

Trabajo Fin de Máster

“Escape Room educativo: Salva los ecosistemas, salva al mundo”

“Educational Escape Room: Save the ecosystems, save the world”

Autora

Julia Vega Álvarez

Directora

M^a del Carmen Ceamanos Valero

FACULTAD DE EDUCACIÓN

CURSO 2019/20



ÍNDICE DE CONTENIDOS

1. INTRODUCCIÓN	1
1.1. Presentación personal y currículum académico.....	1
1.2. Contextualización del centro	1
1.3. Presentación del trabajo.....	1
2. ANÁLISIS DIDÁCTICO DE DOS ACTIVIDADES REALIZADAS EN ASIGNATURAS DEL MÁSTER Y SU APLICACIÓN EN EL PRÁCTICUM.....	3
2.1. Actividad 1. Elaboración de una unidad didáctica según los principios de AICLE....	3
2.2. Actividad 2. Mapa conceptual	4
3. PROPUESTA DIDÁCTICA	6
3.1. Título y nivel educativo.....	6
3.2. Evaluación inicial	6
3.2.1 Revisión bibliográfica de las ideas previas sobre ecología en secundaria	6
3.2.2 Cómo se ha establecido el nivel académico de los alumnos	7
3.2.3 ¿Qué saben nuestros alumnos inicialmente?.....	8
3.2.4 Utilidad de la Evaluación inicial para la propuesta didáctica	9
3.3. Objetivos.....	9
3.4. Marco teórico.....	9
3.4.1. Justificación de la propuesta didáctica	9
3.4.2. Adecuación de la propuesta al contexto de aplicación.....	11
3.4.3. Justificación de la metodología empleada.....	11
4. PROPUESTA DIDÁCTICA. ACTIVIDADES	13
4.1. Contexto del aula y participantes.....	13
4.2. Contenidos: conocimientos, habilidades, destrezas y actitudes	13
4.2.1. Conocimientos.....	13
4.2.2. Habilidades, destrezas y actitudes	14
4.3. Temporalización	15
4.4. Criterios de evaluación	15
4.5. Metodología utilizada	15
4.5.1. Gamificación	15
4.5.2. Flipped classroom	15
4.5.3. Enseñanza de las ciencias basada en indagación	16

4.6.	Modelos didácticos utilizados	16
4.6.1.	Herramientas educativas	17
4.7.	Actividades	18
4.7.1.	Gamificación educativa: acertijos y códigos.....	18
4.7.2.	Actividad 1: Recuperando las relaciones entre seres vivos.....	21
4.7.3.	Actividad 2: Restableciendo los ciclos biogeoquímicos	21
4.7.4.	Actividad 3: Evitando la destrucción de los ecosistemas.....	21
4.7.5.	Proyecto colaborativo: Campaña de concienciación sobre el reciclaje.....	22
5.	EVALUACIÓN FINAL	23
5.1.	Instrumentos de evaluación	23
5.2.	Evaluación por competencias clave.....	23
5.3.	Calificación.....	24
5.4.	Resultados de la evaluación.....	24
5.4.1.	Actividad 1	24
5.4.2.	Actividad 2	25
5.4.3.	Actividad 3	25
5.4.4.	Proyecto de reciclaje	25
5.4.5.	Examen.....	25
6.	EVALUACIÓN DE LA PROPUESTA DIDÁCTICA Y PROPUESTA DE MEJORA .	26
7.	CONCLUSIONES	28
8.	REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS	30
9.	ANEXOS.....	33
	Anexo I. Tabla resumen de los criterios de evaluación de 3º de ESO considerados en la actividad de evaluación inicial sobre los conceptos ecológicos.....	33
	Anexo II. Actividad de evaluación inicial sobre conceptos ecológicos y cuestionario de autoevaluación.....	33
	Anexo III. Resultados de la actividad de evaluación inicial sobre conceptos ecológicos. ..	33
	Anexo IV. Temporalización de la UD.	33
	Anexo V. Criterios de evaluación del bloque “ <i>Ecología y medioambiente</i> ” de la asignatura Biología y Geología de 4º de ESO expresados en el currículo aragonés tratados en la UD	33
	Anexo VI. Dinámica de gamificación y contenido del juego de <i>Escape Room</i>	33
	Anexo VII. Material teórico y vídeos explicativos <i>flipped classroom</i>	33
	Anexo VIII. Concreción de los instrumentos de evaluación utilizados en la UD.....	33

Anexo IX. Cuestionario de <i>Google Forms</i> para la realización de la rúbrica de coevaluación.	33
Anexo X. Clasificación de los criterios de evaluación y criterios de calificación.	33
Anexo XI. Resultados actividad 1.	33
Anexo XII. Resultados actividad 2.	33
Anexo XIII. Resultados actividad 3.	34
Anexo XIV. Resultados del proyecto de reciclaje.	34
Anexo XV. Estadísticas sobre los resultados del examen.	34
Anexo XVI. Resultados de la encuesta de opinión a los estudiantes sobre la UD.	34

1. INTRODUCCIÓN

1.1. Presentación personal y currículum académico

Soy licenciada en Biología Ambiental y de Sistemas por la Universidad de Salamanca, institución que me ha visto crecer y donde he proseguido con mis estudios superiores. Tras terminar la carrera, enfoqué mi formación hacia la investigación ambiental: hice un máster en Biología y Conservación de la Biodiversidad, un máster en Análisis Avanzado de Datos Multivariantes y terminé mi Doctorado sobre ecología vegetal el año pasado. Durante mis años de estudios, he compaginado mi actividad académica trabajando como Educadora Ambiental con niños y adolescentes. Como se puede apreciar, he sido estudiante casi toda mi vida, en parte porque uno de mis mejores vicios es que me encanta aprender cosas nuevas. Pero he descubierto que hay otra cosa que me gusta casi tanto como aprender: enseñar. Y es que hay una fuerza atávica en la enseñanza que me atrae porque, siguiendo la alegoría de Platón, siento que tengo el poder de sacar prisioneros de la oscuridad para revelarles el mundo real. Por suerte, durante mi vida me he encontrado con muchas personas que me han sacado de esa prisión alegórica a veces voluntariamente, otras a rastras, y gracias a ellas y a ellos, me decidí a hacer este máster para, con suerte, algún día ser profesora y transmitir mi pasión por el conocimiento a los demás.

1.2. Contextualización del centro

El IES La Muela está situado en la comarca de Valdejalón, en el municipio de La Muela, población de unos 5000 habitantes que se encuentra a 26 Km de Zaragoza. El centro se sitúa junto al complejo deportivo “La Muela” en la parte noreste del pueblo. El instituto se crea en el año 2015 como centro adscrito al IES Las Ródanas (Épila) y se mantiene así hasta el curso 2018-2019, cuando se independiza y se constituye como instituto independiente. En el IES La Muela, sólo se imparte docencia de Educación Secundaria Obligatoria (ESO), estando previsto para años próximos (si se amplía el espacio del centro), la implantación de Bachillerato. El centro cuenta con los cuatro cursos de ESO, incluyendo los dos cursos de PMAR (Programa para la Mejora del Aprendizaje) y PAI (Programa de aprendizaje Inclusivo). Este año se ha implantado por primera vez el programa bilingüe BRIT de la comunidad de Aragón, que se imparte a un grupo de 22 alumnos de 1º de ESO, cursando como materias LEX (Lengua Extranjera) en inglés las asignaturas de Educación Física y Geografía e Historia. En el curso actual, el centro cuenta con 240 alumnos matriculados, repartidos en tres cursos de 1º de ESO, dos cursos de 2º, 3º y 4º. Las aulas cuentan con entre 20-30 alumnos, notándose la falta de espacio, lo que dificulta el trabajo de los docentes. En cuanto a las características del alumnado, en este centro nos encontramos con una elevada diversidad sociocultural, debido a que en La Muela viven muchas familias inmigrantes obreras de distintas nacionalidades. Alrededor de un 30-40% de estudiantes presentan dificultades de aprendizaje, en su mayoría asociados a estudiantes con problemas de conducta y, en general, hay poca motivación por el estudio entre el alumnado.

1.3. Presentación del trabajo

La intervención educativa durante el periodo de prácticas se ha realizado en el grupo B de 4º de ESO, que cursa la orientación de Enseñanzas Académicas. Este grupo cuenta con 19 alumnos/as de distintas nacionalidades, de los cuales, ninguno tiene necesidades específicas de apoyo educativo. El nivel académico del grupo es medio-bajo y se observa una falta de interés generalizada por la asignatura, a excepción de unos pocos estudiantes que muestran predisposición para el estudio y han tenido buenas calificaciones en las evaluaciones anteriores. Durante las prácticas, me he encargado de impartir en este grupo los temas correspondientes al bloque de *Ecología y medio ambiente* de la asignatura de Biología y Geología. A pesar de la

situación vivida a raíz de la pandemia por coronavirus, gracias a mi tutor de prácticas José Ignacio Bruscas, he podido intervenir con bastante libertad en el aula virtual, lo que me ha permitido probar varias metodologías educativas que, en un principio no me había planteado utilizar, así como practicar el manejo de herramientas y recursos electrónicos.

En este trabajo presento la unidad didáctica que he implementado durante las prácticas en el instituto, cuyo objetivo principal es motivar e implicar a los alumnos en el aprendizaje de la ecología desde la educación ambiental, mediante el uso de las Tecnologías de la Información y la Comunicación (TICs) y la innovación docente. La propuesta didáctica se desarrolla siguiendo una progresión de creciente complejidad en los contenidos para mejorar la comprensión de los conceptos ecológicos (Gil Quílez y Martínez Peña, 1992) y está fundamentada en tres metodologías principales. En primer lugar, la dinámica educativa se basa en la *gamificación* y consiste en la organización de un juego tipo *Escape Room*, donde los estudiantes tienen que resolver acertijos para obtener los códigos de acceso al contenido teórico. Esta idea surgió como alternativa a la metodología de trabajo cooperativo que tenía pensado utilizar en el aula ya que, en la gamificación, el componente social también juega un papel fundamental, estimulando el interés de los estudiantes por el proceso educativo (Llorens-Largo et al., 2016). Como en esta unidad los contenidos están centrados en la educación ambiental, la temática del juego se ambienta en un futuro mundo distópico azotado por los desastres medioambientales causados por el hombre, que persigue sensibilizar a los estudiantes y hacer el contenido más atractivo. Dado el carácter telemático de la intervención, fui consciente desde un principio de que el seguimiento individual de los estudiantes iba a resultar complicado por no poder tener un contacto directo con ellos y por los problemas de comunicación durante las reuniones virtuales. Por estos motivos, quise dar a los estudiantes la máxima flexibilidad posible implementando una segunda metodología, *flipped classroom* o *aprendizaje inverso*, en la cual los alumnos acceden al contenido teórico a través de vídeos explicativos y, posteriormente, realizan actividades para aplicar lo aprendido (Peché y Giraldo, 2019), de modo que cada alumno/a puede adecuar el proceso de aprendizaje a su ritmo de trabajo. Por último, las tareas del alumno, que incluyen la resolución de acertijos del juego, tres tareas individuales y un proyecto por parejas, tienen como denominador común la indagación, una metodología de trabajo que busca fomentar las habilidades de investigación y un aprendizaje activo del alumnado (Aguilera et al., 2018) usando, en este caso, como vehículo las TICs. El enfoque socioambiental de la propuesta se ve reflejado en todas las tareas, pero especialmente en el proyecto, que consiste en la realización de una campaña publicitaria de concienciación sobre el reciclaje, y que persigue promover conductas sostenibles en el alumnado mediante la educación ambiental (Álvarez y Vega, 2009).

2. ANÁLISIS DIDÁCTICO DE DOS ACTIVIDADES REALIZADAS EN ASIGNATURAS DEL MÁSTER Y SU APLICACIÓN EN EL PRÁCTICUM

2.1. Actividad 1. Elaboración de una unidad didáctica según los principios de AICLE

Dentro de la asignatura de “*Recursos didácticos para la enseñanza de materias en inglés*”, he tenido que diseñar una unidad didáctica enfocada a la enseñanza de contenidos de mi especialidad en un aula bilingüe, siguiendo los principios del Aprendizaje Integrado de Contenido y Lengua Extranjera (AICLE). Según este enfoque, la enseñanza de una lengua extranjera debe ser un vehículo para el aprendizaje de contenidos, ya que en un aula bilingüe el objetivo es que los alumnos sean capaces de usar el idioma para adquirir y transmitir conocimientos, por lo que el aprendizaje lingüístico debe estar enfocado a su utilización práctica. En este sentido, me parece que esta aproximación se puede extrapolar a la enseñanza de las ciencias debido a que, al igual que en el aula bilingüe, los estudiantes deben aprender un idioma (el lenguaje científico) como medio para comprender los contenidos. Aunque es cierto que adquirir vocabulario científico es parte de los objetivos curriculares en las asignaturas de ciencias, es más importante que los estudiantes entiendan el significado detrás de los conceptos que ilustran. Sin embargo, habitualmente la evaluación de esta competencia se basa en el uso de definiciones y no en la aplicación de conceptos, lo que fomenta un aprendizaje memorístico.

La integración de los principios AICLE en el aula, requiere de materiales y recursos interactivos que tienen como objetivo implicar al alumno en el proceso de aprendizaje. Esta forma de entender la enseñanza parte del constructivismo y los principios pedagógicos de la Escuela Nueva, que hemos tratado extensamente en varias asignaturas. Según estos principios, el estudiante debe ser el protagonista y tener un papel activo en la enseñanza. Esto se contrapone a la visión tradicional donde el docente hace la mayor parte del trabajo dando clases magistrales o llevando a cabo experimentos para que el alumno actúe como un observador pasivo. Entre los fundamentos de AICLE, se incluye la integración de las 4Cs: Contenido, Comunicación, Cognición y Cultura. Según este marco de referencia, el foco de atención debe ponerse en las interrelaciones entre estos cuatro elementos, fomentando un aprendizaje holístico (Coyle, 1999). Para conseguirlo, es imprescindible utilizar recursos educativos variados, auténticos y adaptados, que sean estimulantes para el alumno, siguiendo una secuencia de progresión en el aprendizaje (Coyle, Holmes y King, 2009), lo que favorece la atención a la diversidad (Bermúdez y De Longhi, 2006), especialmente cuando se utilizan las TICs (García García y López Azuaga, 2012). De hecho, tanto el uso de recursos interactivos como la implicación de los estudiantes en el proceso educativo son los aspectos más destacados de la efectividad de esta metodología en el aprendizaje científico (Coyle et al., 2009).

Como parte de la asignatura mencionada, he podido conocer y utilizar múltiples recursos educativos interactivos que desconocía y con los que me he familiarizado gracias a la elaboración de la unidad didáctica. Algunos de ellos también los había utilizado en otras asignaturas del máster, y es que a lo largo de este curso casi todos los docentes han hecho hincapié en la necesidad de implementar las TICs en las aulas. También he aprendido que, a la hora de diseñar una unidad didáctica, es importante organizar los contenidos siguiendo una progresión didáctica, teniendo en cuenta las cuatro fases básicas del aprendizaje, que tienen distintas finalidades: 1) Activación de conocimientos previos, 2) Exploración y adquisición de conocimientos nuevos, 3) Profundización de los contenidos aprendidos y 4) Evaluación del rendimiento. Entre los recursos aprendidos, he elegido algunos para mi unidad didáctica que resumo a continuación:

- 1) Organizadores gráficos. Permiten al alumno organizar la información de manera visual, por lo que favorece el desarrollo de habilidades del pensamiento relacionadas con la recogida, procesamiento y evaluación de la información (Muñoz-González, Ontoria-Peña y Molina-Rubio, 2011). Dentro de los organizadores gráficos, en la unidad didáctica presentada en este trabajo, utilicé las plantillas de investigación (tablas estructuradas que guían el proceso de indagación) y los mapas conceptuales.
- 2) Aplicación Edpuzzle. Permite editar vídeos publicados en diferentes plataformas (ej. *YouTube*), de manera que el material se puede dividir en fragmentos pequeños y se pueden incluir notas de voz o preguntas, con el objetivo de facilitar el aprendizaje y focalizar la atención de los estudiantes hacia los puntos importantes. Esta aplicación es muy valorada por los estudiantes (Mischel, 2019) y puede ser usada como herramienta de autoevaluación ya que permite una retroalimentación positiva mediante los cuestionarios. En mi caso, usé *Edpuzzle* para editar un documental de *YouTube* titulado “*Un mundo frágil*”, en el que introduce preguntas multiopción de reflexión para que los estudiantes pudiesen autoevaluar su aprendizaje y centrarse en la información relevante.
- 3) Aplicación Quizizz. Es una herramienta de gamificación online que permite crear cuestionarios interactivos a través de una dinámica tipo concurso. La inclusión de elementos lúdicos en *Quizizz*, aumenta la motivación de los estudiantes, mejorando su aprendizaje (Vergara, Mezquita y Gómez, 2019). Además, al igual que *Edpuzzle*, esta aplicación puede ser usada para una evaluación formativa (Maraza, Cuadros, Fernández, Alay y Addison, 2019). En mi caso, usé *Quizizz* primero, como herramienta de autoevaluación para el repaso de conceptos importantes de la unidad didáctica y luego como instrumento de evaluación en la prueba final.

2.2. Actividad 2. Mapa conceptual

En la asignatura de “*Innovación e investigación educativa en biología y geología*”, como parte de las actividades a realizar se propuso la elaboración de un mapa conceptual sobre un tema libre a elegir de un libro de texto de secundaria. Esta actividad, me hizo reflexionar sobre la utilidad de los mapas conceptuales para organizar y sintetizar información, por lo que me pareció apropiado implementarla en mi unidad didáctica. Lo cierto es que los mapas conceptuales, aunque puedan parecer sencillos de realizar, no lo son en absoluto, ya que requieren una comprensión profunda de los conceptos que queremos ilustrar y relacionar, motivo por el cual son muy útiles en el aula de ciencias (Vanides, Yin, Tomita y Ruiz-Primo, 2005). En esta asignatura, he aprendido que innovación es sinónimo de efectividad en el aprendizaje. Por tanto, innovar en educación, no significa usar medios tecnológicos sofisticados, ni tiene que ver con la implementación de metodologías complejas e intrincadas, sino con hacer que los estudiantes aprendan mejor y más rápido. En este sentido, los mapas conceptuales me parecen una buena herramienta de innovación ya que cumplen con tal fin, contribuyendo a la construcción de un aprendizaje significativo (Novak y Gowin, 1988).

Antes de comenzar este máster, la verdad es que no sabía qué era un mapa conceptual. Aunque había oído el término, siempre había dado por hecho que era un sinónimo de esquema. En realidad, hay multitud de términos relacionados (ej. esquemas, organigramas, diagramas) que definen diferentes tipos de organizadores gráficos donde, al igual que en los mapas conceptuales, se representan las relaciones entre varios términos o conceptos de manera visual (Ontoria, 2017). Sin embargo, en un mapa conceptual hay dos características diferenciadoras: los conceptos relacionados se denominan *proposiciones* y las uniones, que se representan mediante flechas, llevan asociadas una *palabra-enlace* (ej. verbos, preposiciones...) que

especifica el tipo de vinculación semántica. Además, los mapas conceptuales siempre tienen una estructura jerárquica, de manera que los conceptos más generales o inclusivos se sitúan en la parte superior del gráfico y a medida que se avanza, se va concretando cada vez más hasta llegar a conceptos específicos (Novak y Gowin, 1988). Estas cualidades, hacen del mapa conceptual una herramienta muy útil en el proceso de enseñanza-aprendizaje porque permiten que el alumno desarrolle destrezas cognitivas de orden superior como la metacognición, el pensamiento inferencial y la capacidad de síntesis (Muñoz-González et al., 2011).

En la unidad didáctica presentada en este trabajo, incluyo la realización de un mapa conceptual en una de las actividades propuestas con el objetivo de que los estudiantes reflexionen sobre la complejidad multicausal de los problemas ambientales. Siguiendo la propuesta didáctica de Álvarez y Vega (2009), se plantea a los estudiantes la elaboración de un mapa conceptual en el que se relacionen causas y consecuencias, en este caso de una de las amenazas a los ecosistemas vistas en la teoría. El mapa conceptual realizado por los estudiantes sirve además como base para la redacción de un texto escrito en formato de carta, de manera que su aplicación tiene también como objetivo la estructuración de ideas. Según Novak y Gowin (1988), el uso de los mapas conceptuales para la preparación de trabajos escritos es beneficiosa para el estudiante porque permite agilizar los procesos mentales del aprendizaje, al transformar la información desde una estructura jerárquica a una lineal, de modo similar a como ocurre en nuestro cerebro cuando usamos el lenguaje. De manera que, los mapas conceptuales, también estimulan las habilidades del pensamiento relativas al procesamiento de la información que se divide en cuatro procesos: selección, abstracción, interpretación e integración de la información (Ontoria, 2017). La fase de selección de la información es quizá la más relevante para la realización de un mapa conceptual, ya que el alumno debe ser capaz de elegir unos pocos términos que engloben los conceptos más importantes que quiere representar. Durante este proceso, el estudiante reelabora su conocimiento incorporando lo aprendido y relacionándolo con sus conocimientos previos, consiguiendo un aprendizaje significativo (Novak y Gowin, 1988).

A lo largo de este máster y en especial en la asignatura mencionada, he aprendido la importancia de la evaluación como herramienta de aprendizaje, una máxima relacionada con los principios pedagógicos de la Escuela Nueva que promulgan un aprendizaje centrado en el alumno. En mi opinión este enfoque tiene todo el sentido del mundo y como estudiante me he planteado en innumerables ocasiones lo útil que sería poder recibir comentarios de retroalimentación de mis profesores para poder mejorar y aprender de mis errores. Lo cierto es que, en todos mis años como estudiante, no he tenido la suerte de encontrarme con muchos docentes que tuvieran este planteamiento. Por ello, en esta unidad didáctica he querido reflejar este enfoque formativo de la evaluación, haciendo comentarios a los estudiantes sobre las tareas y permitiendo su reentrega. Entre los instrumentos de evaluación que he utilizado se encuentra el mapa conceptual, debido a que es una excelente herramienta para evaluar el aprendizaje relacional que, siguiendo la taxonomía de Bloom, se correspondería con los niveles IV a VI (Novak y Gowin, 1988). De este modo, se puede valorar si los estudiantes han alcanzado una comprensión profunda de los contenidos, a la vez que se estimula su creatividad y se mejora la capacidad de memorización a largo plazo (Muñoz-González et al., 2011).

3. PROPUESTA DIDÁCTICA

3.1. Título y nivel educativo

La unidad didáctica (UD) presentada en este trabajo se titula “*Escape Room educativo: salva los ecosistemas, salva al mundo*” y ha sido diseñada para trabajar los contenidos sobre ecología de la asignatura de Biología y Geología en el nivel educativo de 4º de ESO.

3.2. Evaluación inicial

3.2.1 *Revisión bibliográfica de las ideas previas sobre ecología en secundaria*

Para analizar los conocimientos previos del alumnado sobre ecología, primero, hay que preguntarse qué saben los estudiantes sobre la adaptación biológica, un concepto clave para entender las relaciones ecológicas. Estudios realizados en España revelan que los estudiantes de secundaria tienen un pensamiento lamarckista antes de enfrentarse al aprendizaje de la evolución, que perdura en etapas educativas posteriores (Gallego y Muñoz, 2015), siendo predominante la opinión de que los organismos se adaptan de manera consciente al medio para sobrevivir, obviando el papel de la selección natural en el proceso de adaptación (De Manuel y Grau, 2000; Gallego y Muñoz, 2015). En ecología, a parte de los conceptos evolutivos, también hay multitud de conceptos específicos (ej. ecosistema, nicho ecológico) necesarios para comprender los modelos teóricos. Estos conceptos, además, requieren conocimientos de otras disciplinas y están abiertos a múltiples interpretaciones, lo que hace de la ecología una ciencia compleja (García, 2002). Por ello, al igual que ocurre con la evolución, las dificultades de aprendizaje en ecología son comunes a lo largo de la secundaria y siguen en muchos casos en etapas posteriores (Gil Quílez y Martínez Peña, 1992; Sánchez y Pontes 2010). En el reciente estudio de García-Rodeja, Silva y Sesto (2020), se analizaron las ideas previas sobre los ecosistemas en estudiantes de 4º ESO y 1º Bachillerato, con resultados similares a aportaciones anteriores, que destacan la falta de comprensión del papel del suelo y los descomponedores en los ecosistemas. En general, los estudiantes asocian la descomposición a la acción de agentes externos como el paso del tiempo o el clima, y no a la actividad de microorganismos descomponedores como los hongos y bacterias del suelo (De Manuel y Grau, 2000; Ibarra, Carrasquer y Gil, 2010; García-Rodeja et al., 2020). Sin embargo, los estudiantes reconocen que el suelo es importante para el crecimiento de las plantas, lo que a menudo les conduce a la idea de que el suelo en sí es un organismo capaz de absorber sustancias y de generar alimento para las plantas (De Manuel y Grau, 2000). Esta visión del suelo como ser vivo, lleva a una concepción alternativa muy arraigada en los estudiantes, la idea de que la nutrición vegetal se realiza a través de la tierra (Fernández Manzanal y Casal Jiménez, 1995, De Manuel y Grau, 2000). De hecho, gran parte del alumnado no relaciona la absorción del CO₂ durante la fotosíntesis con la fabricación de materia orgánica vegetal, e incluso identifican el suelo o el agua como fuentes de energía para las plantas, lo que muestra una falta generalizada de entendimiento de los ciclos de la materia y la energía (García-Rodeja et al., 2020).

En cuanto al concepto de ecosistema, pese a ser esencial en ecología, también ha demostrado ser objeto de controversia. En general, en secundaria, los estudiantes no reconocen la función de los componentes abióticos (ej. luz, agua, suelo) (Jiménez Aleixandre, 2003; Edel Navarro y Ramírez Garrido, 2006). Como he comentado anteriormente, el papel de los descomponedores en los ecosistemas también resulta confuso para los estudiantes, problema que se ve acrecentado por la ausencia de esquemas de redes tróficas detriticas en los libros de texto escolares, donde los descomponedores se suelen omitir de las cadenas tróficas (Ibarra et al., 2010). Por otro lado, varios estudios ponen de manifiesto que los estudiantes no asimilan el concepto de una red trófica en la que todos los elementos están interrelacionados a diferentes niveles (Fernández

Manzanal y Casal Jiménez, 1995; De Manuel y Grau, 2000) y tienen dificultades para comprender el efecto de la pérdida de energía entre niveles tróficos en los ecosistemas (Bravo Torija y Jiménez Aleixandre, 2014). Según García (2003), esto se debe a que el entendimiento de la organización ecológica pasa por tres fases de creciente complejidad, empezando con la *concepción aditiva del ecosistema*, pasando por el *modelo de cadena trófica rígida*, hasta llegar al *modelo de red trófica flexible*, en el que ya se reconoce la complejidad y la interdependencia de las interacciones ecológicas. Este último nivel, sirve como objetivo de referencia para la enseñanza del concepto de ecosistema, pero resulta difícil de alcanzar en secundaria dada su complejidad (García, 2003). Por último, el estudio de la ecología no puede separarse de la educación ambiental, ya que la intervención humana tiene un gran impacto sobre los ecosistemas. Atendiendo a este aspecto, encontramos que en general, los estudiantes de secundaria asocian los problemas ambientales casi exclusivamente a la contaminación atmosférica y los problemas de degradación, mientras que la conservación de los recursos naturales queda en un segundo plano (Jiménez Aleixandre, 2003; Agraso y Jiménez Aleixandre, 2003). En el estudio realizado por Edel Navarro y Ramírez Garrido (2006), se observó que los estudiantes de secundaria asociaban la contaminación con términos referentes al impacto en la atmósfera o con desechos y basuras, pero ninguno mencionaba la contaminación del agua o del suelo, lo que refleja que los estudiantes no tienen interiorizado el concepto de contaminación química. Por otro lado, es frecuente la confusión entre reciclar y reutilizar, acciones que no son asociadas por los estudiantes con la conservación o cuidado del medio ambiente (Edel Navarro y Ramírez Garrido, 2006). Estas cuestiones, revelan que los alumnos tienen una visión reducida y sesgada de las problemáticas ambientales que entorpece la adquisición de actitudes y conductas proambientales (Álvarez y Vega, 2009), de manera que el estudio de la ecología en el aula resulta esencial para ampliar los conocimientos ambientales (García, 2002).

3.2.2 *Cómo se ha establecido el nivel académico de los alumnos*

Para establecer los conocimientos previos de los estudiantes sobre conceptos relacionados con la ecología dados en 3º de ESO ([Anexo I](#)), se realizó una actividad virtual de evaluación inicial. Debido a la situación de confinamiento vivida durante la aplicación de la UD y con el objetivo realizar una evaluación inicial lo más veraz posible, decidí aplicar una actividad que evaluara el aprendizaje relacional y no el memorístico, de manera que no pudiese ser completada mediante búsquedas en internet. Por estos motivos, diseñé una actividad basada en la técnica de *Concept Sorting*, en la que los estudiantes tienen que agrupar elementos en base a unas categorías predefinidas. Esta técnica sirve para activar los conocimientos previos de los estudiantes, pero también para analizar sus esquemas cognitivos y cómo procesan la información (Cook, 2006). Utilicé imágenes para representar los elementos a agrupar, con el objetivo de reducir la carga memorística de la actividad y facilitar la asociación de ideas, ya que el uso de imágenes ayuda a concretar la información abstracta y a recordar conceptos, haciendo el contenido más accesible a todo tipo de estudiantes (Cook, 2006). La actividad se llevó a cabo con un cuestionario de *Google Forms* y se complementó con otro cuestionario de autoevaluación, que se usó para averiguar el grado de autoconocimiento de los estudiantes sobre su propio proceso de aprendizaje, mediante la valoración de la dificultad percibida en la clasificación de elementos en cada categoría ([Anexo II](#)).

3.2.3 ¿Qué saben nuestros alumnos inicialmente?

La actividad de evaluación inicial fue realizada de manera telemática al inicio del periodo del Prácticum II por 18 de los 19 estudiantes del grupo ([Anexo III](#)). Los resultados muestran que los estudiantes clasificaron correctamente un alto porcentaje de las imágenes en las categorías “Peligro de Extinción” y “Contaminación” con un ~80% de respuestas correctas. En esta última categoría, casi todos los estudiantes asociaron la industria, los coches y los plásticos a la contaminación, pero sólo el 30% marcó el uso de pesticidas. Curiosamente, ningún estudiante seleccionó la imagen sobre el blanqueamiento del coral y sólo uno reconoció el efecto contaminante de la ganadería. En las categorías de “Degradación del suelo” y “Productores primarios”, los estudiantes clasificaron correctamente ~60% de las imágenes. En el primer caso sólo tres estudiantes identificaron que las actividades ganaderas afectan a la degradación del suelo, aunque más del 40% asociaron el cultivo y el uso de los pesticidas como actividades dañinas para el suelo. En cuanto a los productores, cabe destacar que la imagen más elegida fue la de las cianobacterias, mientras que las algas, musgos y cactus fueron seleccionados sólo por el ~30% de los estudiantes, y otros organismos como los hongos fueron clasificados erróneamente como productores primarios. Por último, las categorías peor identificadas por los estudiantes fueron la de “Ecosistema” y “Adaptaciones al medio” con un mayor porcentaje de respuestas incorrectas (Gráfico 1A). Dentro de la categoría de ecosistemas, sólo dos estudiantes incluyeron la imagen de los hongos, mostrando una falta de comprensión del papel de los descomponedores. En cuanto a la categoría de adaptaciones, la selección de imágenes fue muy dispersa y sólo el insecto palo y el camello fueron clasificados correctamente por más del 50% de los alumnos. En cuanto al cuestionario de autoevaluación que rellenaron los estudiantes para valorar su desempeño en la actividad, en el Gráfico 1B podemos observar que, en una escala de 1 a 4, los estudiantes identificaron la categoría “Contaminación” como la más fácil en promedio, mientras que el resto de las categorías tuvieron una calificación de entre 2 y 3 puntos. Este cuestionario da una idea de la capacidad de los estudiantes para evaluar su propio trabajo. Se observa que, en general, fueron poco críticos ya que pocos expresaron haber tenido serias dificultades para realizar el ejercicio. Por otro lado, también se observa que, exceptuando la categoría de “Contaminación” en la que la dificultad percibida y el grado de desempeño concordaban, en todas las demás, los estudiantes no supieron reconocer correctamente las limitaciones de su conocimiento sobre las categorías propuestas.

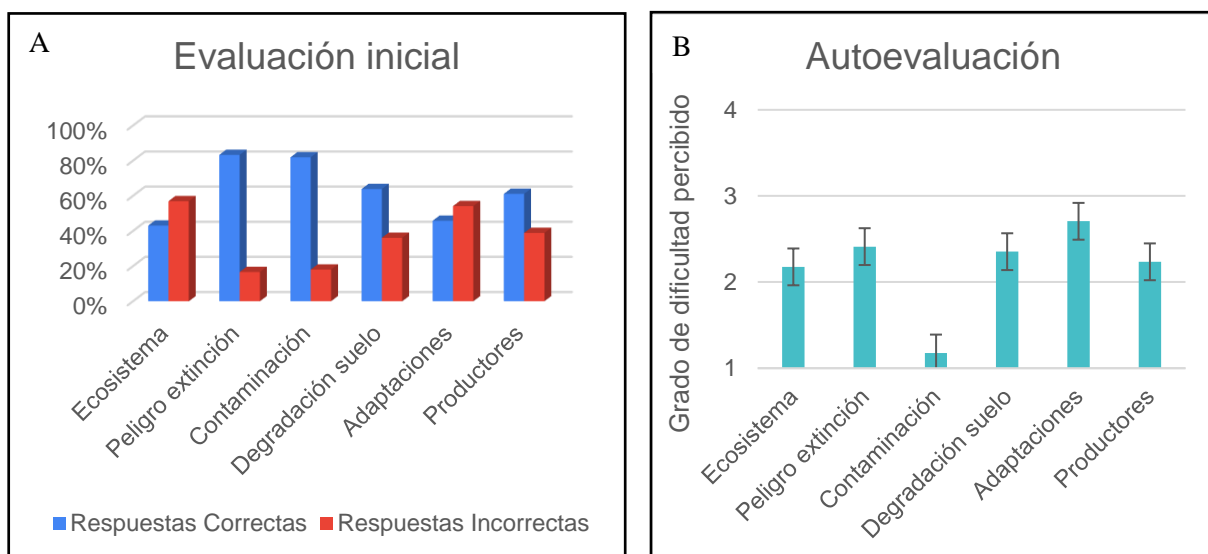


Gráfico 1. A: Resultados de la evaluación inicial. Se muestra el porcentaje de respuestas correctas e incorrectas para cada categoría. **B:** Resultados de la autoevaluación. Se muestra el grado de dificultad (1-4) promedio percibido en la clasificación de imágenes para cada categoría y su error estándar.

3.2.4 Utilidad de la Evaluación inicial para la propuesta didáctica

Antes de comenzar una UD es importante averiguar el punto de partida de los estudiantes. En este sentido, las evaluaciones diagnósticas iniciales, cumplen un triple propósito: detectar las dificultades de aprendizaje, adaptar la programación didáctica a las necesidades del alumnado y hacer a los estudiantes conscientes de su propio proceso de aprendizaje (Jorba y Sanmartí,1996). La actividad de evaluación inicial propuesta ha servido para detectar ciertas concepciones alternativas en el alumnado sobre los conceptos relacionados con la ecología y anticipar dificultades de aprendizaje. En vista de los resultados obtenidos y de la investigación bibliográfica previa, se ha incluido en el diseño del material teórico referencias explícitas a los puntos problemáticos como las adaptaciones biológicas, los factores abióticos, el papel de los descomponedores, el funcionamiento de los ciclos de materia y energía o la contaminación del suelo y el agua. Asimismo, algunas de estas dificultades se han tratado de manera directa o indirecta en las actividades de indagación planteadas para que los estudiantes trabajaran de manera activa sobre ellas.

3.3. Objetivos

La UD se vertebra en torno a dos ejes principales, la educación ambiental y el uso de las TICs, incluidos dentro de los objetivos de etapa de ESO e) y k) (RD 1105/2014). En cuanto a los objetivos curriculares generales, esta propuesta abarca algunos puntos de los objetivos 3, 4 y 7 del currículo de la asignatura Biología y Geología impartida en 4º de ESO (Orden ECD/489/2016).

Los objetivos didácticos principales de esta propuesta consisten en que los estudiantes:

- a) Comprendan conceptos básicos sobre ecología y su fundamento científico.
- b) Utilicen diferentes recursos TICs para identificar aspectos clave de las problemáticas ambientales y el funcionamiento de los ecosistemas.
- c) Investiguen las relaciones ecológicas entre especies, los ciclos de la materia y las amenazas de los ecosistemas aplicando un razonamiento crítico basado en criterios científicos.
- d) Reflexionen sobre los impactos ambientales que generan las actividades humanas y la importancia de proteger los ecosistemas.
- e) Colaboren en la realización de un proyecto de divulgación sobre el reciclaje que fomente la conciencia ambiental.

3.4. Marco teórico

3.4.1. Justificación de la propuesta didáctica

En las últimas décadas, la creciente crisis ambiental derivada de la sobreexplotación de los recursos naturales y la contaminación ha puesto de manifiesto la fragilidad del planeta, acrecentando la necesidad política y social de actuar para frenar los problemas ambientales. En este sentido, la educación ambiental ha cobrado una mayor importancia como instrumento imprescindible para promover el cambio hacia actitudes y conductas más responsables con el medio ambiente (Vega y Álvarez, 2005). A pesar de su relevancia, en el currículo de secundaria la educación ambiental adquiere un segundo plano como elemento transversal, quedando incluida dentro de los aspectos relacionados con la educación cívica y constitucional y en algunos objetivos de etapa (RD 1105/2014). Numerosos autores subrayan que no se puede entender la educación ambiental sin la enseñanza de los principios y conceptos de ecología

sobre los que se sustenta (Fernández Manzanal y Casal Jiménez, 1995; García, 2002; Bermúdez y De Longhi, 2008), por lo que su integración en los currículos escolares de ciencias resulta necesaria para fomentar el desarrollo de actitudes y comportamientos proambientales en el alumnado (Jiménez Aleixandre, López y Pereiro, 1995; Sánchez y Pontes, 2010). En el currículo aragonés de la asignatura de Biología y Geología, el estudio de los ecosistemas y el cuidado del entorno natural se señalan como objetivos prioritarios en 1º de ESO, pero no es hasta 4º de ESO cuando se incluye el estudio de las interacciones y las dinámicas ecológicas (Orden ECD/489/2016). En realidad, los contenidos sobre ecología dados en 1º y 3º de ESO, son bastante escasos y están centrados en aspectos descriptivos de los ecosistemas, por lo que es en 4º de ESO cuando los estudiantes se enfrentan por primera vez a una visión completa de los procesos ecológicos, incluyendo el estudio de las teorías evolutivas. Dado que cuarto es el último curso de la educación obligatoria, y que hay estudiantes que no continúan sus estudios formales tras esta etapa educativa, la comprensión y asimilación de los conceptos básicos sobre ecología es de vital importancia en este curso para formar ciudadanos responsables con el medio ambiente. Por ello, esta propuesta incorpora aspectos de la didáctica de la ecología y la educación ambiental como veremos a continuación.

La comprensión de los modelos y fundamentos científicos que sustentan el conocimiento ecológico, requieren de un pensamiento sistémico e integrador (Gil Quílez y Martínez Peña, 1992; García, 2002), que se corresponde con el máximo nivel de competencia en ciencias que, en España, según el informe PISA (2018), es alcanzado tan sólo por un 0.3% del alumnado. Estos datos, invitan a reflexionar sobre cómo se puede enfocar la enseñanza de la ecología en secundaria para conseguir que los estudiantes comprendan realmente aspectos clave como las consecuencias ambientales derivadas de las actividades humanas (Bermúdez y De Longhi, 2008). En este sentido, es importante realizar un aprendizaje progresivo de los contenidos sobre ecología en secundaria, comenzando por los aspectos descriptivos de los ecosistemas hasta conseguir un conocimiento de base que pueda ser usado por los estudiantes posteriormente para interpretar interacciones complejas (Gil Quílez y Martínez Peña, 1992; Bermúdez y De Longhi, 2006). Por otro lado, tanto el uso de experiencias de campo (Fernández Manzanal y Casal Jiménez, 1995) como de situaciones centradas en problemáticas ambientales próximas a los estudiantes (España y Prieto, 2009; Rodellar y Bravo-Torija, 2016), han mostrado ser eficaces a la hora de enseñar contenidos sobre ecología debido probablemente al factor emocional, que influye en la predisposición del estudiante hacia el proceso educativo, pero también en su capacidad para lograr un aprendizaje científico significativo (Vázquez y Manassero, 2007). Según Cañal (2004), la alfabetización científica está ligada al aprendizaje de conceptos, procedimientos y actitudes que estimulan el pensamiento crítico y la autonomía intelectual de los estudiantes. Este enfoque puede ser aplicado a la didáctica de la ecología ya que el objetivo de fondo de la educación ambiental es formar a ciudadanos concienciados, responsables y con competencias ambientales (Agraso y Jiménez Aleixandre, 2003), que sean capaces de tomar decisiones y actuar en favor del medio ambiente (Vega y Álvarez, 2005). Sin embargo, conseguir que los estudiantes cambien sus actitudes frente a los problemas ambientales no es tarea fácil (Benegas y Marcén, 1995). Según García (2002), para alcanzar esta meta, la educación ambiental debería ser abordada desde el constructivismo, partiendo de las ideas previas de los estudiantes y fomentando una implicación activa en el proceso educativo. Siguiendo este enfoque constructivista, el contenido teórico de esta propuesta se ha adaptado teniendo en cuenta las ideas previas de los estudiantes y tanto las actividades como los recursos educativos diseñados trabajan la competencia de aprender a aprender a través de la indagación. Por otro lado, dado que el desarrollo de valores ambientales es un proceso social relacionado con la educación ambiental (Benegas y Marcén, 1995), la propuesta incluye también la elaboración de un proyecto colaborativo de carácter socioambiental centrado en el reciclaje de

residuos, que busca estimular el compromiso ambiental de los estudiantes a medio y largo plazo a través del trabajo colaborativo y el uso de una temática cercana al alumno (Álvarez y Vega, 2009).

3.4.2. Adecuación de la propuesta al contexto de aplicación

Debido a la excepcional situación de confinamiento vivida a raíz de la pandemia por coronavirus, esta propuesta está pensada para ser gestionada íntegramente de manera telemática utilizando la plataforma educativa *Google Suite* como herramienta pedagógica (Gómez, 2020). El principal obstáculo educativo ante tales circunstancias ha sido la falta de motivación del alumnado causado, por un lado, por el estrés emocional sufrido durante este periodo y por otro, por una falta generalizada de interés por la asignatura observada en el grupo de estudiantes en el que se aplicó la propuesta. La UD ha sido pensada para atacar este problema y fomentar una actitud positiva frente al proceso de aprendizaje mediante el uso de metodologías innovadoras que se alejen de la docencia tradicional como son la gamificación y el aprendizaje inverso. También se han planteado tareas de indagación en las que se trabaja de manera prioritaria la competencia de aprender a aprender, con las TICs como recurso principal, para facilitar y hacer los contenidos más accesibles a todo tipo de alumnos/as (García García y López Azuaga, 2012). De este modo, se pretende flexibilizar el proceso educativo, para que se adapte a todos los estilos y ritmos de aprendizaje, especialmente en las condiciones actuales, que probablemente han generado nuevas dificultades de aprendizaje en el grupo; aunque, en principio, ningún estudiante presenta necesidades específicas de apoyo educativo. En La Muela, pese a ser uno de los municipios con una mayor presencia del sector eólico en Aragón, no hay programas locales sobre sostenibilidad ambiental y en el IES La Muela, tampoco se han desarrollado iniciativas destinadas a tal efecto. Por ello, los estudiantes de este centro tienen ciertas carencias en este ámbito debido a la falta de referentes educativos que estimulen su interés por las problemáticas ambientales. En este sentido, la presente propuesta contribuye a la alfabetización científica del alumnado y promueve comportamientos sostenibles a través de la educación ambiental para que en el futuro los estudiantes sean ciudadanos responsables y comprometidos con el cuidado y conservación del medio ambiente (España y Prieto, 2009).

3.4.3. Justificación de la metodología empleada

La dinámica educativa de la UD se ha basado en la *gamificación*, una metodología que consiste en el uso de dinámicas, estrategias o elementos propios del juego para conseguir un aprendizaje significativo “a través de una experiencia lúdica que propicie la motivación, la implicación y la diversión” (Llorens-Largo et al., 2016, p.25). Dentro del amplio paraguas de la gamificación, se ha escogido el *Escape Room*, un tipo de juego donde los jugadores trabajan en equipo para resolver enigmas y obtener códigos ocultos. La adaptación del *Escape Room* al contexto educativo, fomenta un aprendizaje activo y hace que el contenido sea más atractivo para los estudiantes (García Lázaro, 2019), motivo por el cual se ha elegido esta dinámica de gamificación. La UD está diseñada como un *Escape Room* educativo en el que los estudiantes tienen que resolver acertijos para obtener los códigos de acceso al contenido teórico. El juego titulado “*Salva los ecosistemas, salva al mundo*”, se ambienta en un futuro mundo distópico azotado por las catástrofes ambientales. El uso de esta temática fantástica mezclada con cierto grado de realismo responde a la necesidad de implicar emocionalmente a los estudiantes para facilitar el aprendizaje de los contenidos ambientales (Vázquez y Manassero, 2007), pero también genera un marco ambiental que hace el juego más atractivo para el alumnado (García Lázaro, 2019). Dado el carácter telemático de la intervención y con el objetivo de conseguir la asimilación efectiva del contenido teórico se ha utilizado *flipped classroom*, una metodología innovadora en la que los estudiantes acceden a la información de manera autónoma a través de

vídeos explicativos y luego aplican lo aprendido por medio de actividades que fomenten la participación activa (Peche y Giraldo, 2019). De este modo, cada alumno/a controla su propio proceso de aprendizaje, adecuándolo a su ritmo de trabajo de manera personalizada y se consigue la máxima flexibilidad en el proceso educativo (Santiago, Díez, y Andía, 2017). La implementación de *flipped classroom* en el aula de secundaria ha mostrado buenos resultados, mejorando el rendimiento académico y la motivación de los estudiantes (Santiago et al., 2017). Las ventajas de esta metodología se deben en parte al uso de las TICs como recurso habitual, ya sea para realizar actividades o para crear material audiovisual para los estudiantes (ej. píldoras formativas) (Peche y Giraldo, 2019). Además, mediante el uso de las TICs, se promueve el desarrollo competencial (ej. competencia digital, aprender a aprender), la participación y se beneficia a los estudiantes con dificultades de aprendizaje (García García y López Azuaga, 2012). En esta propuesta, el contenido teórico se presenta en vídeos explicativos y se incluyen múltiples enlaces web a noticias, documentales o aplicaciones que los estudiantes pueden investigar para ampliar conocimientos, y cuyo objetivo es promover el interés por las problemáticas ambientales (Cabero y Llorente, 2005).

El diseño de los acertijos del juego, las actividades y el proyecto planteados para la aplicación de lo aprendido como parte del *flipped classroom*, siguen la metodología de la Enseñanza de las Ciencias Basada en Indagación (*IBSE*), que se centra en el desarrollo de las habilidades de investigación o indagación en el alumnado siguiendo el método científico (Aguilera et al., 2018). El aprendizaje por indagación está relacionado con el aprendizaje basado en problemas o proyectos (*ABP*) y ha sido utilizado con éxito en propuestas didácticas sobre educación ambiental (Perales y Ayerbe, 2016). Aunque las múltiples definiciones de indagación han entorpecido la obtención de resultados contrastables (Couso, 2014), en general, se considera que el *IBSE* favorece el aprendizaje de los contenidos científicos, en especial, cuando el docente actúa como guía del proceso, marcando pautas y resolviendo dudas (Aguilera et al., 2018). Por otra parte, la inclusión del aprendizaje colaborativo y la indagación, incrementan tanto la motivación como la responsabilidad social de los estudiantes en cuanto a las problemáticas ambientales (Perales y Ayerbe, 2016). Por ello, en esta UD también se plantea la realización de un proyecto colaborativo de carácter socioambiental, que consiste en la creación de un anuncio publicitario sobre el proceso de reciclaje de un residuo. En este caso, se usa el vídeo como instrumento de conocimiento en el proceso de enseñanza-aprendizaje, convirtiendo al estudiante en un agente activo en la emisión del contenido didáctico, fortaleciendo su capacidad de síntesis y sus habilidades comunicativas (Cabero y Llorente, 2005). El proyecto se realiza por parejas y su finalidad es la elaboración de una campaña publicitaria de concienciación sobre el reciclaje, de manera que cada pareja tiene asignado un residuo diferente y debe colaborar para conseguir el objetivo común. Con este proyecto, se fortalece el compromiso personal de los estudiantes con el reciclaje debido al componente social y se trabajan habilidades relacionadas con la separación, reciclaje y reutilización de residuos, lo cual hace a los estudiantes conscientes de sus capacidades para actuar en favor del medio ambiente (Álvarez y Vega, 2009).

4. PROPUESTA DIDÁCTICA. ACTIVIDADES

4.1. Contexto del aula y participantes

La propuesta presentada en este trabajo se aplicó dentro de la asignatura de Biología y Geología, en un grupo de 19 estudiantes de entre 15 y 16 años que cursan 4º de ESO de la orientación de *Enseñanzas Académicas* en el IES La Muela (Zaragoza). Debido a las especiales circunstancias de aplicación y a los nuevos criterios de evaluación establecidos a raíz de la pandemia por coronavirus (Orden ECD/357/2020), varios estudiantes decidieron no participar (con el consentimiento de las familias), a pesar de la insistencia y los esfuerzos tanto del docente responsable de la asignatura como del tutor del centro. Además, de los estudiantes que participaron activamente, hubo algunos que no entregaron todas las tareas, por lo que los resultados obtenidos varían dependiendo de la actividad considerada, contando con aproximadamente entre 11 y 14 participantes en total. En este grupo, no hay ningún estudiante con necesidades específicas de apoyo educativo, por lo que no se han implementado medidas de atención a la diversidad. No obstante, cabe destacar que esta propuesta incluye elementos y metodologías innovadoras que pretenden flexibilizar el proceso educativo para que se adapte a distintos estilos y ritmos de aprendizaje.

4.2. Contenidos: conocimientos, habilidades, destrezas y actitudes

Los contenidos tratados en esta propuesta se incluyen dentro del bloque 3 “*Ecología y medio ambiente*” de la asignatura de Biología y Geología de 4º de ESO (Orden ECD/489/2016). Para facilitar la asimilación de la teoría, el contenido se ha estructurado en cinco temas cortos resumidos en la Tabla 1.

Temario	Contenido
<u>Tema 1: Introducción a la ecología</u>	Historia de la ecología. Ecología vs. ecologismo. Estructura de los ecosistemas. Componentes del ecosistema: comunidad y biotopo.
<u>Tema 2: La relación de los seres vivos con el medio</u>	Hábitat y nicho ecológico. Factores limitantes y adaptaciones. Límite de tolerancia. Mapas de distribución de especies.
<u>Tema 3: Las relaciones entre seres vivos</u>	Relaciones intra e interespecíficas. Relaciones tróficas: cadenas y redes. Biodiversidad
<u>Tema 4: El funcionamiento de los ecosistemas</u>	Autorregulación del ecosistema, de la población y de la comunidad. Dinámica del ecosistema. Ciclo de materia y flujo de energía. Pirámides ecológicas. Ciclos biogeoquímicos y sucesiones ecológicas.
<u>Tema 5: Las amenazas de los ecosistemas</u>	Los recursos naturales y sus tipos. Impactos y valoración de las actividades humanas en los ecosistemas. La superpoblación y sus consecuencias: deforestación, sobreexplotación, incendios, etc. La actividad humana y el medio ambiente.

Tabla 1. Resumen de los temas diseñados para la UD y el contenido teórico.

4.2.1. Conocimientos

A lo largo de esta UD los estudiantes serán capaces de:

- Repasar conceptos evolutivos como especie y adaptación biológica.
- Distinguir entre los términos población y comunidad, hábitat y biotopo; nicho y hábitat.
- Comprender qué es un ecosistema, su estructura y dinámica.

- d. Conocer las características biológicas principales que definen las adaptaciones al medio y los factores abióticos que las condicionan.
- e. Entender la complejidad de las relaciones ecológicas entre seres vivos.
- f. Diferenciar entre cadena y red trófica y repasar la clasificación de los niveles tróficos.
- g. Entender el funcionamiento básico de los ciclos de la materia y la energía, así como las interrelaciones entre ellos.
- h. Conocer las principales amenazas de los ecosistemas derivadas de la acción humana.
- i. Profundizar en las causas y consecuencias de las principales problemáticas ambientales

4.2.2. Habilidades, destrezas y actitudes

Según se expresa en el currículo aragonés de secundaria (Orden ECD/489/2016), la docencia de los contenidos pertenecientes al bloque tratado, incluyen el desarrollo de cuatro competencias clave: Competencia matemática y competencias básicas en ciencia y tecnología (CMCT), Comunicación lingüística (CCL), Competencia de aprender a aprender (CAA) y Competencias sociales y cívicas (CSC). Teniendo en cuenta los criterios curriculares y el contenido de la UD, el desarrollo competencial se ha centrado en la CMCT y la CSC, enfocando el aprendizaje desde un punto de vista científico y social a través de la Educación Ambiental. También se ha trabajado de manera prioritaria la CAA mediante un aprendizaje activo utilizando las TICs, lo que ha permitido el desarrollo de la competencia digital (CD) y de otros elementos transversales como la expresión escrita y la expresión oral, englobados en la CCL.

En cuanto a habilidades y destrezas, a lo largo de esta UD, los estudiantes podrán:

- a. Ser conscientes de las limitaciones y carencias de sus conocimientos previos sobre ecología.
- b. Adquirir un vocabulario científico adecuado para el tratamiento de las temáticas ambientales.
- c. Interpretar gráficos científicos sencillos sobre las relaciones entre ambiente y biosfera.
- d. Mejorar sus habilidades comunicativas de expresión oral y escrita.
- e. Utilizar las TICs para la búsqueda de información científica relevante y creación de material audiovisual de contenido educativo.
- f. Adquirir habilidades relacionadas con el reciclaje y la reutilización de residuos.
- g. Analizar las problemáticas ambientales desde un punto de vista globalizado y multidisciplinar.
- h. Desarrollar un pensamiento crítico a través de la evaluación de su propio aprendizaje y el de sus compañeros.

En cuanto a las actitudes, esta propuesta didáctica y las metodologías utilizadas estimulan:

- a. La participación activa de los alumnos en el proceso de aprendizaje a través de tareas de indagación
- b. La motivación individual hacia el proceso educativo.
- c. La autonomía y la responsabilidad para evaluar el aprendizaje propio y el de los demás.
- d. El interés por las problemáticas ambientales.
- e. La responsabilidad social con el cuidado del medio ambiente.
- f. La creatividad.

4.3. Temporalización

La implementación de la propuesta se realizó de manera telemática en 12 sesiones que se complementaron con reuniones virtuales para comprobar los progresos de los estudiantes y resolver dudas. La temporalización de la UD se puede consultar en el [Anexo IV](#).

4.4. Criterios de evaluación

Los criterios de evaluación, competencias clave y estándares de aprendizaje del bloque “*Ecología y medioambiente*” de la asignatura Biología y Geología de 4º de ESO expresados en el currículo aragonés y usados en la evaluación de esta UD pueden consultarse en el [Anexo V](#).

4.5. Metodología utilizada

4.5.1. Gamificación

La UD sigue una dinámica educativa gamificada por medio de un juego de *Escape Room*. La dinámica funciona de la siguiente manera, primero se cuelga el material de un tema (encriptado con un código secreto) en la plataforma de *Google Classroom* y se proporciona a los estudiantes el acertijo que contiene la pista principal y la extensión (número de caracteres) del código; a continuación, los estudiantes descargan el material e intentan descifrar el acertijo, investigando en los recursos proporcionados; por último, los estudiantes escriben el código en el archivo encriptado y si es correcto, pueden acceder al material. Debido a las circunstancias de aplicación de la propuesta, no fue posible instaurar una dinámica por equipos para la realización del juego, por lo que se optó por un diseño flexible, dejando a elección de los estudiantes la opción de resolver los acertijos bien de forma individual o en grupo. El juego se ambienta en un contexto futurista en el que el planeta agotado de los excesos del pasado se vuelve inhabitable para los seres humanos, que viven reclusos en refugios subterráneos. La elección de esta temática tiene como objeto sensibilizar a los estudiantes sobre la fragilidad de los ecosistemas y la importancia del cuidado del medio ambiente, pero también busca incrementar la implicación de los estudiantes en el juego. El diseño de los acertijos también ha sido parte importante del proceso de planificación didáctica porque ha sido pensado para servir como repaso activo de conceptos importantes. Las claves para la resolución del juego se encuentran dentro del material teórico donde se utilizan recursos TIC de información como bases de datos online (ej. miteco.gob.es), herramientas web 2.0 (ej. youtube.com) o mapas virtuales (ej. data.footprintnetwork.org) para complementar el aprendizaje de nuevos contenidos a través de la indagación. De este modo, el estudiante debe volver a investigar el contenido previo para encontrar el código, así, mediante una dinámica educativa de carácter lúdico, se fomenta el repaso del contenido relevante y se refuerza activamente el aprendizaje. La presentación del juego y los acertijos pueden ser consultados en el ([Anexo VI](#)).

4.5.2. Flipped classroom

Como hemos comentado anteriormente, el diseño del contenido teórico de la UD se basa en la metodología de *flipped classroom*. La teoría se ha estructurado en cinco temas que se presentan como es habitual en el aprendizaje inverso, en formato de vídeos explicativos cortos de 10-15 minutos para mantener la atención de los estudiantes. En esta ocasión, los vídeos se han realizado a partir de presentaciones tipo *Power Point* donde se proporcionan preguntas de reflexión y enlaces web a noticias, documentales o aplicaciones para hacer el contenido más interactivo que buscan promover en el alumnado el interés por las temáticas ambientales. El uso de múltiples fuentes de información y las TICs, pretende hacer el contenido más accesible a todo tipo de estudiantes, incluyendo aquellos que pudieran tener ciertas dificultades de aprendizaje relacionadas con la situación de confinamiento vivida durante la aplicación de esta

propuesta. Los vídeos explicativos con el contenido tratado en esta propuesta pueden ser consultados en el [Anexo VII](#).

4.5.3. Enseñanza de las ciencias basada en indagación

Como parte del *flipped classroom*, la aplicación de conocimientos se ha materializado a través de tareas de indagación, siguiendo la metodología *IBSE*. En concreto, se ha optado por una indagación guiada en la que el alumno tiene autonomía para resolver las preguntas o problemas establecidos por el profesor, quien les orienta proporcionándoles fuentes de información relevantes y marcando las estrategias de resolución (Aguilera et al., 2018). En esta propuesta, a parte de los acertijos del juego, se proponen tres actividades individuales y un proyecto por parejas, en los que se trabaja el aprendizaje por indagación. En estas tareas, los alumnos deben aplicar los conocimientos teóricos adquiridos mediante la lectura y visionado del material didáctico de la UD, pero también deben investigar por su cuenta algunos aspectos para poder completarlas. Como parte de la indagación guiada, se seleccionaron algunas fuentes de información relevante en cada tarea que pudieran ser usadas como punto de partida por los estudiantes.

4.6. Modelos didácticos utilizados

La ecología es una ciencia sintética de carácter multidisciplinar, motivo por el cual el aprendizaje de los conceptos ecológicos resulta complejo (García, 2002). Para abordar la enseñanza de la ecología, desde la didáctica de las ciencias se ha propuesto el uso de secuencias de progresión que permitan graduar el aprendizaje desde los conceptos más sencillos hasta los más complejos, para ir construyendo el conocimiento ecológico de manera gradual y conseguir así una comprensión profunda de los contenidos (Gil Quílez y Martínez Peña, 1992; Bermúdez y De Longhi, 2006). Asimismo, el uso de modelos didácticos constructivistas, que consideran el conocimiento como un proceso abierto en constante evolución, ha demostrado ser efectivo en la educación ambiental (García, 2015). Por estos motivos, en esta propuesta los contenidos teóricos y las tareas del alumno se han organizado en un orden de complejidad creciente, partiendo de conceptos básicos sobre ecología para terminar con el planteamiento de cuestiones más complejas y abstractas como el funcionamiento de los ecosistemas y el análisis de los problemas ambientales. Además, dentro de la indagación guiada, hemos querido dar un carácter abierto a las tareas, dejando a elección del estudiante la selección de los aspectos o temas a analizar.

La metodología *IBSE* incorpora varias fases relacionadas con el método científico (Couso, 2014; Aguilera et al., 2018). En este caso, la UD se divide en varias partes que se han tratado de manera independiente en las diferentes tareas:

- 1) *Identificación del problema*: se incluyen las seis tareas relacionadas con la resolución de los acertijos del juego, que han sido diseñadas para que el estudiante busque información de manera activa sobre aspectos importantes de las problemáticas ambientales.
- 2) *Emisión de hipótesis y búsqueda de pruebas*: se incluye la actividad 1, en la que se propone la búsqueda de ejemplos de relaciones ecológicas y las posibles funciones en el ecosistema.
- 3) *Análisis e interpretación de resultados*: se incluye la actividad 2, en la que se investigan los ciclos de la materia mediante el análisis crítico. Los estudiantes deben analizar los esquemas presentados y elegir el más correcto desde un punto de vista científico, argumentando sus resultados.

Una vez trabajadas estas partes del método científico por separado, se proponen dos tareas de mayor complejidad que implican el desarrollo de los tres puntos anteriores mediante la elaboración de dos investigaciones relacionadas con las problemáticas ambientales, la actividad 3, que se realiza de forma individual y el proyecto de reciclaje, que se realiza por parejas. En ambas tareas se hace hincapié en la última parte del proceso de investigación, la *comunicación de las conclusiones* (Aguilera et al., 2018), que se trabaja en la actividad 3 mediante la elaboración de una carta escrita y en el proyecto mediante la creación de un vídeo divulgativo. En cuanto a la estructuración de la actividad 3, se sigue la estrategia didáctica propuesta por Álvarez y Vega (2009) para el desarrollo de conductas proambientales, en la que se describen una serie de pasos que hemos adaptado según se expresa en el Gráfico 2.

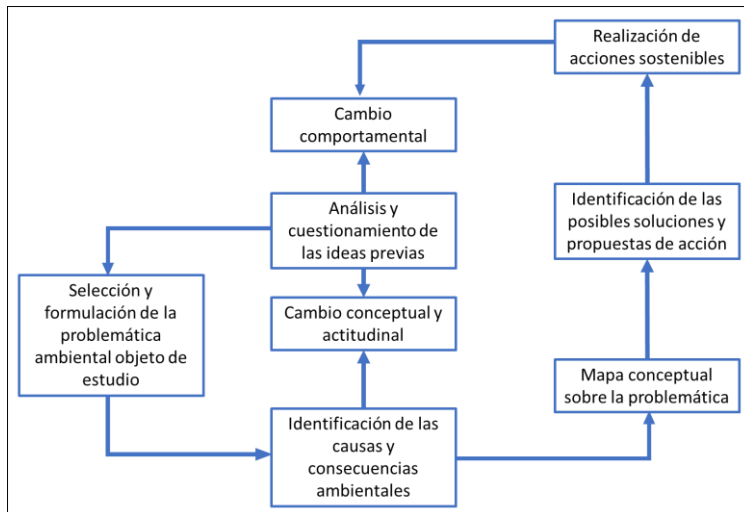


Gráfico 2. Esquema resumen de la estrategia didáctica seguida en la actividad 3. Modificado de Álvarez y Vega 2009.

4.6.1. Herramientas educativas

Google Classroom

Como se ha comentado anteriormente, esta UD está diseñada para ser implementada de manera telemática. Para ello, se han utilizado varias aplicaciones asociadas a *Google Classroom*, una herramienta digital de uso habitual en el instituto donde se ha aplicado esta propuesta. Las ventajas de esta plataforma son múltiples; en primer lugar, permite unificar todos los pasos del proceso educativo (diseño, evaluación, calificación...) en un solo espacio virtual, por lo que tanto alumnos como profesores tienen acceso a toda la información relevante. En segundo lugar, permite que los estudiantes participen activamente a través del foro de la asignatura y favorece la comunicación personal alumno-profesor (Gómez, 2020). En esta propuesta, se ha utilizado *Google Classroom* para compartir el material teórico, organizar las tareas de clase, recoger las producciones de los estudiantes y también para realizar las actividades de evaluación, que se han llevado a cabo con cuestionarios de *Google Forms*.

Edpuzzle

En la actividad 3, se implementa el uso de la herramienta educativa *Edpuzzle*, que permite introducir preguntas de reflexión en vídeos de acceso libre. Esta aplicación web es muy interesante porque permite seleccionar vídeos de diferentes plataformas y editarlos, cortando fragmentos o introduciendo preguntas, lo que obliga a los estudiantes a mantener la atención y a focalizar su aprendizaje en los puntos importantes, por lo que es muy utilizada en la metodología de *flipped classroom* (Santiago et al., 2017) y valorada por los estudiantes (Mischel, 2019). En esta actividad, se les facilitó a los estudiantes un documental de *YouTube*

titulado “[Un mundo frágil](#)” a través de la plataforma *Edpuzzle* para introducir preguntas de reflexión y que los estudiantes pudieran autoevaluar lo aprendido.

Quizizz

Dentro de la UD se propone el uso de la herramienta de gamificación online *Quizizz*. Esta aplicación permite crear cuestionarios online con una ambientación lúdica que estimula a los estudiantes, haciendo de la evaluación un proceso divertido y motivador. Además, la evaluación con *Quizizz* adquiere un carácter formativo, ya que genera automáticamente estadísticas de resultados y tarjetas de repaso que pueden ser utilizadas por los estudiantes para aprender de sus errores, siguiendo un enfoque constructivista del aprendizaje (Maraza et al., 2019). Por otro lado, el uso de esta herramienta aumenta la motivación y la implicación del alumnado en el proceso de enseñanza-aprendizaje (Vergara et al., 2019), mejorando sus resultados académicos (Maraza et al., 2019; Vergara et al., 2019). La aplicación *Quizizz* se utilizó en dos ocasiones a lo largo de la UD, para el [repaso de conceptos](#) y para el desarrollo de la [prueba final](#) de evaluación.

4.7. Actividades


A continuación, se resumen las actividades realizadas a lo largo de la UD, los contenidos tratados y los objetivos didácticos específicos de cada una.

4.7.1. Gamificación educativa: acertijos y códigos

Como parte del juego de *Escape Room*, los estudiantes deben resolver un total de seis acertijos que esconden los códigos de acceso al contenido teórico. El juego llamado “*Salva los ecosistemas, Salva al mundo*”, se ambienta en el año 2050 en un planeta inhabitable para los seres humanos debido a la aceleración del cambio climático y las catástrofes ambientales (inundaciones, incendios, sequías...) que sucedieron como consecuencias de las acciones humanas. Ante esta situación, los estudiantes son reclutados por el *Alto Mando* y su misión principal es recabar información y buscar soluciones para viajar al pasado y evitar el desastre medioambiental en el que está sumido el planeta. Para conseguir su objetivo, los estudiantes deben resolver los acertijos para acceder a la información y poder realizar las tareas encomendadas por el *Alto Mando*, que son de vital importancia para el desarrollo de la misión. Cada acertijo tiene unos objetivos didácticos específicos que se trabajan mediante el uso de la indagación. Con esta dinámica se busca ampliar los conocimientos ambientales, desarrollar habilidades de investigación e incrementar el interés de los participantes sobre las problemáticas ambientales. Además, la resolución de acertijos a través de la indagación implica el desarrollo de competencias clave del currículo de secundaria y sirve como repaso activo de conceptos importantes.

Objetivos específicos de la dinámica

- a) Incrementar el interés y la motivación de los estudiantes por la ecología.
- b) Identificar aspectos clave de las problemáticas ambientales y el funcionamiento de los ecosistemas mediante el uso de diferentes recursos TIC.
- c) Repasar activamente conceptos clave de la UD.

<u>Acertijo 1. La historia se repite</u>			
 <p style="text-align: center;">DIÓXIDO DE CARBONO (CO₂)</p>		<p>A nuestras manos ha llegado el último informe publicado sobre el estado de la tierra del año 2018 de la ONG WWF. En este documento se encuentra el primer código que necesitamos.</p> <p>Nuestros informáticos han conseguido adivinar que es un código alfanumérico con 6 caracteres. Como pista inicial tenemos la imagen de la derecha y este texto:</p> <p style="text-align: center;">CO₂ 04/2018</p> <p>Investígalo y averigua el código 1.</p>	
Competencias clave	CMCT; CAA; CD; CSC	Recursos	Informe Planeta Vivo 2018
Objetivos de la actividad		<ul style="list-style-type: none"> - Interpretar gráficos sobre las consecuencias ambientales del consumo humano de energía. - Extraer información científica de documentos divulgativos. 	
<u>Acertijo 2. La historia se repite</u>			
		<p>Nuestros espías han interceptado esta imagen. No sabemos qué tipo de animal es, nadie lo ha visto jamás. Creemos que se extinguió por el año 2025, pero no sabemos cuál fue el motivo último de su desaparición.</p> <p>Esta vez nos enfrentamos a un código con 7 caracteres. Como pista tenemos esto:</p> <p style="text-align: center;">8:27-10:32</p> <p>Investígalo y averigua el código 2.</p>	
Competencias clave	CAA; CD; CSC	Recursos	Teoría tema 1 Documental youtube
Objetivos de la actividad		<ul style="list-style-type: none"> - Reconocer el impacto de la actividad pesquera en los ecosistemas acuáticos. - Comprender la importancia de la conservación de hábitats. - Repasar los conceptos evolutivos relativos a la adaptación biológica. 	
<u>Acertijo 3. Adaptarse o morir</u>			
		<p>A nuestras manos ha llegado este jeroglífico. Sabemos que para descifrar el documento necesitamos un código numérico con 6 caracteres.</p> <p>Investígalo y averigua el código 3.</p>	
Competencias clave	CMCT; CAA	Recursos	Teoría tema 2
Objetivos de la actividad		<ul style="list-style-type: none"> - Repasar los contenidos sobre factores limitantes y adaptaciones al medio. - Conocer ejemplos de seres vivos con adaptaciones al medio. 	

<u>Acertijo 4. Las relaciones importan</u>			
		<p>Un informante anónimo nos ha pasado estas imágenes y nos ha dicho “los detalles son importantes”. Esta vez se trata de un código con 7 caracteres y tenemos esta pista:</p> <p style="text-align: center;">1_3</p> <p>Investígalo y averigua el código 4.</p>	
Competencias clave	CMCT; CAA	Recursos	Teoría tema 3
Objetivos de la actividad		<ul style="list-style-type: none"> - Repasar los contenidos sobre relaciones entre seres vivos. - Diferenciar los tipos de relaciones interespecíficas y sus efectos positivos, negativos o neutros. 	
<u>Acertijo 5. La clave del ciclo de la vida</u>			
		<p>Ya queda poco para completar la información que necesitamos, pero nos falta la clave... No sabemos cómo funcionaban los ecosistemas, nuestros modelos no logran encajar las piezas. Las cosas se complican, esta vez tenemos un código con 17 caracteres. Como pista tenemos estas extrañas imágenes y estas letras desordenadas:</p> <p style="text-align: center;">o e e i s m d m n</p> <p>Investígalo y averigua el código 5.</p>	
Competencias clave	CMCT; CAA; CD; CSC	Recursos	Teoría tema 4 Fuentes de información web
Objetivos de la actividad		<ul style="list-style-type: none"> - Repasar los contenidos sobre los ciclos biogeoquímicos. - Reconocer el papel ecológico de la <i>Posidonia oceanica</i> en la sucesión de los ecosistemas marinos. - Comprender la fragilidad de los ecosistemas marinos de la cuenca mediterránea. 	
<u>Acertijo 6. La clave del ciclo de la vida</u>			
		<p>Nos ha llegado este mapa con una anotación al margen escrita a mano. No sabemos nada más. Estamos en blanco. ¡Date prisa, es el último código y habremos conseguido nuestro objetivo!</p>	
Competencias clave	CMCT; CAA; CD; CSC	Recursos	Mapa virtual huella de carbono Teoría tema 5
Objetivos de la actividad		<ul style="list-style-type: none"> - Entender las consecuencias ambientales del consumo de energía. - Asociar el incremento de la huella de carbono con la superpoblación humana. - Comprender la relación entre la huella de carbono y la biocapacidad. 	

4.7.2. Actividad 1: Recuperando las relaciones entre seres vivos

En esta actividad los estudiantes tienen que investigar de forma individual sobre las relaciones interespecíficas entre seres vivos basándose en la información contenida en su libro de texto escolar y en fuentes digitales. Para ello tienen que completar una tabla en la que, para cada tipo de interacción, deben buscar un ejemplo, describirlo y diferenciar el papel de la relación en el ecosistema. La actividad 1 puede ser consultada [aquí](#).

Objetivos específicos

- a) Diferenciar los tipos de relaciones entre especies que se pueden encontrar en la naturaleza.
- b) Adquirir vocabulario científico.
- c) Reflexionar sobre el efecto de las relaciones en los ecosistemas.

Contenidos curriculares

- a) Estructura de los ecosistemas.
- b) Biodiversidad.

4.7.3. Actividad 2: Restableciendo los ciclos biogeoquímicos

En esta actividad los estudiantes tienen que investigar de forma individual sobre los ciclos biogeoquímicos del Carbono, Nitrógeno, Fósforo y Azufre. Para ello tienen que elegir uno de los elementos e inspeccionar los seis esquemas diferentes que se les han proporcionado. A partir de la indagación de la información contenida en su libro de texto escolar y en las fuentes proporcionadas, los estudiantes deben valorar cuál de los esquemas presentados les parece el mejor, argumentar los motivos de su elección y explicar cómo mejorarían el esquema elegido. La actividad 2 puede ser consultada [aquí](#).

Objetivos específicos

- a) Utilizar un razonamiento científico basado en evidencias.
- b) Comprender la importancia de los ciclos biogeoquímicos en la naturaleza.
- c) Detectar la influencia del hombre en el desequilibrio ecológico.

Contenidos curriculares

- a) Ciclos biogeoquímicos.

4.7.4. Actividad 3: Evitando la destrucción de los ecosistemas

En esta actividad individual, los estudiantes tienen que ver un documental titulado “*Un mundo Frágil*” que trata sobre los impactos ambientales de las actividades humanas y autoevaluar su aprendizaje a través de las preguntas planteadas durante el mismo en la plataforma *Edpuzzle*. En segundo lugar, partiendo de lo aprendido, los estudiantes tienen que hacer un mapa conceptual sobre las causas y consecuencias de una de las amenazas de los ecosistemas y posteriormente, escribir una carta tomando el mapa como referencia, en la que expliquen la problemática ambiental y las soluciones que propondrían para mejorar la situación. Para reforzar los vínculos emocionales de esta actividad, se les ha pedido que dirijan la carta a su yo del pasado y que intenten convencerse a sí mismos de la necesidad de actuar y tomar medidas para la conservación del medio ambiente. La actividad 3 puede ser consultada [aquí](#).

Objetivos específicos

- a) Comprender y valorar la fragilidad de los ecosistemas.
- b) Utilizar el vocabulario científico de manera adecuada.
- c) Practicar la elaboración de mapas conceptuales.
- d) Adquirir un pensamiento crítico respecto al impacto de las actividades humanas en los ecosistemas.

Contenidos curriculares

- a) Impactos y valoración de las actividades humanas en los ecosistemas.
- b) La superpoblación y sus consecuencias: deforestación, sobreexplotación, incendios, etc.
- c) Los recursos naturales y sus tipos.

4.7.5. Proyecto colaborativo: Campaña de concienciación sobre el reciclaje

El proyecto consiste en la realización de un cartel y un anuncio publicitario de unos 5 minutos en formato vídeo donde los alumnos tienen que exponer el residuo elegido, el proceso de reciclaje, las consecuencias ambientales de su acumulación en el medio natural y posibles soluciones sostenibles para evitar o mitigar los impactos ambientales. El proyecto está pensado para fomentar el trabajo colaborativo, por lo que lo ideal sería dividir a los estudiantes en grupos de 4-5 miembros, pero debido a la situación de aplicación de la propuesta y su carácter telemático, en este caso el proyecto se realizó por parejas. Como el objetivo es crear una campaña de reciclaje colaborativa, cada pareja tiene la oportunidad de elegir un residuo diferente para incluir la máxima variedad posible. Con esta actividad, se hace a los estudiantes partícipes de manera inconsciente de una iniciativa proambiental que podría ser usada en la realidad, mostrándoles de manera práctica cómo se puede actuar en favor del medio ambiente y fomentando así el desarrollo de conductas sostenibles en el futuro. El proyecto puede ser consultado [aquí](#).

Objetivos específicos

- a) Adquirir habilidades de investigación.
- b) Trabajar en equipo.
- c) Desarrollar la destreza comunicativa y la competencia digital mediante la realización de un vídeo educativo.
- d) Aprender a reciclar y separar los residuos más habituales correctamente, así como conocer propuestas para su reutilización.
- e) Concienciarse sobre los impactos ambientales que genera la acumulación de residuos.

Contenidos curriculares

- a) Los recursos naturales y sus tipos.
- b) Consecuencias ambientales del consumo humano de energía.
- c) Los residuos y su gestión.

5. EVALUACIÓN FINAL

Los procedimientos, instrumentos y herramientas de evaluación que se han utilizado en esta UD pueden ser consultados en el [Anexo VIII](#).

5.1. Instrumentos de evaluación

Para la evaluación de esta UD, se ha utilizado, en primer lugar, la revisión de las tareas del alumno mediante el análisis de producciones. En concreto, las actividades individuales (1, 2 y 3) han servido como instrumentos de evaluación y se han usado rúbricas o escalas de rango como herramientas de evaluación, para establecer criterios objetivos. El proceso de evaluación ha seguido un enfoque formativo basado en la *evaluación del aprendizaje*, que considera que el propio proceso de evaluación contribuye al aprendizaje y al desarrollo de competencias en el alumnado (Villardón Gallego, 2006). Por ello, en cada tarea, se incluyen comentarios de retroalimentación y la posibilidad de reentrega tras la corrección de errores, para que los estudiantes puedan utilizar la evaluación para aprender. En segundo lugar, se han utilizado técnicas de desempeño como procedimientos de evaluación. En la actividad 3, a parte del mapa conceptual y la carta, se ha incluido una herramienta de autoevaluación mediante la aplicación *Edpuzzle*, que permite a los estudiantes autoevaluar su aprendizaje a través de las preguntas introducidas en el [documental](#). La inclusión de los instrumentos y herramientas de autoevaluación y coevaluación fomenta la implicación de los estudiantes en su aprendizaje y la CAA (Sanmartí, 2007). Esta estrategia, contribuye a la evaluación del aprendizaje, debido a que la autoevaluación fomenta la autonomía, la capacidad crítica y el compromiso del estudiante con su propio proceso de aprendizaje y, la coevaluación (o evaluación recíproca entre estudiantes), permite que se adquieran competencias básicas para el trabajo en equipo (Villardón Gallego, 2006). Por estos motivos, los proyectos fueron evaluados por los propios estudiantes compartiendo la responsabilidad con el docente mediante coevaluación, a partir de un contrato de evaluación consensuado entre profesor y alumnos. El proceso de elaboración del contrato es una parte importante de la evaluación, ya que supone en sí mismo, la adquisición de competencias relacionadas con la toma de decisiones, la madurez cognitiva y la autorregulación del aprendizaje (Sanmartí, 2007). Aunque lo ideal es que los estudiantes debatan sus opiniones en persona, debido al carácter telemático de la propuesta, la reunión presencial se sustituyó por una virtual y se utilizó un cuestionario online (*Google Forms*) para facilitar la toma de decisiones. En este cuestionario, los estudiantes debían decidir qué aspectos (de una lista preseleccionada) incluirían en la rúbrica de evaluación y qué proporción de la nota del proyecto le darían a los aspectos seleccionados ([Anexo IX](#)). A continuación, se analizaron los resultados de los cuestionarios y se realizó una nueva rúbrica incluyendo los aspectos más votados y su porcentaje de calificación. Esta nueva rúbrica se devolvió a los estudiantes junto con los proyectos de todos los compañeros para que pudieran evaluarlos, así como, autoevaluar su propio proyecto. Por último, se llevó a cabo una prueba específica, usando como instrumento un examen individual sobre contenidos generales de la UD. El examen constaba de una [primera parte](#) tipo test que se realizó en *Quizizz* y una [segunda parte](#) con preguntas de cortas sobre conceptos de ecología, redes tróficas y los ciclos de materia y energía, que se realizó en *Google Forms* y se evaluó mediante listas de cotejo.

5.2. Evaluación por competencias clave

En esta UD los estudiantes han podido desarrollar varias competencias clave expresadas en el currículo de secundaria, que se resumen a continuación en la Tabla 2.

Competencia Clave (CC)	Desarrollo de la CC	Evaluación de la CC
CMCT	En las actividades individuales, el proyecto y en el proceso de resolución de los acertijos del <i>Escape Room</i> .	- Desarrollo de los criterios de evaluación correspondientes en las actividades individuales, el proyecto y el examen.
CAA	En las actividades individuales, el proyecto y en el proceso de resolución de los acertijos del <i>Escape Room</i> .	- Implementación de los conocimientos aprendidos en las producciones del alumno. - Autoevaluación de la actividad 3 con la aplicación Edpuzzle. - Autoevaluación y coevaluación del proyecto.
CCL	En las actividades individuales 1 y 3, y en el proyecto.	- Uso adecuado del vocabulario científico y la gramática en textos escritos y presentaciones orales.
CD	En las actividades individuales, el proyecto y en los acertijos 1, 2, 5 y 6 del <i>Escape Room</i> .	- Realización de un vídeo divulgativo para el proyecto de reciclaje. - Búsqueda autónoma de información usando las TICs en las producciones del alumno.
CSC	En la actividad 3, el proyecto y en los acertijos 1, 2, 5 y 6 del <i>Escape Room</i> .	- Análisis del impacto humano en los ecosistemas en la actividad 3. - Propuesta de soluciones sostenibles en el proyecto.

Tabla 2. Resumen de las competencias clave trabajadas a lo largo de esta UD y su evaluación.

5.3. Calificación

En esta UD un 65% de la calificación se corresponde con los criterios considerados básicos, un 25% para criterios intermedios y un 10% para criterios avanzados (ver [Anexo X](#)). Los criterios básicos son los que determinan los contenidos mínimos necesarios para superar la UD. De acuerdo con lo dispuesto en el centro para la adaptación de los criterios de evaluación según la Orden ECD/357/2020, para la calificación de esta UD, se ha estipulado que el 30% de la nota corresponde a la actitud y esfuerzo (asistencia a reuniones, entrega de actividades, interés) y el 70% restante corresponde a la calificación obtenida en las actividades, proyecto y examen. Teniendo en cuenta los porcentajes totales de calificación asignados a los criterios de evaluación, las producciones del alumno suponen un 28% de la calificación total. De este 28%, un 3.5% corresponde a la Actividad 1, un 3.5% a la Actividad 2, un 7% a la Actividad 3 y un 14% al Proyecto. Para el proyecto, además, la calificación corresponde en un 80% a los alumnos y en un 20% al profesor, que evalúan siguiendo la misma rúbrica, consensuada entre profesor y alumnos. El examen en el que se evalúan los criterios 3.1, 3.2, 3.4, 3.5, 3.6, y 3.7 del currículo, se califica de manera numérica de 1-10, y suponen el 42% de la nota final del bloque de contenidos.

5.4. Resultados de la evaluación

5.4.1. Actividad 1

En esta primera actividad sobre las relaciones interespecíficas, me encontré con varios errores comunes. Uno de ellos fue la confusión entre las relaciones de mutualismo y simbiosis que, si bien tienen un impacto positivo para las dos especies implicadas, la simbiosis implica una relación íntima de dependencia en la que una especie no puede vivir sin la otra. Otro de los errores fue la identificación de relaciones de inquilinismo (Ej. cangrejo ermitaño), con el comensalismo que como su nombre indica, implica una relación de nutrición. En cuanto a las

relaciones de competencia, varios estudiantes confundieron competencia interespecífica con intraespecífica. En el último apartado de la tabla, los estudiantes debían elegir entre cuatro opciones posibles para describir la influencia de la relación en el ecosistema, pero muchos de ellos dieron explicaciones alternativas ([Anexo XI](#)).

5.4.2. Actividad 2

En esta actividad, casi un tercio de los estudiantes usaron motivos estéticos sin fijarse en el contenido en vez de argumentos científicos para la selección del mejor esquema de un ciclo biogeoquímico. En cuanto a los demás, en general argumentaron bien sus decisiones, aunque pocos identificaron el papel clave de los microorganismos o el hombre en los ciclos biogeoquímicos ([Anexo XII](#)).

5.4.3. Actividad 3

En esta actividad, los estudiantes han mostrado estrategias de ejecución muy diferentes en los mapas conceptuales. La mayoría hicieron una primera distinción entre causas y consecuencias y a continuación, escribieron ejemplos acompañados de frases explicativas. Tan sólo dos estudiantes realizaron mapas conceptuales jerárquicos, relacionando los elementos entre sí, pero cometieron errores como repetir categorías o no poner palabras de unión entre los elementos. En cuanto a la segunda parte de la actividad, la mayoría de los estudiantes hicieron un buen trabajo y escribieron cartas de carácter personal en las que se intentaban convencer a ellos mismos sobre los peligros de las amenazas ambientales como se les había pedido. En general, las ideas que expresaron en las cartas estaban bien redactadas y basadas en los conceptos aprendidos en el documental y los recursos adicionales, aunque algunos estudiantes realizaron trabajos muy pobres de contenido ([Anexo XIII](#)).

5.4.4. Proyecto de reciclaje

Todos los proyectos cumplieron con los criterios de evaluación que se habían acordado en la rúbrica conjunta y los estudiantes se mostraron muy satisfechos con sus proyectos, algunos de los cuales fueron muy creativos lo que refleja el alto grado de interés en esta tarea. De hecho, algunos estudiantes manifestaron que el hecho de saber que ellos mismos iban a valorar el trabajo de sus compañeros les motivó para hacerlo mejor. En cuanto al rigor científico, la mayoría de los proyectos presentaron datos veraces sobre los procesos de separación, reciclaje y reducción de residuos. A excepción de la pareja encargada del reciclaje de papel y cartón, que demostró no haber recurrido a ninguna fuente bibliográfica y, por tanto, cometió el habitual error de etiquetar los envases de TetraBrik como cartón ([Anexo XIV](#)).

5.4.5. Examen

Los resultados de la prueba final de evaluación revelaron ciertas dificultades de aprendizaje. En la parte tipo test, los estudiantes tuvieron muchas dificultades en especial en las preguntas relacionadas con la interpretación de los gráficos de tolerancia. Entre las preguntas más falladas se encuentran las relacionadas con la influencia de los factores abióticos en el medio, el funcionamiento de los ecosistemas y curiosamente la pregunta 24 sobre adaptación biológica, en la que 6 estudiantes eligieron argumentos lamarckistas. En la segunda parte, fallaron en la interpretación de los ciclos de materia y energía, donde la mayoría no supieron identificar el papel de los descomponedores ni las causas de la importancia del sol en los intercambios energéticos. Tampoco analizaron los efectos sobre los consumidores primarios en la red trófica ártica. Por último, se observaron fallos en la aplicación de conceptos clave, de los cuales, los peor aplicados fueron: Hábitat (~71% fallos), Biotopo (~64%), Bioma (~57%) y Ecosistema (~43%). Las estadísticas de los resultados del examen pueden consultarse en el [Anexo XV](#).

6. EVALUACIÓN DE LA PROPUESTA DIDÁCTICA Y PROPUESTA DE MEJORA

Para la evaluación de la propuesta se ha contado con la participación de los estudiantes, que han rellenado un cuestionario sobre distintos aspectos de la UD ([Anexo XVI](#)). En cuanto a la implementación del *Escape Room*, al parecer el hecho de tener que resolver acertijos para acceder a los vídeos explicativos no les ha motivado demasiado y han percibido una alta dificultad en el juego. En este sentido, aunque el uso de la gamificación ha demostrado ser útil para motivar e implicar a los estudiantes en el proceso de aprendizaje (Llorens-Largo et al., 2016), en este caso, esta metodología no ha dado los resultados esperados. No obstante, todos los estudiantes reconocen que el juego de *Escape Room* les ha hecho reflexionar sobre las consecuencias de las acciones humanas en el medio ambiente. Además, un 61,5% admite que su interés en los temas relacionados con la ecología ha aumentado tras la realización de la UD y el 84,6% de los estudiantes opinan que ahora están más concienciados con el cuidado y protección del medio ambiente. Uno de los factores que ha podido influir en estos resultados es la ambientación temática del juego, que según García Lázaro (2019) es muy relevante en los *Escape Room* educativos para implicar emocionalmente a los estudiantes y conseguir un aprendizaje significativo. Entre los problemas que he observado en el desarrollo del juego señalaría que el hecho de usar códigos auto accesibles (archivos encriptados con claves), no permite hacer un seguimiento sobre el ritmo de avance de los estudiantes. En este sentido, creo que habría sido conveniente incluir los acertijos como tareas en *Google Classroom* o utilizar alguna herramienta web que permitiera hacer un seguimiento del juego más directo y personalizado. En este caso, debido a las circunstancias excepcionales de aplicación de la propuesta didáctica, se dejó a elección de los estudiantes que resolviesen los acertijos de manera individual o en grupo. Sin embargo, creo que una participación por equipos y el uso de herramientas de gamificación online que incluyan bonificaciones (ej. [Classcraft](#)), podría haber aumentado el interés y el compromiso de los estudiantes por el juego. A pesar de los fallos en el diseño, las encuestas de evaluación revelan que los estudiantes han trabajado mayormente en grupo (~46%) o en parejas (~30%) para la resolución de los acertijos ([Anexo XVI](#)), por lo que han podido experimentar el aprendizaje social que se pretendía con esta propuesta.

La implementación de *flipped classroom* ha sido positiva para el aprendizaje de los contenidos básicos como demuestran los resultados de las producciones de los alumnos. Según el cuestionario de evaluación, el ~70% de los estudiantes sólo vieron los vídeos explicativos una vez, el ~8% dos veces y el ~23% más de dos veces ([Anexo XVI](#)). Estos resultados indican que la mayor parte del grupo mostró poco interés en los vídeos, quizá porque les resultaron complejos, poco atractivos, o porque pensaron que habían aprendido lo suficiente tras el primer visionado. Entre los estudiantes que vieron los vídeos más de una vez, se encuentra el alumno que obtuvo la calificación más alta del grupo, pero también otros tres estudiantes con calificaciones intermedias que, en evaluaciones pasadas, habían tenido dificultades para aprobar la asignatura. Es probable que, en estos casos, los estudiantes tuvieran un ritmo de aprendizaje más lento y que por ese motivo vieran los vídeos varias veces o puede ser que les resultasen más interesantes que al resto. En cualquier caso, se puede afirmar que esta metodología resultó beneficiosa para estos estudiantes, aunque para evaluar su eficacia real, sería deseable hacer un estudio más exhaustivo de los estilos de aprendizaje y los hábitos de estudio de los participantes. Por otra parte, el ~70% de los estudiantes investigaron los links y curiosidades comentadas en las presentaciones, por lo que el hecho de incluir múltiples recursos (vídeos, noticias, blogs...) motivó a los estudiantes y contribuyó al desarrollo de la CAA.

Tras la evaluación de las producciones de los alumnos se han detectado varias dificultades de aprendizaje. En primer lugar, he observado que tanto en la actividad 2 como en la pregunta sobre los ciclos de materia y energía del examen, la mayoría de los estudiantes no supieron identificar la contribución de los descomponedores. Como señalaban Ibarra et al., (2010), parte de las dificultades asociadas a la comprensión del proceso de descomposición, derivan de la omisión de las redes tróficas detriticas y los descomponedores en los esquemas de los libros de texto escolares. Por ese motivo, dentro del contenido teórico, se hizo hincapié en este nivel trófico y se incluyeron esquemas personalizados en los que se señaló la importancia y el papel de los descomponedores. A pesar de ello, se siguen observando los mismos errores conceptuales respecto a este grupo quizá debido a las ideas previas del alumnado sobre la naturaleza del suelo como ser vivo o la falta de entendimiento del papel de los microorganismos (Ibarra et al., 2010; García-Rodeja et al., 2020). Por otra parte, en la pregunta sobre la red trófica del examen, los estudiantes fueron capaces de identificar los efectos de la extinción de las focas en los niveles tróficos próximos, pero ninguno discutió los efectos sobre los productores primarios. Esta visión del ecosistema está relacionada con el modelo de cadena trófica rígida en el que se reconoce una organización simple del ecosistema basado en las relaciones causa-efecto entre niveles tróficos próximos que según García (2003) es el que presenta la mayoría del alumnado a esta edad. Parece ser que a los estudiantes les cuesta asimilar el concepto de red trófica debido a la complejidad de las interrelaciones entre niveles tróficos. Del mismo modo, los resultados de la actividad 3 indican que los estudiantes de esta edad tienen dificultades para conectar ideas y conceptos mediante mapas conceptuales, por lo que sería interesante trabajar previamente en el aula la realización de mapas conceptuales, ejemplificando su utilidad y practicando su uso con diversas temáticas (Novak y Gowin, 1988). En cuanto a las preguntas sobre las adaptaciones al medio del examen, los estudiantes no tuvieron problemas a la hora de identificar los rasgos biológicos asociados a medios extremos, pero les costó reconocer qué factores abióticos limitaban la supervivencia de las especies. Es probable que estos errores se deban al desconocimiento de la función de los componentes abióticos (Jiménez Aleixandre, 2003; Edel Navarro y Ramírez Garrido, 2006), pero puede que tengan que ver con la persistencia de las ideas lamarckistas y la creencia de que los seres vivos se adaptan al medio conscientemente (Gallego y Muñoz, 2015), como se desprende de los resultados del examen. Las dificultades comentadas ponen de manifiesto la persistencia de las ideas previas en el alumnado, por lo que, en futuras propuestas, sería conveniente diseñar más actividades encaminadas a trabajar estas dificultades de aprendizaje que incorporen el debate crítico de las problemáticas socioambientales, para que los estudiantes puedan asimilar nuevos conocimientos a partir de sus ideas previas (García, 2015).

Los aspectos de la UD mejor evaluados por los estudiantes han sido la originalidad de las tareas y la flexibilidad en los plazos de entrega, pero sólo un ~39% ha valorado las oportunidades de mejora y reentrega de las actividades ([Anexo XVI](#)). Desde el punto de vista docente se ha observado que, aunque algunos estudiantes no aprovecharon estas oportunidades, los que lo hicieron mejoraron su desempeño, lo que indica la utilidad de esta estrategia de evaluación. Además, la autoevaluación/coevaluación del proyecto mostró la capacidad crítica de los estudiantes. Por tanto, el enfoque formativo de la evaluación de la UD ha resultado positivo para la adquisición de la CAA y para la estimulación del pensamiento crítico de los estudiantes. Desafortunadamente, debido a la situación de confinamiento vivida durante la aplicación de esta propuesta, no se ha podido realizar en persona la coevaluación, lo que hubiera sido ideal para trabajar el debate grupal y las habilidades comunicativas.

7. CONCLUSIONES

La realización del Máster Universitario en Profesorado de Educación Secundaria Obligatoria y Bachillerato de la Universidad de Zaragoza ha supuesto para mí una experiencia totalmente nueva, de la que me llevo numerosos aprendizajes sobre la docencia. El enfoque actual de la educación difiere en gran medida del que he vivido a lo largo de mis años como estudiante, por lo que gracias a este máster ahora comprendo mejor qué significa ser profesora hoy en día. En primer lugar, lo aprendido me ha servido para reflexionar sobre los aspectos psicosociales del proceso de aprendizaje y la importancia de las relaciones profesor-alumno. Los docentes ya no son expertos que transmiten sus conocimientos, sino que tienen que saber liderar y gestionar el aula, aprovechando las fortalezas de cada alumno/a y fomentando las relaciones entre ellos mediante dinámicas de grupo. En segundo lugar, he comprendido que, como docente, tengo la obligación de hacer llegar los conocimientos a todos y cada uno de mis estudiantes, por lo que es necesario adaptar la educación a todos los niveles y estilos de aprendizaje. En este sentido, lo aprendido en este máster sobre adaptaciones curriculares y el Diseño Universal para el Aprendizaje (DUA), ha sido de gran ayuda para la realización de este trabajo, que busca flexibilizar el proceso de aprendizaje para que se adapte a cada alumno/a. En tercer lugar, como he comentado a lo largo de este trabajo, me he dado cuenta de que la evaluación es un elemento imprescindible en la actividad docente, a la par que complejo, ya que ha de determinar de la manera más objetiva posible qué han aprendido nuestros alumnos. Por ello, el diseño tanto de los instrumentos de evaluación como de los objetivos didácticos es muy relevante a la hora de poner en marcha una unidad didáctica. De hecho, esta es la parte que más me ha costado de la realización de este trabajo y para la cual he tenido que recurrir a los apuntes de casi todas las asignaturas vistas en el máster, ya que en cada una he aprendido aspectos relevantes del proceso de evaluación. Por último, me gustaría destacar que en este máster he tenido la oportunidad de experimentar y aprender numerosos recursos educativos que me han ayudado a desarrollar nuevas aptitudes docentes, por lo que ahora siento que estoy más preparada para iniciar mi carrera profesional.

En cuanto a la realización de las prácticas, el principal problema que he apreciado en el IES La Muela ha sido la falta de motivación en el alumnado. En mi opinión, este es el reto más complicado al que se enfrentan los docentes cada día en las aulas y contra el que es difícil luchar. Uno de los principales inconvenientes es que muchos estudiantes sienten la educación como una obligación impuesta por los padres, los profesores... Este sentimiento refleja la visión denostada que tiene una gran parte de la sociedad sobre la educación, lo que provoca un rechazo generalizado en los adolescentes, que en mi caso se ha traducido en una falta de interés y participación por parte de la mayoría de los estudiantes en las actividades propuestas. Además, a esta falta de motivación se ha sumado el estrés psicológico sufrido por los estudiantes durante el periodo de confinamiento, lo que ha dificultado la implementación de la UD. Como he comentado anteriormente, en contra de lo esperado, el uso de la gamificación mediante el juego de *Escape Room* no ha sido de gran ayuda a este respecto, ya que a la mayoría de los estudiantes les resultó poco motivador. Es posible, en mi opinión, que esta circunstancia se deba al cambio desde el enfoque tradicional de clases magistrales (al que estaban acostumbrados los estudiantes de este grupo) a un modelo educativo más activo, lo cual puede haberles supuesto una dificultad añadida. De todas formas, se han conseguido otros objetivos planteados, como que los estudiantes trabajaran en equipo para resolver los acertijos o que reflexionaran sobre los impactos ambientales de la acción humana y, por tanto, la aplicación del *Escape Room* ha sido positiva. A lo largo de la UD los estudiantes han trabajado competencias clave del currículo gracias a las metodologías empleadas, como la indagación, que ha estimulado las habilidades de investigación en el alumnado (Aguilera et al., 2018), en especial, la capacidad de búsqueda

de información e interpretación de resultados. Además, han aprendido conceptos básicos sobre ecología, lo cual les ha servido para ampliar sus conocimientos ambientales (García, 2002) y para tener una visión global sobre las problemáticas ambientales, que potenciará el mantenimiento de conductas sostenibles en el futuro (Álvarez y Vega, 2009). Sin embargo, los estudiantes siguen mostrando ciertas dificultades de aprendizaje relacionadas con las ideas previas que comentamos al principio de este trabajo, por lo que todavía quedan cuestiones que abordar en futuras propuestas didácticas.

La aplicación de esta unidad didáctica ha supuesto un reto personal y profesional debido a la situación vivida a raíz de la pandemia por coronavirus que ha impedido, entre otras cosas, un contacto directo y personal con los estudiantes, dificultando la comunicación. No obstante, el balance global del periodo de prácticas ha sido muy positivo ya que he tenido la oportunidad de experimentar la docencia desde otro punto de vista, a través de las nuevas tecnologías, lo cual me ha aportado valiosos aprendizajes para mi futura carrera profesional. Las circunstancias de confinamiento durante este periodo invitan a una reflexión sobre las dificultades y desafíos de una educación digital. Sin embargo, aunque este tipo de docencia ofrece numerosas oportunidades de cara al futuro, las interacciones entre profesor-alumno son vitales en el proceso de enseñanza-aprendizaje, por lo que será necesario buscar nuevas fórmulas educativas que combinen la enseñanza presencial y la digital. Todos los problemas y vicisitudes a los que me he enfrentado durante este primer acercamiento a la docencia también me han enseñado una gran lección: ser profesor no es fácil. Tal vez en el futuro no tengamos más remedio que vivir siempre confinados ya sea por nuevas pandemias o porque hayamos destrozado el planeta como planteo en el *Escape Room*. Pero hasta entonces, creo que debemos de defender la enseñanza presencial y luchar porque se mejore el sistema educativo para que se adapte a las necesidades de las nuevas generaciones. En mi opinión es vital que los docentes logremos conectar con los estudiantes, bien sea con el uso de nuevas tecnologías, metodologías innovadoras o simplemente con una buena comunicación. Encontrar la motivación es difícil, incluso para uno mismo, pero debemos seguir buscando nuevos modos de motivar a los estudiantes para que sigan involucrados en su educación y no perder mentes brillantes en el camino.

8. REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS

- Agraso, M., y Jiménez Aleixandre, M. P. (2003). Percepción de los problemas ambientales por el alumnado: los recursos naturales. *Didáctica de las ciencias Experimentales y Sociales*, 17, 91-105.
- Aguilera, D., Martín-Paez, T., Valdivia, V., Ruiz-Delgado, Á., Williams, L., Vílchez, J.M. y Perales, F.J. (2018). La enseñanza de las ciencias basada en indagación. Una revisión sistemática de la producción española. *Revista de Educación*, 381, 259-284.
- Álvarez, P., y Vega, P. (2009). Actitudes ambientales y conductas sostenibles: implicados para la educación ambiental. *Revista de Psicodidáctica*, 14(2), 245-260.
- Aragón. Departamento de Educación, Cultura y Deporte. (2016). ORDEN ECD/489/2016, de 26 de mayo, por la que se aprueba el currículo de la Educación Secundaria Obligatoria y se autoriza su aplicación en los centros docentes de la Comunidad Autónoma de Aragón. BOA (105, 21/06/2016), 12640-13458.
- Aragón. Departamento de Educación, Cultura y Deporte. (2020). ORDEN ECD/357/2020, de 29 de abril, por la que se establecen las directrices de actuación para el desarrollo del tercer trimestre del curso escolar 2019/2020 y la flexibilización de los procesos de evaluación en los diferentes niveles y regímenes de enseñanza. BOA (83, 29/04/2020), 10202:10283.
- Benegas, J. y Marcén, C. (1995). La Educación Ambiental como desencadenante del cambio de actitudes ambientales. *Revista complutense de educación*, 6(2), 11.
- Bermúdez, G. y De Longhi, A. (2008). La Educación Ambiental y la Ecología como ciencia. Una discusión necesaria para la enseñanza. *Enseñanza de las Ciencias*, 7(2), 275-297.
- Bermúdez, G., y De Longhi, A. (2006). Propuesta curricular de hipótesis de progresión para conceptos estructurantes de ecología. *Campo abierto*, 25(2), 13-38.
- Bravo Torija, B., y Jiménez Aleixandre, M. P. 2014. ¿Qué circula en las cadenas tróficas? Modelización del flujo de energía por alumnado de 4º de ESO. En *Simposio: competencias y prácticas científicas en secundaria y bachillerato* (pp. 523-531).
- Cabero, J., y Llorente, M. D. (2005). Las TIC y la Educación Ambiental. *Revista Latinoamericana de Tecnología Educativa-RELATEC*, 4(2), 9-26.
- Cañal, P. (2004). La alfabetización científica: ¿necesidad o utopía? *Cultura y educación*, 16(3), 245-257.
- Cook, M. P. (2006). Visual representations in science education: The influence of prior knowledge and cognitive load theory on instructional design principles. *Science education*, 90(6), 1073-1091.
- Couso, D. (2014). De la moda de “aprender indagando” a la indagación para modelizar: una reflexión crítica. En *Actas de los XXVI Encuentros de Didáctica de las Ciencias Experimentales*. Huelva: Universidad de Huelva.
- Coyle, D. (1999) Theory and planning for effective classrooms: Supporting students in content and language integrated learning contexts. En J. Masih (ed.) *Learning Through a Foreign Language* (pp. 46-62). London: CILT.
- Coyle, D., Holmes, B., y King, L. (2009). *Towards an integrated curriculum—CLIL National Statement and Guidelines*. The Languages Company.
- De Manuel, J., y Grau, R. (2000). Concepciones y dificultades comunes en la construcción del pensamiento biológico. En *El constructivismo en la práctica* (pp. 143-154). Barcelona: Graó.
- Edel Navarro, R., y Ramírez Garrido, M. S. J. (2006). Construyendo el significado del cuidado ambiental: un estudio de caso en educación secundaria. *REICE. Revista iberoamericana sobre calidad, eficacia y cambio en educación*, 4(1), 52-70.

- España, E., y Prieto, T. (2009). Educar para la sostenibilidad: el contexto de los problemas socio-científicos. *Revista Eureka sobre Enseñanza y Divulgación de las Ciencias*, 6(3), 345-354.
- Fernández Manzanal, R. y Casal Jiménez, M. (1995). La enseñanza de la ecología: Un objetivo de la educación ambiental. *Enseñanza de las Ciencias: revista de investigación y experiencias didácticas*, 13(3), 295-312.
- Gallego, A. y 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.
- García Lázaro, I. (2019). Escape Room como propuesta de gamificación en educación. *Hekademos: revista educativa digital*, (27), 71-79.
- García, J. E. (2002). Los problemas de la educación ambiental: ¿es posible una educación ambiental integradora? *Revista Investigación en la Escuela*, 46, 5-25.
- García, J. E. (2015). ¿Es posible una didáctica de la Educación Ambiental? Hacia un modelo didáctico basado en las perspectivas constructivista, compleja y crítica. *REMEA-Revista Eletrônica do Mestrado em Educação Ambiental*, (1), 4-30.
- García, J.E. (2003). Investigando el ecosistema. *Revista Investigación en la Escuela*, 51, 83-100.
- García García, M., y López Azuaga, R. (2012). Explorando, desde una perspectiva inclusiva, el uso de las TIC para atender a la diversidad. *Profesorado. Revista de Currículum y Formación de Profesorado*, 16(1), 277-293.
- García-Rodeja, I., Silva, E. T., y Sesto, V. (2020). Competencia de estudiantes de secundaria para aplicar ideas sobre el funcionamiento de los ecosistemas. *Enseñanza de las ciencias*, 38(1), 67-85.
- Gil Quílez, M. J., y Martínez Peña, B. (1992). Problemática en la enseñanza/aprendizaje de la ecología. *Revista interuniversitaria de formación del profesorado*, (14), 67-70.
- Gómez, J. M. (2020). Google Classroom: como herramienta para la gestión pedagógica. *Mamakuna: Revista de divulgación de experiencias pedagógicas*, (14), 44-54.
- Ibarra, J., Carrasquer, J. y Gil, M. J. (2010). Un proceso oscuro y anónimo: La descomposición de la materia viva. *Alambique: Didáctica de las Ciencias Experimentales*, 17(64), 99-108.
- Jiménez Aleixandre, M. P. (2003). La enseñanza y el aprendizaje de la biología. En M.P. Jiménez Aleixandre (Coord.), *Enseñar ciencias* (pp. 119-146). Barcelona: Graó.
- Jiménez Aleixandre, M.P.; López, R. y Pereiro, C. (1995). Integrando la educación ambiental en el currículum de ciencias. *Alambique. Didáctica de las Ciencias Experimentales*, 6, 9-17.
- Jorba, J., y Sanmartí, N. (1996). *Enseñar, aprender y evaluar: un proceso de regulación continua: Propuestas didácticas para las áreas de Ciencias de la Naturaleza y Matemáticas*. Ministerio de Educación y Cultura.
- Llorens-Largo, F., Gallego-Durán, F. J., Villagrà-Arnedo, C. J., Compañ-Rosique, P., Satorre-Cuerda, R. y Molina-Carmona, R. (2016). Gamificación del Proceso de Aprendizaje: Lecciones Aprendidas. *VAEP-RITA*. 4(1), 25-32.
- Maraza, B., Cuadros, L., Fernández, W. C., Alay, Y., y Addison, A. (2019). Análisis de las herramientas de gamificación online Kahoot y Quizizz en el proceso de retroalimentación de aprendizajes de los estudiantes. *Revista Referencia Pedagógica*, 7(2), 339-362.
- Ministerio de Educación y Formación Profesional. (2018). PISA 2018. Programa para la Evaluación Internacional de los Estudiantes. Informe español. Disponible en: <https://www.educacionyfp.gob.es/dam/jcr:e2be368b-f08c-4ab8-8fd9-eb93b76c6bf2/pisa-2018-online.pdf>

- Ministerio de Educación, Cultura y Deporte. (2014). Real Decreto 1105/2014, de 26 de diciembre, por el que se establece el currículo básico de la Educación Secundaria Obligatoria y del Bachillerato. BOE (3, 3/01/2015), 169-546.
- Mischel, L. J. (2019). Watch and learn? Using EDpuzzle to enhance the use of online videos. *Management Teaching Review*, 4(3), 283-289.
- Muñoz-González, J. M., Ontoria-Peña, A. y Molina-Rubio, A. (2011). El mapa mental, un organizador gráfico como estrategia didáctica para la construcción del conocimiento. *Magis, Revista Internacional de Investigación en Educación*, 3 (6), 343-361.
- Novak, D., Gowin, D.B. (1988). *Aprendiendo a aprender*. Ed. Martínez Roca S.A. Barcelona.
- Ontoria, A. (2017). *Mapas conceptuales: una técnica para aprender*. Madrid: Narcea Ediciones-
- Peche, H., y Giraldo, V. (2019). El Aprendizaje Flip Learning centrado en el estudiante como generador de calidad educativa. *Revista Arbitrada Interdisciplinaria Koinonía*, 4(8), 427-450.
- Perales, F.J., y Ayerbe, J. (2016). El trabajo por proyectos y por resolución de problemas en Educación Ambiental: análisis y tendencias. En J.L. Bravo Galán (Ed.) *Actas de los XXVII Encuentros de Didáctica de las Ciencias Experimentales*. Badajoz: Universidad de Extremadura.
- Rodellar, G., y Bravo-Torija, B. (2016). Entre todos salvaremos el monasterio de piedra: una actividad para promover el aprendizaje de ecología y el uso de pruebas en secundaria. *Didáctica de las Ciencias Experimentales y Sociales*, (30), 117-135.
- Sánchez, F. y Pontes, A. (2010). La comprensión de conceptos de ecología y sus implicaciones para la educación ambiental. *Revista Eureka sobre Enseñanza y Divulgación de las Ciencias*, 7, 271-285.
- Sanmartí, N. (2007). *10 ideas clave. Evaluar para aprender*. Barcelona, Graó.
- Santiago, R., Díez, A., y Andía, L. A. (2017). *Flipped classroom: 33 experiencias que ponen patas arriba el aprendizaje*. Barcelona: UOC.
- Vanides, J., Yin, Y., Tomita, M. y Ruiz-Primo, M.A. (2005). Using Concept Maps in the Science Classroom. *Science Scope*, 28(8), 27-31.
- Vázquez, A., y Manassero, M. A. (2007). En defensa de las actitudes y emociones en la educación científica (II): evidencias empíricas derivadas de la investigación. *Revista Eureka sobre Enseñanza y Divulgación de las Ciencias*, 4(3), 417-441.
- Vega, P., y Álvarez, P. (2005). Planteamiento de un marco teórico de la Educación Ambiental para un desarrollo sostenible. *Revista electrónica de enseñanza de las ciencias*, 4(1), 1-16.
- Vergara, D., Mezquita, J. M., y Gómez, A. I. (2019). Metodología innovadora basada en la gamificación educativa: evaluación tipo test con la herramienta Quizizz. *Profesorado: Revista de currículum y formación del profesorado*, 23(3), 364-387.
- Villardón Gallego, M. L. (2006). Evaluación del aprendizaje para promover el desarrollo de competencias. *Educatio siglo XXI*, 24, 57-76.

9. ANEXOS

Anexo I. Tabla resumen de los criterios de evaluación de 3º de ESO considerados en la actividad de evaluación inicial sobre los conceptos ecológicos.

<https://drive.google.com/file/d/1cpk5XIMgcI0Y4wv6zIDS7dW6YqJ3FV-I/view?usp=sharing>

Anexo II. Actividad de evaluación inicial sobre conceptos ecológicos y cuestionario de autoevaluación.

<https://drive.google.com/drive/folders/1dI63myEQQ44kfZAJxJTxGfhDXvxAISyz?usp=sharing>

Anexo III. Resultados de la actividad de evaluación inicial sobre conceptos ecológicos.

https://drive.google.com/file/d/1iEgnVISMb1vn-KD_YpW7V4F_dHyF8Env/view?usp=sharing

Anexo IV. Temporalización de la UD.

<https://drive.google.com/file/d/1HNIEkcXN6BH-XsxXfB34LBrRK3sA0VUI/view?usp=sharing>

Anexo V. Criterios de evaluación del bloque “Ecología y medioambiente” de la asignatura Biología y Geología de 4º de ESO expresados en el currículo aragonés tratados en la UD

https://drive.google.com/file/d/1Sp9Z08a8VNnJ93A2AgZFos_MAesii4_/view?usp=sharing

Anexo VI. Dinámica de gamificación y contenido del juego de *Escape Room*.

<https://drive.google.com/drive/folders/1OVi7oHawoSuoXZZbGq2rOC63-za3ns9J?usp=sharing>

Anexo VII. Material teórico y vídeos explicativos *flipped classroom*.

<https://drive.google.com/drive/folders/1AXBS-DK8u3pDVfeD5kgRBg2ZOKeQH4Qn?usp=sharing>

Anexo VIII. Concreción de los instrumentos de evaluación utilizados en la UD.

<https://drive.google.com/file/d/157UWkPmWBF5JjxB7WnqIJFmOH19ShVbo/view?usp=sharing>

Anexo IX. Cuestionario de *Google Forms* para la realización de la rúbrica de coevaluación.

<https://drive.google.com/file/d/1EBi3GzCIVjbhMGipQLMmjKqU1kd1IVNL/view?usp=sharing>

Anexo X. Clasificación de los criterios de evaluación y criterios de calificación.

<https://drive.google.com/file/d/1QbjrKs-Jn2fDOq83KSYuEXDc11BGftCn/view?usp=sharing>

Anexo XI. Resultados actividad 1.

<https://drive.google.com/drive/folders/1NHj4uxSo0nmAelhvtSrYCbHic11kfOr?usp=sharing>

Anexo XII. Resultados actividad 2.

<https://drive.google.com/drive/folders/1d8j4ONLcxK761Owj6R8oiJpmpNRjXCt4?usp=sharing>

Anexo XIII. Resultados actividad 3.

https://drive.google.com/drive/folders/1iUz-8SMjPL6d4od74N0pUYI_ZUfy5E9y?usp=sharing

Anexo XIV. Resultados del proyecto de reciclaje.

https://drive.google.com/drive/folders/1SIacMMv5f3FuFPuzp1bKy4NqIGfTduK_?usp=sharing

Anexo XV. Estadísticas sobre los resultados del examen.

<https://drive.google.com/drive/folders/1t4uhVcly1Mb01GrnkOHD10POyFR5msPk?usp=sharing>

Anexo XVI. Resultados de la encuesta de opinión a los estudiantes sobre la UD.

https://drive.google.com/file/d/1TX0euGMNKPGdT0SZSHQ-uHnQH5_ZFR1B/view?usp=sharing