicos de aprendizaje activo porque es una herramienta interactiva y apropiada tanto para la transmisión de información como en la construcción del conocimiento por los estudiantes, por tanto puede ayudar a mejorar su rendimiento cognitivo (Moreno, 2020).

Estoy muy contenta con mi trabajo, he sabido llevar a un total de 61 alumnos de 4º de ESO para impartirles el último tema de Biología en el final de la etapa de Secundaria, lo cual lo hace más emotivo. Creo que he sabido engancharlos a las clases y motivarlos, a pesar de que los ánimos en esta situación suelen ser más bajos. Lo pienso porque un estudiante que apenas había hecho nada durante el curso hizo las tareas que mandé, y porque los he visto implicados cuando les mandé los carteles, mandándome correos para asegurarse de que lo hacían bien.

También estoy muy satisfecha con los aprendizajes de los estudiantes respecto al tema, y pienso que ellos también lo están. Ha sido un trimestre atípico, y se han sabido adaptar muy bien a las necesidades educativas que se les exigían. Estoy segura de que echan de menos las clases presenciales, para estar con sus amigos, pero esta forma de trabajar también les ha gustado a algunos que han confesado encontrarse más a gusto trabajando desde casa y teniendo más flexibilidad para organizarse el estudio.

La redacción del presente trabajo me ha supuesto bastante más esfuerzo y tiempo del que me imaginaba, con todos los trabajos a analizar del periodo de prácticas. A pesar de ello, estoy orgullosa de él. Considero que es adecuado porque permite tomar perspectiva de lo mucho que nos falta por aprender, y de que lo más enriquecedor es el periodo de prácticas, viendo a otros profesionales adaptarse a las necesidades que cada contexto y situación les exige.

Para el desarrollo de esta profesión considero necesaria la formación permanente en Didáctica de las ciencias experimentales y estar actualizada en el mundo de la educación en todas las etapas, para entender el proceso formativo por el que han pasado y pasarán los estudiantes que serán la sociedad del futuro.

VIII. REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS

- Aguilera Ruiz, C., Manzano León, A., Martínez Moreno, I., Lozano Segura, M.C., y Casiano Yanicelli, C. (2017). El modelo flipped classroom. *INFAD Revista de Psicología*, (1), 261-266.
- De Haro, J.J. (1999). El origen de las teorías evolutivas. *Boletín de la Sociedad Entomológica Aragonesa*, (26), 29-34.
- De Longhi, A.L., Ferreyra, A., Peme, C., Bermudez, G.M.A., Quse, L., Martínez, S., Iturralde, C., y Campaner, G. (2012). La interacción comunicativa en clases de ciencias naturales. Un análisis didáctico a través de circuitos discursivos. *Revista Eureka sobre Enseñanza y Divulgación de las Ciencias*, 9(2), 178-195.
- De Pro Bueno, A., Sánchez Blanco, G., y Valcárcel Pérez, M.V. (2013). ¿En qué medida están contribuyendo los TFM a los resultados de aprendizaje planificados?. *Revista Eureka sobre Enseñanza y Divulgación de las Ciencias*, 10(Núm. Extraordinario), 728-748.
- Della Costa, G.M., y Occelli, M. (2020). Análisis de simulaciones computacionales para la enseñanza del modelo de evolución biológica por selección natural. *Revista Eureka sobre Enseñanza y Divulgación de las Ciencias*, 17(2), 2201-22.
- Ebrópolis, Asociación para el Desarrollo Estratégico de Zaragoza y su Entorno. (2018). Zaragoza en datos. Informe global sobre la ciudad y sus distritos. Recuperado de <http://observatoriourbano.ebropolis.es/files/File/Observatorio/Distritos/DossierZaragoza-marzo2018-Ebropolis.pdf>
- Fernández de Manzanos, M.T. (2002). *Ciencia y (r)evolución. Material didáctico para el área de biología 4º de ESO*, Bilbao: Mensajero.
- Fernández, J.J., y Sanjosé, V. (2007). Permanencia de ideas alternativas sobre Evolución de las Especies en la población culta no especializada. *Didáctica de las ciencias experimentales y sociales*, (21), 129-149.
- Gallego Jiménez, A., y Muñoz Muñoz, A. (2015). Análisis de las hipótesis evolutivas en alumnos de Educación Secundaria y Bachillerato. *Revista Electrónica de Enseñanza de las Ciencias*, 14(1), 35-54.
- Gavira Rodríguez, D., Arango Arango, J., Valencia Arias, A., y Bran Piedrahita, L. (2019). Percepción de la estrategia aula invertida en escenarios universitarios. *Revista Mexicana de Investigación Educativa*, 24(81), 593-614.
- Gil Quintana, J., y Prieto Jurado, E. (2019). Juego y gamificación: Innovación educativa en una sociedad en continuo cambio. *Ensayos Pedagógicos*, 14(1), 91-121.
- Giné Freixes, N. (2003). La evaluación inicial, principio del proceso de aprendizaje. *Aula de Innovación Educativa*, (127), 1-4.
- Grau, R., y de Manuel, J. (2002). Enseñar y aprender evolución: una apasionante carrera de obstáculos. *Alambique Didáctica de las Ciencias Experimentales*, (32), 56-64.
- Grence Ruiz, T. (dir) (2016). *Biología y Geología. 4º ESO*. Serie Observa. Madrid: Santillana.
- Hamodi, C., López Pastor, V.M., y López Pastor, A.T. (2015). Medios, técnicas e instrumentos de evaluación formativa y compartida del aprendizaje en educación superior. *Perfiles Educativos*, XXXVII(147), 146-161.
- Hernández Rodríguez, M.C., y Ruiz Gutiérrez, R. (2000). Kuhn y el aprendizaje del evolucionismo biológico. *Perfiles educativos*, XXII(89-90), 92-114.
- Ibáñez, V.E., Gómez Alemany, I. (2005). El puzzle: una técnica de aprendizaje cooperativo sencilla y gratificante para profesorado y alumnado. *Alambique Didáctica de las Ciencias Experimentales*, (45), 27-33.

- Lessa, E.P. (2009). Vigencia del Darwinismo. *Gayana*, 73(suplemento), 73-84.
- Lezcano, L., y Vilanova, G. (2017). Instrumentos de evaluación de aprendizaje en entornos virtuales. Perspectiva de estudiantes y aportes de docentes. *Informe Científico Técnico UNPA*, 157(17), 1-36.
- Linares, M., Gisbert, J., y Garzón, A. (2014). Propuestas didácticas para tratar el origen y evolución de los seres vivos usando recursos TICs y desde una visión constructivista del conocimiento. *Congreso Iberoamericano de Ciencia, Tecnología, Innovación y Educación*, artículo 362, 1-7.
- López García, M., y Morcillo Ortega, J.G. (2007). Las TIC en la enseñanza de la Biología en la educación secundaria: los laboratorios virtuales. *Revista Electrónica de Enseñanza de las Ciencias*, 6(3), 562-576.
- Mariano Pérez, G., Gómez Galindo, A.A., y González Galli, L. (2018). Enseñanza de la evolución: fundamentos para el diseño de una propuesta didáctica basada en la modelización y la metacognición sobre los obstáculos epistemológicos. *Revista Eureka sobre Enseñanza y Divulgación de las Ciencias*, 15(2), 2102-13.
- Mengascini, A., y Menegaz, A. (2005). “El juego de las mariposas” Propuesta didáctica para el tratamiento del cambio biológico. *Eureka sobre Enseñanza y Divulgación de las Ciencias*, 2(3), 403-415.
- Moreno Correa, S.M. (2020). La innovación educativa en los tiempos del Coronavirus. *Salutem Scientia Spiritus*, 6(1), 14-26.
- Sánchez Chacón, G. (2016). Percepción sistémica de la innovación educativa: Reflexiones desde el nuevo paradigma científico. *Revista Ensayos Pedagógicos*, 11(1), 17-39.
- Sánchez Rodríguez, J., Ruiz Palmero, J., y Sánchez Vega, E. (2017). Flipped classroom. Claves para su puesta en práctica. *Edmetec, Revista de Educación Mediática y TIC*, 6(2), 336-358.
- Sánchez Vera, M.M., Solano Fernández, I.M., y González Calatayud, V. (2016). Flipped-Tic: Una experiencia de Flipped Classroom con alumnos de Magisterio. *Relatec-Revista Latinoamericana de Tecnología Educativa*, 15(3), 69-81.
- Suárez Díaz, J. (2014). El mecanismo evolutivo de Margulis y los niveles de selección. *Contrastes*, 20(1), 7-26.
- Tejedor Gómez, J.A. (1996). La evaluación inicial: Propuesta para su integración en la educación obligatoria. *Revista Electrónica Interuniversitaria de Formación del Profesorado*, 1(0), 1-5.