



Universidad
Zaragoza

Trabajo Fin de Máster

“¿Está sano nuestro río?": la Salida de Campo
como herramienta para el estudio de la Ecología en
1º de la ESO

“Is our river healthy?": the Field Trip as a tool for the
study of Ecology in 1st year of secondary education

Autora

Virginia Sancho Luengo

Directora

Beatriz Mazas Gil

FACULTAD DE EDUCACIÓN

Año 2024

ÍNDICE

I. INTRODUCCIÓN	1
A. Presentación del trabajo por apartados	1
B. Contexto del centro donde se han realizado los Prácticum I y II.....	1
C. Presentación personal y trayectoria académica y profesional	2
II. ANÁLISIS DIDÁCTICO DE DOS ACTIVIDADES REALIZADAS EN ASIGNATURAS DEL MÁSTER Y SU APLICACIÓN EN EL DISEÑO DE LA PROPUESTA DIDÁCTICA	3
A. Actividad 1. "Práctica 14. Salida de campo"	3
B. Actividad 2. "Práctica 2. Claves dicotómicas"	3
III. PROPUESTA DIDÁCTICA	5
A. Título y nivel educativo	5
B. Evaluación inicial	6
C. Fundamentación teórica	9
IV. ACTIVIDADES.....	11
V. ANÁLISIS DE LOS RESULTADOS DE APRENDIZAJE	24
VI. ANÁLISIS CRÍTICO DE LA PROPUESTA DIDÁCTICA Y PROPUESTA DE MEJORA	27
VII. CONSIDERACIONES FINALES.....	29
VIII. REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS	30
Anexo I. Diapositivas proyectadas en el aula durante las sesiones teóricas.....	33
Anexo II. Guion del informe de campo.....	35
Anexo III. Lista de cotejo que evalúa el informe de campo.....	37

I. INTRODUCCIÓN

El presente Trabajo de Fin de Máster consiste en una secuencia didáctica diseñada para un grupo de alumnos de 1º de la ESO en la asignatura de *Biología y Geología*, concretamente para el bloque de saberes C. Ecología y sostenibilidad y parcialmente, el bloque de saberes A. Proyecto científico, conforme a lo que regula la Orden ECD/1172/2022, de 2 de agosto, por la que se aprueban el currículo y las características de la evaluación de la Educación Secundaria Obligatoria y se autoriza su aplicación en los centros docentes de la Comunidad Autónoma de Aragón. Esta secuencia se implementó en el curso 2022/2023, durante la realización del Prácticum II en el Colegio Obra Diocesana Santo Domingo de Silos.

A. Presentación del trabajo por apartados

Este Trabajo de Fin de Máster inicia con una breve introducción de la secuencia, así como del centro donde se han realizado los periodos de prácticas y una pequeña presentación personal. A continuación, se describen dos actividades que se han realizado a lo largo del Máster y que han servido de inspiración para la realización de este trabajo. El tercer apartado presenta la secuencia didáctica; se definen las características de la evaluación inicial y en qué se fundamenta; y expone la fundamentación bibliográfica de la metodología que se ha utilizado en la misma. El siguiente apartado detalla cada una de las actividades que componen la intervención didáctica. Tras esto, se analizan los resultados de aprendizaje y se realiza un análisis crítico de la intervención didáctica, que incluye propuestas de mejora. Para concluir el trabajo, se detallan las consideraciones finales, se incluye un apartado con las referencias bibliográficas utilizadas y un anexo final con material que ayuda a la comprensión de la secuencia.

B. Contexto del centro donde se han realizado los Prácticum I y II

El centro en el que se contextualiza esta secuencia didáctica es el Colegio Concertado y Diocesano Santo Domingo de Silos. La entidad titular es la Fundación Obra Diocesana Santo Domingo de Silos, institución propia de la Iglesia, aunque no depende económicamente de la misma.

El colegio se fundó en Zaragoza el 8 de enero de 1965 por Julián Matute. Tiene como finalidad la educación integral de los alumnos y que lleguen a alcanzar la plena concepción cristiana del ser humano, del mundo y de la vida. El colegio se halla situado en el barrio de Las Fuentes, al este de la ciudad de Zaragoza, limitado por los ríos Huerva y Ebro al oeste y al norte, y por la calle Miguel Servet y cinturones de circunvalación de la ciudad al sur y este. El barrio se originó en el siglo XII y estaba muy orientado a la agricultura, pero no fue hasta la llegada del ferrocarril, a principios del siglo XX cuando empezó el auge industrial y la inmigración de gente de diferentes zonas del país. Para dar solución al crecimiento demográfico del barrio y necesidades derivadas del mismo, se funda el colegio. En su origen tenía una base social dedicada a la conciliación familiar y al desarrollo de actividades lúdicas en el barrio, contando así con una piscina y un cine. El colegio Santo Domingo de Silos llegó a ser uno de los colegios más grandes de Europa con un total de 8000 alumnos (información extraída de <https://www.educasilos.com>).

El barrio cuenta con una población de 40510 habitantes, donde el 17% son extranjeros y el índice de juventud es del 43% y de infancia 11%, esto puede deberse al alto número de inmigrantes jóvenes que habitan en el barrio debido a que los costes de la vivienda son más bajos en comparación con otros barrios de la ciudad; pues se calcula que en el barrio hay en torno a 35 nacionalidades diferentes. Debido a este auge en la inmigración, el proyecto educativo del centro se ha adaptado para cubrir las diferentes necesidades que han ido surgiendo en el barrio, para esto ofrece programas como son el Programa de prevención del absentismo escolar (PAE) o el Programa de acogida e integración de alumnos inmigrantes, entre otros.

El nivel educativo es bajo en comparación con la media de la ciudad, existe un alto nivel de analfabetismo y gente sin estudios, la tasa de inactividad es ligeramente superior a la media de la ciudad, especialmente por el alto número de jubilados y amas de casa. Actualmente es un centro de enseñanza abierto a todos, especialmente al servicio de los alumnos de las familias menos favorecidas económicamente. Desarrolla su acción educativa en contacto con la realidad social, costumbres y tradiciones del entorno y ofrece medios educativos eficaces para conocer, asimilar y participar creativamente en la propia cultura. Pretende que el alumno desarrolle una personalidad que le haga capaz de ser dueño de sí mismo, libre y responsable.

En cuanto a la actual oferta formativa, abarca todos los niveles de formación, desde la educación infantil, primaria, secundaria obligatoria y bachillerato de las ramas de ciencias sociales y humanidades y de la rama de ciencias y tecnología. Además, cuenta con diferentes grados formación profesional básica, media y superior.

C. Presentación personal y trayectoria académica y profesional

Mi nombre es Virginia Sancho Luengo y en el momento de finalizar este Máster tengo 34 años. Natural de Zaragoza, estudié la carrera de veterinaria y me licencié en el 2013. Mi pasión siempre ha sido ayudar a los animales, así que una vez terminada la carrera colaboré con varias asociaciones de derecho por los animales y realicé cooperación al desarrollo en el ámbito de la conservación medioambiental y animal. Finalmente desarrollé mi profesión en la rama de clínica de pequeños animales.

Durante estos años como veterinaria clínica se me han asignado distintas tareas formativas. Uno de mis roles en distintos centros veterinarios ha sido la formación de auxiliares técnicas veterinarias, tarea que resultó muy gratificante ya que fue mi primer acercamiento a la formación a nivel profesional.

Decidí cursar este Máster para poder obtener las herramientas necesarias que me permitieran desarrollar mejor mi trabajo y fue en este mismo Máster donde aprendí la importancia de la educación y su papel transformador en la sociedad. Durante la realización del Prácticum I y, sobre todo, del Prácticum II se despertó en mí un interés por la enseñanza en educación secundaria, abriendo nuevas posibilidades laborales.

Por tanto, considero la realización del Máster de Profesorado como una experiencia gratificante y reveladora. Considero que las nuevas generaciones son el futuro de la sociedad, y que esta debe estar bien formada para poder ser libre.

II. ANÁLISIS DIDÁCTICO DE DOS ACTIVIDADES REALIZADAS EN ASIGNATURAS DEL MÁSTER Y SU APLICACIÓN EN EL DISEÑO DE LA PROPUESTA DIDÁCTICA

Durante el Máster se han llevado a cabo varias actividades y trabajos que han sido de utilidad a la hora de realizar las prácticas, tanto de inspiración para diseñar la secuencia didáctica como para aprender a desempeñar la labor del docente (un ejemplo sería la Programación Didáctica realizada en la asignatura de *Diseño Curricular e Instruccional*, que permitió aprender a manejar con soltura la legislación y el currículo).

Las actividades que se van a analizar y que se considera que han contribuido en mayor medida en el momento de diseñar esta secuencia didáctica son dos prácticas realizadas en la asignatura de *Diseño de actividades de aprendizaje de Biología y Geología*, que se describirán a continuación en la asignatura del máster señalada.

A. Actividad 1. “Práctica 14. Salida de campo”

La salida de campo realizada durante el curso 2022/2023 fue al Soto del río Gállego. El objetivo de esta actividad era valorar la importancia del trabajo de campo en la enseñanza y aprendizaje de la Biología y Geología. Además, conocer el potencial educativo del Soto del Gállego y realizar actividades diversas de toma de datos y recogida de muestras aprovechando las características del sitio. La actividad finalizaba con una discusión y debate *in situ* de las posibilidades didácticas de la zona.

En esta salida se evidenció lo interesante de las actividades didácticas fuera del aula, lo motivador de las salidas de campo y las múltiples posibilidades de trabajar con un ecosistema cercano. Posteriormente, durante el Prácticum II se deciden los contenidos con los que se va a trabajar en esta intervención didáctica (bloque C. Ecología y sostenibilidad, de la asignatura *Biología y Geología*), y aprovechando la proximidad del Colegio Santo Domingo de Silos a la desembocadura del río Gállego en el Ebro, se decide plantear una salida de campo al sitio.

B. Actividad 2. “Práctica 2. Claves dicotómicas”

La segunda actividad analizada es la práctica de las claves dicotómicas. Esta práctica tiene los siguientes objetivos: reflexionar sobre la utilidad de las claves dicotómicas en el contexto de la enseñanza y aprendizaje de Biología y Geología, construir una clave dicotómica y discutir los problemas asociados en el proceso, así como utilizar las claves dicotómicas como tal.

La actividad inicia con una puesta en común de las ideas previas sobre las claves dicotómicas, qué son y qué utilidad tienen. A continuación, se explica qué es y para qué sirven, mostrando su utilidad en el desarrollo de destrezas científicas como la comparación, la clasificación y la identificación, siendo una actividad útil en el proceso de enseñanza-aprendizaje de ciencias.

Una vez realizadas las explicaciones, por grupos, se procede a elaborar una clave dicotómica usando distintos tipos de objetos de ferretería, como tornillos y clavos. Se comienza con una observación detenida estableciendo unos criterios dicotómicos de clasificación (“mide más de 1 cm o no mide más de un cm”, “tiene rosca o no tiene rosca”, etc.). Después, se construye un árbol de clasificación y se coloca cada objeto, dándole un nombre identificativo a cada uno. A continuación, se plantea la opción dicotómica para generar la clave. La última parte de la

actividad consiste en utilizar la clave creada por otros grupos para clasificar e identificar elementos, considerando las dificultades asociadas y teniendo en cuenta la importancia del lenguaje a la hora de describirlos.

Esta actividad resultó muy interesante y se adaptó para elaborar una clave dicotómica en la actividad 3 de la intervención didáctica, dirigida a que los estudiantes de Secundaria identifiquen especies vegetales en el Soto del río Gállego.

III. PROPUESTA DIDÁCTICA

A. Título y nivel educativo

Esta intervención didáctica se titula “¿Está sano nuestro río? Conociendo la ecología del Soto del río Gállego”. Está dirigida al alumnado de 1º de la ESO, para la asignatura de *Biología y Geología* y contextualizada en el bloque C. Ecología y sostenibilidad, pero también incluyen contenidos del bloque A. Proyecto científico.

El bloque C. Ecología y sostenibilidad, busca introducir los fundamentos ecológicos. Los saberes básicos incluidos en este bloque son:

- Los ecosistemas del entorno, sus componentes bióticos y abióticos y los tipos de relaciones intraespecíficas e interespecíficas.
- La importancia de la conservación de los ecosistemas, la biodiversidad y la implantación de un modelo de desarrollo sostenible.
- La función de la hidrosfera y su papel esencial para la vida en la Tierra.

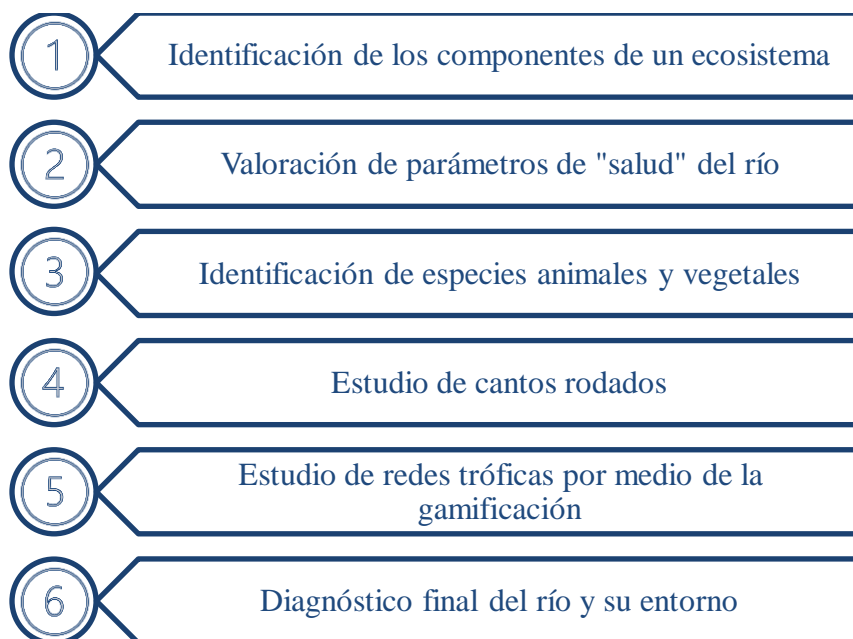
El bloque A. Proyecto científico, introduce al alumnado en el pensamiento científico. En esta secuencia didáctica se van a trabajar los siguientes saberes básicos:

- Hipótesis, preguntas y conjeturas: planteamiento con perspectiva científica.
- La respuesta a cuestiones científicas mediante la experimentación y el trabajo de campo: utilización de los instrumentos y espacios necesarios (laboratorio, aulas, entorno, etc.) de forma adecuada.
- Métodos de observación y de toma de datos de fenómenos naturales.

La secuencia didáctica consiste en la explotación de los recursos didácticos en la naturaleza, próximos al Centro escolar a través de una salida de campo realizada al Soto del río Gállego, durante toda una jornada escolar, en la cual se realizan 6 actividades (Figura 1).

Figura 1

Secuencia temporal de las actividades planteadas.



B. Evaluación inicial

Antes de desarrollar esta secuencia didáctica, se deben tener en cuenta los problemas asociados a la enseñanza de estos contenidos que se pueden encontrar en la literatura. Se detecta un problema relativamente generalizado y descrito por varios estudios sobre una falta de motivación e interés por parte de los alumnos a la hora de abordar la ecología y la sostenibilidad en las aulas. Santos-Ellakuria (2019) constata este escaso nivel de motivación de los alumnos por las disciplinas científicas y, en concreto, hacia el estudio de los ecosistemas y seres vivos. Uno de los posibles factores que contribuyen a esto es la falta de familiarización con el entorno natural que rodea a los alumnos. Gil-Pérez et al. (2005) indican la necesidad de aumentar la motivación del alumnado por el estudio de las ciencias, generalizando el problema a todos los países desarrollados. Romero-Ariza et al. (2022) muestran que a día de hoy el interés del alumnado por las carreras científicas y la alfabetización científica es bajo.

Esto se corrobora con la información facilitada por el tutor del centro que define al grupo como “desinteresado y con baja motivación”. Por esto, se realizó una encuesta de motivación anónima en lugar de una evaluación inicial relativa a los contenidos de ecología. No obstante, dada la importancia de esta para una correcta introducción de los contenidos como se verá más adelante en este apartado, se plantea una evaluación inicial hipotética, que se utilizaría en futuras ocasiones ([Anexo I](#)).

En esta secuencia didáctica se sigue el trabajo de Toma (2021) sobre la motivación en el alumnado. Se diseña un instrumento que pueda medir la motivación y se pone a prueba, entendiendo la motivación como una mezcla entre: las *expectativas de éxito*, es decir, las creencias de logro que tienen los alumnos; y el *valor subjetivo*, compuesto a su vez por: valor de logro (la importancia que se le otorga a dicho logro), valor de utilidad (utilidad asociada al logro), valor intrínseco (el disfrute que se obtiene) y coste (a lo que se debe renunciar y el esfuerzo que se debe invertir). Estos factores se incluyen dentro de la encuesta inicial realizada, en forma de ítems o frases, de modo que se pueda analizar cada uno por separado.

La encuesta consta de 15 ítems que se deben valorar en función de cómo de acuerdo están: “muy poco”, “bastante” o “mucho”. Los resultados se muestran en la Tabla 1.

Tabla 1

Resultados de la encuesta de motivación anónima sobre Biología, elaborada en base al trabajo de Toma (2021)

Ítem	Muy poco	Bastante	Mucho
<i>Expectativas de éxito</i>			
Pienso que soy bueno en Biología	14	4	5
Soy de los que tiene un bajo nivel en Biología	6	4	13
Para mí, Biología es muy difícil	5	6	12
Aprendo cosas de Biología muy rápido	14	5	4
Tengo dificultades para entender las clases de Biología	4	11	8
Soy capaz de hacer bien los trabajos y tareas de Biología	11	8	4

<i>Valor de logro</i>			
Creo que Biología es muy importante para mi vida	6	10	7
<i>Valor de utilidad</i>			
Lo que aprendo en Biología no me sirve para nada	7	8	8
<i>Valor intrínseco</i>			
Me interesan las cosas que aprendo en Biología	14	6	3
Disfruto aprendiendo Biología	10	9	4
<i>Coste</i>			
No puedo dedicar el tiempo necesario para tener éxito en Biología	5	9	9
Las clases de Biología me suponen mucho esfuerzo	6	6	11
Las tareas de Biología me llevan demasiado tiempo	4	7	12
Me cuesta mucho terminar las tareas de Biología	6	7	10
Tengo que renunciar a muchas cosas para hacer bien la tarea de Biología	7	8	8

Analizando las respuestas se extraen varias conclusiones. Por un lado, las frases relativas al interés confirman los estudios presentados previamente. Más de un 70% (17 de 23) cree que la Biología es importante para su vida, es decir, el valor de logro o importancia que se le otorga al logro es de más de un 70%. Aun así, casi la misma proporción de alumnos considera que lo que aprende en Biología no le sirve para nada (16 de 23), es decir, bajo valor de utilidad. Además, a un 60% de la clase (14 de 23) le importa muy poco lo que aprende en Biología y más de un 40% de la clase (10 de 23) no disfruta aprendiendo esta asignatura, es decir, bajo valor intrínseco asociado a la asignatura.

En relación con sus expectativas de éxito y nivel de conocimiento, más de un 70% (17 de 23) cree que tiene un nivel bajo en Biología y casi un 80% (18 de 23) piensa que no es bueno en esta asignatura, además de considerarla “muy difícil”. Con relación a esto, más de un 80% (19 de 23) considera que tiene dificultades para entender la asignatura y un 60% (14 de 23) no cree que aprenda cosas de Biología muy rápido.

Para terminar, se analizan las frases relativas al coste percibido por los alumnos. Respecto a las tareas que el docente manda al alumnado para hacer en casa, las cuales suelen ser ejercicios para resolver del libro de texto, más de un 70% (17 de 23) indica que le cuesta mucho terminar las tareas, más de un 80% (19 de 23) indica que le suponen demasiado tiempo y un 70% (16 de 23) señala que tiene que renunciar a muchas cosas para hacer bien la tarea.

En conclusión, los resultados coinciden con la información proporcionada por el tutor de prácticas observando en los resultados obtenidos poco interés y menor motivación. Además, las tareas mandadas parecen ser percibidas como complicadas y largas.

Por otro lado, aunque durante el prácticum no se planteó de este modo, consideramos que a la hora de realizar una correcta evaluación inicial es muy importante tener en cuenta la presencia de ideas alternativas en el alumnado sobre los contenidos que se van a tratar en la intervención

didáctica. Estas ideas alternativas se definen como concepciones de los alumnos, anteriores a la instrucción escolar y que son contradictorias con los conocimientos y datos científicos (Carrascosa, 2014). Dichas ideas suelen estar muy arraigadas en el pensamiento de los estudiantes y si no se localizan y trabajan pueden persistir aún después de haber trabajado los contenidos en el aula (Furió et al., 2006).

Bermúdez y De Longui (2008) y Sánchez y Pontes (2009) en sus estudios recopilan las principales ideas alternativas y dificultades que se encuentran los estudiantes de secundaria relativas a los conceptos de ecología y sostenibilidad. En ambos trabajos se muestran resultados similares, por ejemplo, las ideas incorrectas relativas al término *ecosistema*. Sánchez y Pontes (2009) indican que los alumnos lo definen como un “trozo” de naturaleza donde viven muchos seres vivos (ignorando el biotopo) y donde no se suelen considerar las relaciones entre los distintos elementos que lo conforman. El concepto de *biodiversidad* también muestra complicaciones por asociarse exclusivamente con diversidad de especies animales y, en menor grado, vegetales. Posteriormente, Berbeo y González (2018) ponen a prueba estos resultados de Sánchez y Pontes (2009) en un estudio realizado en estudiantes de un colegio en México, evidenciando que estas ideas alternativas también se presentan en dichos estudiantes, y que son concretamente persistentes aquellas ideas relacionadas con las experiencias y observaciones de la vida cotidiana de los alumnos.

Dado que los contenidos del currículum han de desarrollarse, uno de los conceptos que se considera importante incluir en esta propuesta es el de *redes tróficas*. Este concepto suele interpretarse como relaciones lineales en un solo sentido y no como redes e interrelaciones que controlan el ciclo de la materia y el flujo de la energía (Bermúdez y De Longui, 2008).

Por último, el bloque de saberes también incluye el concepto de *hidrosfera*. Dado que en esta intervención didáctica se plantea una salida de campo al río, se recopilan ideas alternativas de los alumnos de secundaria al respecto. Gil-Quílez y Martínez-Peña (2014) muestran que los alumnos identifican el río como una corriente de agua superficial (“lo que se ve”), obviando la naturaleza compleja del mismo. Basterretxea et al. (2019), en un estudio comparativo entre las concepciones de alumnos de secundaria de 1996 y alumnos de secundaria de 2013, señalan que las plantas, el suelo o los animales no se tienen en cuenta como elementos dentro del ciclo del agua. Pozo-Muñoz et al. (2021), por último, muestran la dificultad de los estudiantes para vincular el agua con el cuidado del medio ambiente y sus problemáticas. Esto dificulta el desarrollo de una ciudadanía bien informada sobre la procedencia e importancia de la hidrosfera, así como de su propia responsabilidad en el cuidado y ahorro de este recurso.

Toda esta información se tiene en cuenta a la hora de realizar la secuencia didáctica, tanto previamente a la salida de campo contextualizando los conceptos que se verán posteriormente, así como en la propia salida al soto del río Gállego donde se aprovecha para trabajar como tal estos conceptos. Concretamente se trabajan en el aula los términos *ecosistema*, *biodiversidad*, *redes tróficas* e *hidrosfera*, de modo que se incida en todos aquellos matices observados en la bibliografía en los que puedan tener dudas los alumnos.

C. Fundamentación teórica

Con la finalidad principal de aumentar la motivación entre el alumnado, entendida como el conjunto de expectativas de logro, valor de logro, valor de utilidad, valor intrínseco y coste relativo (Toma, 2021), se propone esta secuencia didáctica basada en la salida de campo como estrategia principal para aumentar el interés por la asignatura y por el bloque en cuestión.

La salida de campo se entiende como un “viaje” fuera del aula con una intención educativa, donde el alumnado interactúa con el entorno y genera una experiencia (Aguilera, 2018). Las actividades que se realizan fuera del aula impulsan la motivación del alumnado y posibilitan el estudio significativo de los contenidos (Basterretxea et al., 2019). Santos-Ellakuria (2019) sostiene que uno de los factores que contribuye al escaso nivel de motivación hacia el temario de ecología por parte de los alumnos es la falta de familiarización con el entorno natural próximo, ya que pasan mucho tiempo en el aula. Además, el tradicional tratamiento descriptivo de este contenido en la enseñanza de las ciencias dificulta abordarlo desde su complejidad (Pozo-Muñoz et al., 2021). Por esto, la salida de campo es útil a nivel de la consecución de objetivos de aprendizaje, ya que acerca de manera consciente al alumnado a la realidad, permitiéndole así comprender con mayor facilidad los procesos, elementos e implicaciones de la biodiversidad en el entorno (Santos-Ellakuria, 2019).

En relación con la salida de campo, uno de los planteamientos más citados es el de Orion (2007), con tres fases diferenciadas (como se citó en Aguilera, 2018): 1) preparación de la salida de campo en el aula, llamada “construcción de significados” de modo que se prepare al alumnado para los conceptos y habilidades que se manejarán durante la actividad; 2) salida de campo, en la que se investigan las cuestiones relacionadas con el fenómeno que se estudia; y 3) reflexiones sobre la salida de campo y solución de las posibles dudas que surjan entre el alumnado.

Además, en la salida de campo se trabaja el desarrollo de prácticas científicas. Incluidas como estrategias metodológicas en el currículo de Biología de Aragón, las prácticas científicas se definen como aquellas prácticas que implican el desarrollo de destrezas científicas (NRC, 2012; Harlem, 2015). Estas prácticas científicas engloban la modelización, la argumentación y la indagación (Jiménez-Aleixandre y Crujeiras (2017) como se citó en Mosquera Bargiela et al., 2018). Así pues, en la salida de campo se favorece e impulsa al alumnado a desarrollar las prácticas científicas mientras se le permite relacionar los conceptos teóricos aprendidos en el aula con la experiencia real en el entorno natural.

En concreto, en esta secuencia se plantea una salida al soto del río Gállego. El aprendizaje entorno al río constituye una representación de muchos contenidos incluidos en los currículos de ciencias de la naturaleza y ciencias sociales y permite la **modelización o construcción de modelos** desde diferentes perspectivas (Sáez Bondía et al., 2021), entendiendo por modelos aquellas representaciones mentales creadas por una interacción entre la realidad y la teoría, que permiten simplificar fenómenos complejos (Justi, 2006). Específicamente el modelo de río puede ser delimitado tendiendo a su estructura y los procesos que tienen lugar en él, así como a las interacciones entre los elementos que lo componen (Sáez Bondía et al., 2021). Por tanto, el río se puede considerar un sistema integrador que permite explicar muchos fenómenos propios del medio natural y que permite el desarrollo del pensamiento sistémico de los

estudiantes (Sáez Bondía et al., 2021). A lo largo de esta secuencia didáctica los alumnos analizan “subsistemas” del soto del río Gállego para terminar con un diagnóstico final que evalúa todo y lo relaciona entre sí.

Pedrinaci (2012) añade que la salida de campo a un entorno natural debe partir de la resolución de un problema. Plantear problemas o cuestiones antes de la salida permite que los estudiantes puedan recoger datos durante la misma y que “hagan ciencia”, construyendo un modelo mucho más complejo (Del Carmen y Pedrinaci, 1997). En esta intervención los estudiantes parten de una pregunta que responderán tras realizar una serie de actividades siguiendo un protocolo o informe pautado, acercándose a la manera de trabajar en ciencias. Además, se trabaja en grupo, favoreciendo el desarrollo de la **argumentación**, la cual se define como la habilidad para evaluar afirmaciones utilizando pruebas, así como para desmentir falacias (Hierrezuelo Osorio y Franco Mariscal, 2021). La ciencia es una práctica social en la que se genera conocimiento científico en comunidad, por tanto, es necesario acercar esta faceta de la investigación científica a la investigación educativa que se puede llevar a cabo en el aula. La argumentación y el diálogo argumentativo favorecen la comprensión de la ciencia, estimulan el pensamiento crítico y la capacidad de decisión y es una herramienta fundamental en el trabajo en grupo (Sardà y Sanmartí, 2000). En esta secuencia los alumnos, en base a los datos que recojan en las distintas actividades, emitirán un juicio razonado y argumentado en pruebas. Este juicio, como indican Kuhn et al. (2016), se recomienda exponer en un debate, de modo que se fomente la atención y escucha al juicio propio de los compañeros y se mejore la capacidad y disposición de elaborar una contraargumentación.

Por último, y siguiendo las directrices de Pedrinaci (2012), el río es un entorno en el que se puede plantear una investigación partiendo de un problema o cuestión formulado por el docente. La **indagación** puede tener como finalidad la modelización del sistema complejo de río (Sáez Bondía et al., 2021). En esta intervención didáctica y atendiendo a lo recomendado por la bibliografía, se plantea una indagación estructurada, ya que los alumnos no son tan autónomos ni tienen práctica previa en procesos de investigación escolar. Esta indagación estructurada consiste en que el profesor presenta una pregunta y proporciona un procedimiento a seguir para contestarla (Windschilt (2003) como se citó en Sáez Bondía et al., 2021). Dentro de la práctica científica de indagación, en esta propuesta se trabajan las siguientes destrezas: la observación, la formulación de cuestiones, la búsqueda de información, el uso de instrumentos para reunir e interpretar datos, la formulación de respuestas, explicaciones y predicciones, y la comunicación de resultados; destrezas descritas por el NRC (2012) como recomendadas para trabajar en un entorno educativo.

En el siguiente apartado se desarrollan las actividades planeadas en esta propuesta didáctica basadas en la información expuesta en este apartado y la literatura consultada.

IV. ACTIVIDADES

Esta propuesta didáctica se titula “¿Está sano nuestro río? Conociendo la ecología del soto del río Gállego”.

A. Contexto del aula y participantes

Respecto al contexto del aula, se trabaja con un grupo de 23 alumnos, 10 chicos y 13 chicas; la mayoría presentan nacionalidades distintas a la española. Ya durante el primer prácticum se aprecia que son una clase con un nivel educativo muy bajo, en la que el 70% de los alumnos han repetido una o más veces a lo largo del periodo de educación primaria. Los alumnos presentan baja motivación y autoestima, ya que se consideran la “peor clase del curso”. Además, varios alumnos tienen situaciones socioeconómicas y familiares muy desfavorables.

En el momento del desarrollo de esta propuesta durante el segundo período de prácticas, el tutor comenta que 14 alumnos tienen una probabilidad muy alta de no promocionar y otros dos casos promocionarán por imperativo legal. En este contexto, y a la vista de los resultados de la encuesta de motivación, se plantea desarrollar una propuesta basada en una salida de campo que estimule el interés por los contenidos de ecología, aprovechando la cercanía del soto del río Gállego al centro.

B. Metodología de la propuesta

Respecto a la metodología utilizada, se siguen las pautas expuestas en el apartado anterior. Orion (2007) recomienda unas sesiones teóricas previas a la salida de campo, de modo que los alumnos sepan qué conceptos y habilidades van a trabajar en la misma, así como los aspectos relativos a la localización en la salida de campo (Aguilera, 2018). Por otro lado, Pedrinaci (2012) recomienda partir de un problema para fomentar la investigación durante la salida de campo y que los alumnos puedan “hacer ciencia”. Siguiendo esta línea, Windschilt (2003) define distintos tipos de indagación, siendo uno de ellos la indagación estructurada, en la que el profesor plantea una pregunta y proporciona un procedimiento a seguir con el fin de completar la investigación (como se citó en Sáez Bondía et al., 2021). Esto se recomienda a aquellos cursos iniciales donde los estudiantes todavía no son suficientemente autónomos.

Por tanto, esta propuesta didáctica se inicia con una serie de sesiones teóricas que contextualicen la actividad y durante la salida de campo, se plantean las siguientes preguntas iniciales “¿Cómo podríamos determinar la salud del río Gállego?” y “¿Qué parámetros y factores tendríamos que tener en cuenta para analizar la salud del río Gállego?”. Además, se facilita a los alumnos un guion que permita secuenciar la investigación y que les ayude a contestar a estas preguntas.

Por último, en esta secuencia didáctica también se plantea una actividad basada en la gamificación. Existen numerosos artículos sobre la relación entre la inclusión de juegos en la educación y la alta motivación que generan, además de que facilitan el proceso de aprendizaje, como en el trabajo de García-López et al. (2022). Rodríguez y Avendaño (2018) indican que los factores motivacionales dentro de la gamificación son la diversión, la posibilidad de explorar nuevos mundos, los nuevos estímulos y el avance en su aprendizaje.

La secuencia y sus actividades se encuentran detalladas en la Tabla 2, en orden de ejecución,

junto a una breve descripción y los recursos necesarios.

Tabla 2

Resumen de la secuencia de actividades que componen esta secuencia didáctica.

Actividad	Fases	Fecha	Descripción	Recursos
Actividad 0: Introducción de conceptos sobre Ecología.	Fase de “construcción de significados”	Marzo 23	5 Sesiones de carácter teórico en las que se presentan los conceptos y habilidades que se van a trabajar en las actividades de la salida de campo.	Aula estándar, ordenador y proyector.
Actividad 1: Identificación de los componentes de los ecosistemas.	Fase sobre la salida de campo	13 de abril del 2023	Primera actividad de la salida de campo: diferenciación entre elementos bióticos y abióticos en el entorno del soto del río Gállego.	Informe de campo impreso.
Actividad 2: Reconocimiento físico-químico del río.			Segunda actividad de la salida de campo: medición de distintos parámetros del río.	Informe de campo impreso, termómetros, tiras medidoras de pH, frascos transparentes.
Actividad 3: Identificación de especies animales y vegetales.			Tercera actividad de la salida de campo: uso de claves dicotómicas para diferenciar las principales especies animales y vegetales.	Informe de campo impreso, claves dicotómicas impresas, bandejas de observación, lupas, tamices.
Actividad 4: Rocas: estudio de cantos rodados.			Cuarta actividad de la salida de campo: análisis de cantos rodados de granito.	Informe de campo impreso.
Actividad 5: Juego: Pilla-pilla trófico.			Quinta actividad de la salida de campo: juego con el que se trabajan las cadenas tróficas, las interacciones en ellas y posterior debate sobre el juego.	Cintas identificadoras
Actividad 6: Diagnóstico final del río.			Fase de reflexión posterior	Sexta actividad de la salida de campo: conclusión de la salida de campo identificando 3 posibles amenazas para el río y su entorno, 3 posibles usos y 3 medidas de conservación.

C. Elementos curriculares involucrados en la secuencia didáctica

A continuación, se indican los elementos curriculares involucrados en esta intervención. En la Tabla 3 se detallan las competencias específicas y los criterios de evaluación asociados. En la Tabla 4 se relacionan estas competencias con cada actividad y se añaden las competencias

clave y sus descriptores operativos.

Tabla 3

Competencias específicas (CE) y criterios de evaluación (CEv) para la asignatura de Biología y Geología que están vinculados con la intervención.

CE.BG.1 Interpretar y transmitir información y datos científicos y argumentar sobre ellos utilizando diferentes formatos para analizar conceptos y procesos de las ciencias biológicas y geológicas.		
1.1 Analizar conceptos y procesos biológicos y geológicos, manteniendo una actitud crítica y obteniendo conclusiones fundamentadas.	1.2 Facilitar la comprensión y análisis de información relacionada con los saberes de la materia de Biología y Geología transmitiéndola de forma clara utilizando la terminología y el formato adecuados.	1.3 Analizar y explicar fenómenos biológicos y geológicos representándolos mediante modelos y diagramas y utilizando, cuando sea necesario, los pasos del diseño de ingeniería.
CE.BG.3 Planificar y desarrollar proyectos de investigación, siguiendo los pasos de las metodologías propias de la ciencia y cooperando cuando sea necesario para indagar en aspectos relacionados con las ciencias geológicas y biológicas.		
3.1 Plantear preguntas e hipótesis e intentar realizar predicciones sobre fenómenos biológicos o geológicos que puedan ser respondidas o contrastadas utilizando las prácticas científicas.	3.2 Diseñar la experimentación, la toma de datos y el análisis de fenómenos biológicos y geológicos de modo que permitan responder a preguntas concretas y contrastar una hipótesis planteada.	3.3 Realizar experimentos y tomar datos cuantitativos o cualitativos sobre fenómenos biológicos y geológicos utilizando los instrumentos, herramientas o técnicas adecuadas con corrección.
CE.BG.4 Utilizar el razonamiento y el pensamiento computacional, para resolver problemas o dar explicación a procesos de la vida cotidiana relacionados con la biología y la geología, analizando críticamente las respuestas y soluciones y reformulando el procedimiento, si fuera necesario.		
4.1 Resolver problemas o dar explicación a procesos biológicos o geológicos utilizando conocimientos, datos e información aportados, el razonamiento lógico, el pensamiento computacional o recursos digitales.	4.2 Analizar críticamente la solución a un problema sobre fenómenos biológicos y geológicos.	
CE.BG.5 Analizar los efectos de determinadas acciones sobre el medio ambiente y la salud, basándose en los fundamentos de las ciencias biológicas y de la Tierra, para promover y adoptar hábitos que eviten o minimicen los impactos medioambientales negativos		
5.1 Relacionar con fundamentos científicos la preservación de la biodiversidad, la conservación del medio ambiente, la protección de los seres vivos del entorno, el desarrollo sostenible y la calidad de vida.	5.2 Proponer y adoptar hábitos sostenibles analizando de una manera crítica las actividades propias y ajenas.	5.3 Proponer y adoptar hábitos saludables, analizando las acciones propias y ajenas con actitud crítica y a partir de fundamentos fisiológicos.
CE.BG.6 Analizar los elementos de un paisaje concreto utilizando conocimientos sobre geología y ciencias de la Tierra para explicar la historia y la dinámica del relieve e identificar posibles riesgos naturales.		
6.1 Valorar la importancia del paisaje como patrimonio natural analizando la fragilidad de los elementos que lo componen.	6.2 Interpretar el paisaje analizando sus elementos y reflexionando sobre el impacto ambiental y los riesgos naturales derivados de determinadas acciones humanas.	

Tabla 4

Tabla resumen de los elementos curriculares relacionados con cada actividad.

Actividades	Competencias específicas (y criterios de evaluación)	Competencias clave y descriptores operativos
Actividad 1: Identificación de los componentes de los ecosistemas.	CE.BG.1 (1.1, 1.2)	CCL1
Actividad 2: Reconocimiento del río.	CE.BG.3 (3.1, 3.2, 3.3)	CCL1, STEM1, STEM2, STEM3
Actividad 3: Identificación de especies animales y vegetales.	CE.BG.1 (1.1) CE.BG.3 (3.3) CE.BG.6 (6.1)	CCL1, STEM1, STEM2
Actividad 4: Rocas: estudio de cantos rodados.	CE.BG.1 (1.1, 1.2, 1.3)	CCL1, STEM4
Actividad 5: Juego: Pilla-pilla trófico.	CE.BG.6 (6.1, 6.2)	CCL1, CCL5
Actividad 6: Diagnóstico final del río.	CE.BG.4 (4.1, 4.2) CE.BG.5 (5.1, 5.2, 5.3) CE.BG.6 (6.1, 6.2)	CCL1, CPSAA2, CC3

Nota. CE.BG = competencia específica de Biología y Geología, CCL = Competencia en comunicación lingüística, STEM = Competencia matemática y competencia en ciencia, tecnología e ingeniería, CPSAA = Competencia personal, social y de aprender a aprender, CC = Competencia ciudadana

Actividad 0: sesiones teóricas previas sobre Ecología.

A lo largo de 5 sesiones, se introduce a los alumnos los conceptos de Ecología que resultará relevante conocer durante la salida de campo. Con ayuda de una presentación de PowerPoint (incluida parcialmente en [Anexo II](#)) se definen los términos “ecosistema”, “niveles tróficos”, entre otros, y se presentan las especies vegetales más representativas del Soto del río Gállego. Además, se presenta un reportaje sobre la contaminación del río Gállego por vertidos de lindano: “El Chernóbil español: pesticida en el agua aragonesa, por David Brunat” (https://www.elconfidencial.com/espana/2016-01-27/sabinanigo-agua-contaminada-aragon-chernobil_1138180/). De este modo se introduce la idea de analizar el río para ver si está en buen estado, lanzando las siguientes preguntas: “¿Cómo podríamos determinar el estado del río Gállego?” y “¿Qué parámetros y factores habría que tener en cuenta para analizar su salud?”.

Las explicaciones teóricas que va a trabajarse durante la salida de campo introducen la problemática que se trabajará en la misma y otras son pequeñas actividades que sirven de práctica para aquellas que se realizarán *in situ* en el soto del río Gállego.

Actividad 1: Identificación de los componentes de los ecosistemas.

La primera actividad que se lleva a cabo durante la salida de campo es la de caracterizar los elementos que componen el ecosistema que se va a estudiar. Concretamente se pide a los alumnos que distingan entre elementos abióticos (biotopo) y bióticos (biocenosis).

Objetivos didácticos

- Reconocer los elementos que componen el ecosistema del río, distinguiendo entre bióticos y abióticos.

Elementos curriculares involucrados

Esta primera actividad se centra en los saberes “Los ecosistemas del entorno, sus componentes bióticos y abióticos”, atendiendo al bloque de saberes C. Ecología y sostenibilidad.

El resto de elementos curriculares se encuentran detallados en las Tablas 3 y 4.

Temporalización y recursos

Se estima que la actividad dure 20 minutos. Se necesitan copias del guion de campo ([Anexo III](#)), uno por cada cinco alumnos. Se forman 5 grupos, 3 de cinco alumnos y 2 de cuatro alumnos, que se elaboran con ayuda del tutor de modo que sean heterogéneos.

Descripción de la actividad

El docente distribuye a los alumnos en grupos y reparten los guiones de campo. Se explica la actividad, definiendo los términos necesarios para que no haya dudas a la hora de resolverla. Se permite a los alumnos desplazarse por la zona de modo que identifiquen el mayor número de elementos bióticos y abióticos posibles, y los anoten en el cuaderno de campo.

Evaluación

La evaluación de esta actividad y del resto de actividades llevadas a cabo en la salida de campo se realiza por medio de una lista de cotejo que evalúa el contenido de las respuestas de los alumnos en el informe (completa en [Anexo IV](#)). En la Tabla 5 se detallan los ítems que se encuentran en la lista de cotejo relativos a esta actividad, valorando las respuestas de los alumnos.

Tabla 5

Parte de la lista de cotejo, que evalúa la actividad 1

Criterios de evaluación	SÍ	NO
¿El grupo identifica correctamente más de tres componentes abióticos del entorno?		
¿El grupo identifica correctamente más de tres componentes bióticos del entorno?		

Por otro lado, se evalúa a nivel general la intervención y las actividades que se han llevado a cabo en la salida de campo por medio de una charla-debate con los alumnos tras la salida.

Actividad 2: Reconocimiento físico-químico del río.

Una vez identificados los componentes del ecosistema del río, se continúa con la segunda actividad. En esta se pide a los alumnos que, trabajando con su grupo, determinen qué parámetros podrían medir en el río para comprobar su estado. El docente se encarga de llevar termómetros, tiras medidoras del pH y frascos de cristal.

Objetivos didácticos

- Emplear destrezas propias del trabajo científico como la observación y el planteamiento de hipótesis, así como la recogida de datos.
- Interpretar estos datos de manera grupal, para trabajar el diálogo razonado y la argumentación.

Elementos curriculares involucrados

Esta actividad trabaja los saberes “Los ecosistemas del entorno, sus componentes bióticos y abióticos” del bloque de saberes C. Ecología y sostenibilidad; y los saberes “Hipótesis, preguntas y conjeturas: planteamiento con perspectiva científica”, “La respuesta a cuestiones científicas mediante la experimentación y el trabajo de campo: utilización de los instrumentos y espacios necesarios de forma adecuada”, “Métodos de observación y de toma de datos de fenómenos naturales” y “Métodos de análisis de resultados y diferenciación entre correlación y causalidad” del bloque de saberes A. Proyecto científico.

El resto de elementos curriculares se encuentran en las Tablas 3 y 4.

Temporalización y recursos

Se estima que la actividad dura unos 30 minutos. Se trabaja en los mismos grupos que la primera actividad. Cada docente lleva un termómetro, tiras medidoras del pH y tres frascos de cristal. Los alumnos utilizan el guion de campo repartido en la primera actividad.

Descripción de la actividad

Se comienza la actividad retomando las preguntas planteadas en el aula “¿Cómo podríamos determinar el estado del río Gállego?” y “¿Qué parámetros y factores habría que tener en cuenta para analizar su “salud”?”, en relación con el reportaje proyectado días atrás en el aula sobre la contaminación por lindano del río Gállego. Se estimula a los alumnos a que sean ellos los que sugieran qué exámenes se le van a realizar al agua del río, con el docente como guía y orientador.

A continuación, los alumnos miden los parámetros de temperatura, pH del río y aspecto externo del agua (turbidez/transparencia), y los anotan en el informe de campo. Para terminar con la actividad se ponen en común los resultados con los otros grupos, de modo que se compruebe que todos han obtenido datos similares y se analicen los mismos.

Evaluación

La evaluación de los resultados obtenidos en la actividad 2 se evalúan mediante los ítems de la lista de cotejo que pueden verse en la Tabla 6.

Tabla 6

Parte de la lista de cotejo que evalúa la actividad 2

Criterios de evaluación	SÍ	NO
¿El grupo identifica y mide correctamente los tres parámetros acordados?		
¿El grupo obtiene resultados coherentes tras sus mediciones?		
¿El grupo relaciona los resultados obtenidos con el estado general del río?		

Actividad 3: Identificación de especies animales y vegetales.

La tercera actividad se centra en los componentes bióticos del ecosistema, concretamente en la identificación de especies vegetales y animales. Trabajando en grupo, y con ayuda de dos claves dicotómicas (Figura 2), se identifican especies vegetales típicas de ribera y especies de macroinvertebrados, los cuales son bioindicadores (actividad inspirada en Sáez Bondía et al., 2021).

Objetivos didácticos

- Observar, dibujar e identificar las especies vegetales de la ribera del río Gállego siguiendo la clave dicotómica.
- Observar e identificar macroinvertebrados e invertebrados en el río Gállego, usando la clave dicotómica y determinando la calidad de las aguas en función de la presencia de algunos macroinvertebrados.
- Interpretar los datos obtenidos tras el uso de las claves dicotómicas, de modo que se genere debate acerca del estado del río.
- Realizar predicciones sobre posibles cambios en la vegetación de ribera o en el estado del agua del río y sus consecuencias sobre el ecosistema.

Elementos curriculares involucrados

Esta actividad trabaja los saberes “Los ecosistemas del entorno, sus componentes bióticos y abióticos y los tipos de relaciones intraespecíficas e interespecíficas” y “La importancia de la conservación de los ecosistemas, la biodiversidad y la implantación de un modelo de desarrollo sostenible” del bloque de saberes C. Ecología y sostenibilidad; y los saberes “Métodos de observación y de toma de datos de fenómenos naturales” y “Métodos de análisis de resultados y diferenciación entre correlación y causalidad” del bloque de saberes A. Proyecto científico.

El resto de elementos curriculares se encuentran en las Tablas 3 y 4.

Temporalización y recursos

Se estima que la actividad dure una hora: media hora para la identificación de especies vegetales, y otra media hora para las especies animales. Como recursos materiales necesarios, el docente debe llevar las claves dicotómicas impresas para cada grupo. Además, una bandeja de observación, una lupa y un tamiz para cada grupo.

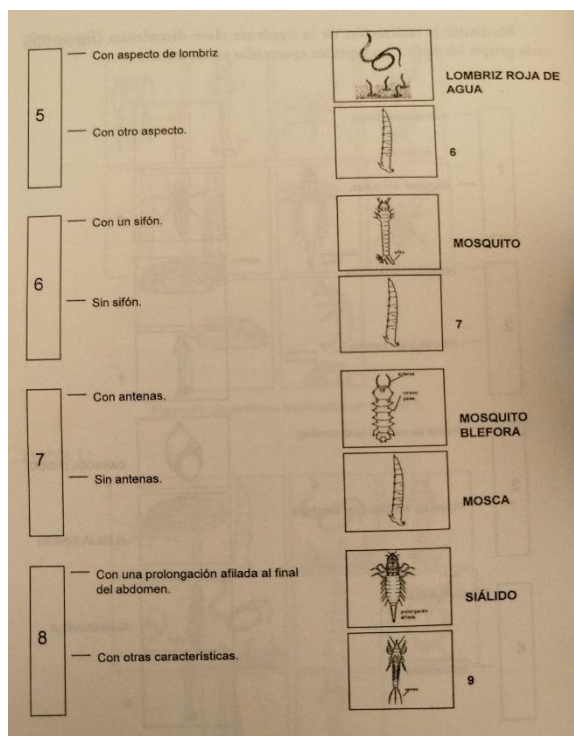
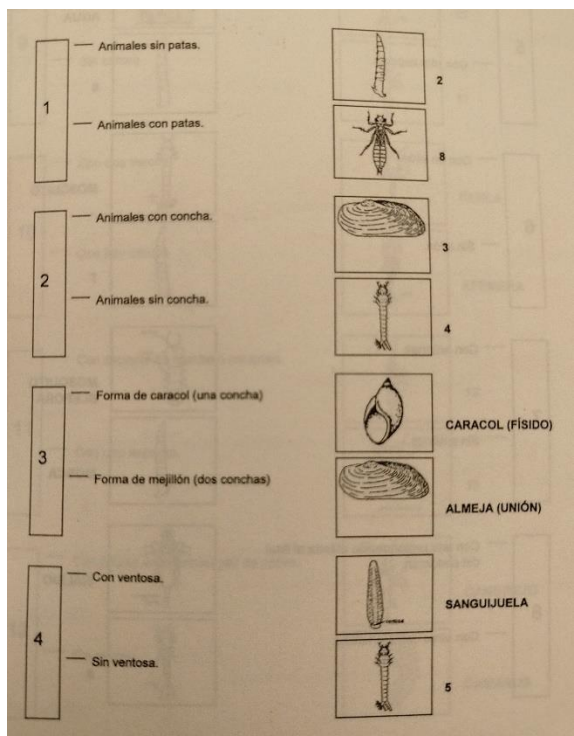
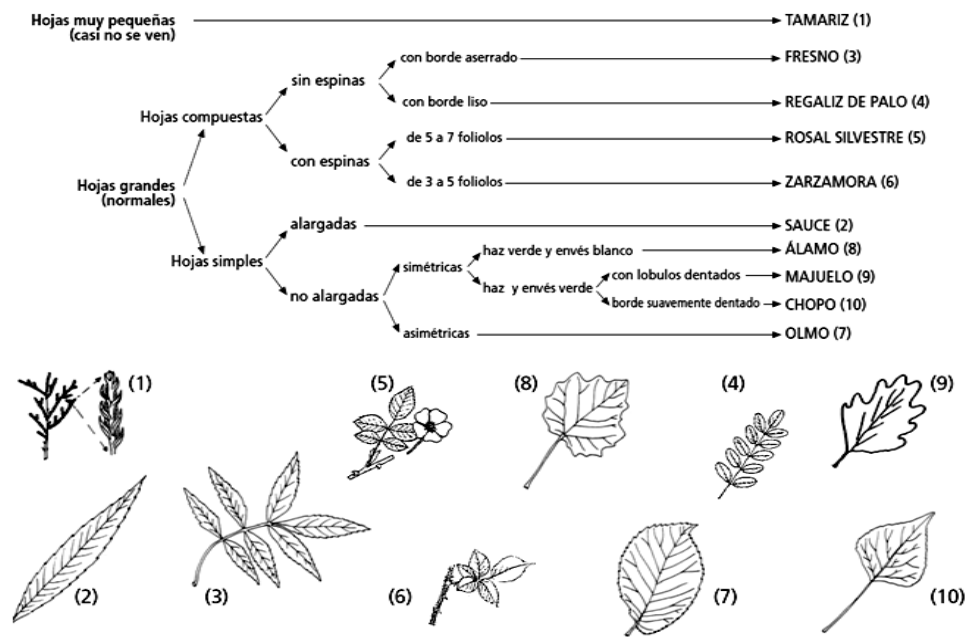
Descripción de la actividad

La actividad se divide en dos partes. En la primera parte cada grupo busca especies vegetales en la ribera del río y las identifica utilizando la guía dicotómica (Figura 2). Cada vez que se identifica una especie se anota en el cuaderno de campo, pero además se dibujan su silueta y sus hojas. También se pide que guarden una hoja de cada ejemplar que identifiquen, de modo que se pueda comentar posteriormente en clase acerca de la vegetación de la ribera.

La segunda parte de la actividad consiste en identificar bioindicadores, es decir, observar la presencia de macroinvertebrados e invertebrados en el río Gállego e interpretar por medio de una clave dicotómica extraída de Sáez Bondía et al. (2021) (Figura 2) y un sistema de puntos el nivel de contaminación que presenta.

Figura 2

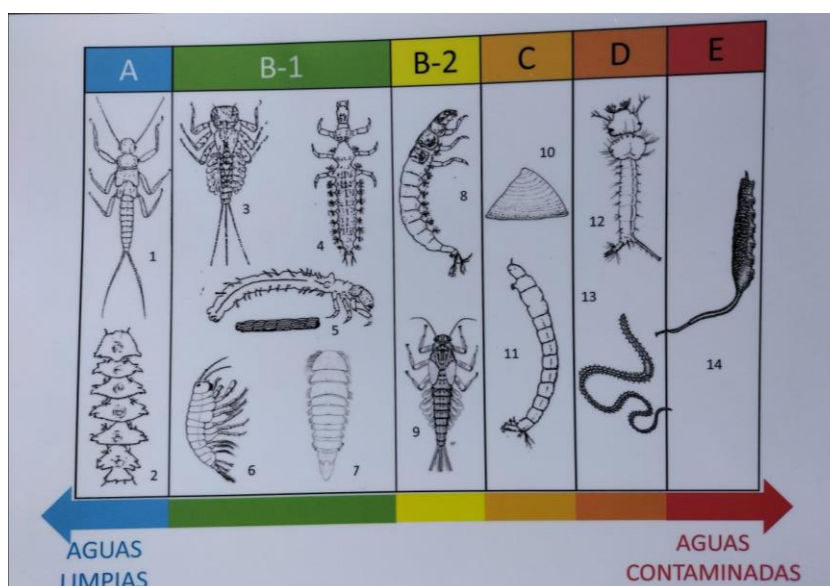
Claves dicotómicas impresas que se reparten a los alumnos



Los alumnos, trabajando en grupo, disponen de una bandeja de observación, un tamiz y una lupa. Por un lado, cogen cantos rodados del fondo del río recubiertos por algas y con la ayuda de la lupa los inspeccionan. Por otro lado, usando el tamiz tratan de recoger macroinvertebrados del fondo del río que colocan en la bandeja de observación y son observados con la lupa. Con la ayuda de la clave dicotómica los alumnos escriben el nombre de estas especies en el informe de campo, así como su puntuación asociada que permite estimar el nivel de limpieza/contaminación del río (Figura 3).

Figura 3

Hoja de puntuaciones para estimar la salud/contaminación del río.



Evaluación

La evaluación de los resultados obtenidos en la actividad 3 se evalúan mediante los ítems de la lista de cotejo que pueden verse en la Tabla 7.

Tabla 7

Parte de la lista de cotejo que evalúa la actividad 3

Criterios de evaluación	SÍ	NO
¿El grupo identifica correctamente cuatro especies vegetales?		
¿El grupo relaciona la diversidad de especies vegetales con un mejor estado del ecosistema?		
¿El grupo identifica tres especies de macroinvertebrados?		
¿El grupo relaciona el tipo de macroinvertebrados con el estado de salud del río?		

Actividad 4: Estudio de cantos rodados.

Una vez trabajados los componentes bióticos del río, se trabaja con un componente abiótico de éste: las rocas. Se define el concepto “cantos rodados” y su proceso de formación, y se pide a los alumnos que seleccionen cantos rodados del entorno y extraigan la mayor información posible de ellos.

Objetivos didácticos

- Observar y describir la disposición de los cantos rodados para hacer inferencias sobre la dinámica fluvial y los procesos geológicos que han sufrido.

Elementos curriculares involucrados

En esta actividad se trabajan los saberes “Los ecosistemas del entorno, sus componentes bióticos y abióticos y los tipos de relaciones intraespecíficas e interespecíficas” y “Las

funciones de la hidrosfera y su papel esencial para la vida en la Tierra” del bloque de saberes C. Ecología y sostenibilidad; y los saberes “Modelado como método de representación y comprensión de procesos o elementos de la naturaleza” y “Métodos de observación y de toma de datos de fenómenos naturales” del bloque de saberes A. Proyecto científico.

El resto de los elementos curriculares se encuentran en las Tablas 3 y 4.

Temporalización y recursos

Se estima que la actividad dure unos 30 minutos. No se necesitan materiales adicionales, a parte del informe de campo.

Descripción de la actividad

El docente introduce la actividad indicando que se va a estudiar un componente abiótico del ecosistema. De manera conjunta y tratando de hacer que los alumnos participen, se definen las rocas y su ciclo, incidiendo en la importancia del agua y concretamente de los ríos en ese ciclo. Se desarrolla el concepto de erosión y cómo afecta a las rocas, utilizando las disponibles en el entorno para que los estudiantes visualicen cómo se forman los cantos rodados. Además, se analiza qué información proporcionan los cantos rodados como, por ejemplo, la dirección y sentido de la corriente o su punto de procedencia en función de su composición.

A continuación, se pide a los alumnos que escojan un canto rodado y que extraigan toda la información que puedan, tanto una descripción física como una estimación de su procedencia en función de lo redondeado que sea, haciendo un esquema del viaje que ha sufrido ese canto rodado hasta llegar al lugar donde lo han encontrado.

Evaluación

La evaluación de los resultados obtenidos en la actividad 4 se evalúan mediante los ítems de la lista de cotejo que pueden verse en la Tabla 8.

Tabla 8

Parte de la lista de cotejo que evalúa la actividad 4

Criterios de evaluación	SÍ	NO
¿El grupo infiere información sobre la procedencia del canto rodado a partir de los datos observables?		
¿El grupo realiza un esquema que señale desde dónde viene ese canto rodado y qué procesos ha sufrido?		

Actividad 5: Juego – “pilla-pilla” trófico.

La quinta actividad consiste en un “pilla-pilla” adaptado al temario de ecología. Se incluye esta actividad para trabajar el concepto de relaciones alimentarias dentro de un ecosistema, desde los eslabones de la cadena (productores, consumidores y descomponedores) hasta las redes de equilibrio que se dan entre ellos y cómo éstas pueden variar y alterarse afectando a todo el ecosistema. Este juego se basa en la experiencia publicada por Díaz (2019) en su blog *Hacia una nueva escuela*.

Tras el juego se plantea una reflexión posterior sobre el equilibrio de los ecosistemas y su importancia y fragilidad.

Objetivos didácticos

- Observar, por medio de una actividad de gamificación, las cadenas tróficas, sus niveles y las relaciones que se dan entre ellos.

Elementos curriculares involucrados

Esta actividad trabaja los saberes “Los ecosistemas del entorno, sus componentes bióticos y abióticos y los tipos de relaciones intraespecíficas e interespecíficas” y “La importancia de la conservación de los ecosistemas, la biodiversidad y la implantación de un modelo de desarrollo sostenible” del bloque de saberes C. Ecología y sostenibilidad.

El resto de los elementos curriculares se encuentran en las Tablas 3 y 4.

Temporalización y recursos

El tiempo asignado a esta actividad es de unos 40 minutos. Se necesitan unos brazaletes (hechos con papel de distintos colores y cinta adhesiva) distintivos para cada grupo que conformará la cadena: productores, consumidores primarios, consumidores secundarios, consumidores terciarios y descomponedores.

Descripción de la actividad

Se divide a los alumnos en cinco grupos (tres de cinco y dos de cuatro) y se reparten los brazaletes. En conjunto se explican los términos de productor, consumidor primario, consumidor secundario, consumidor terciario y descomponedor. Se traslada esta explicación al juego, indicando la misión de cada grupo. Los productores deben sobrevivir, los consumidores primarios deben pillar a los productores y evitar ser pillados. Los consumidores secundarios deben pillar a los primarios y evitar ser pillados. Los terciarios, a su vez, pillan a los primarios y secundarios. Los descomponedores deben salvar a los pillados y convertirlos en productores. Primero se hace una ronda de prueba, y después se van introduciendo variaciones. Se puede separar la clase en dos grupos, de modo que haya dos ecosistemas distintos y se pueda observar mejor la variabilidad ante los cambios. Una variación, por ejemplo, es la de que cuando alguien sea pillado, pase a formar parte del grupo del que le ha pillado. También se pueden introducir nuevos individuos en algún nivel concreto que correspondan a especies invasoras.

Tras el juego se comenta a nivel general, preguntando a los alumnos si han usado alguna estrategia de supervivencia que se les haya ocurrido y cómo ha reaccionado el ecosistema, si se ha mantenido el equilibrio o ha desaparecido algún nivel trófico. Posteriormente se contextualiza el juego en la salida de campo y el río, pidiendo a los alumnos que, en sus grupos, ordenen una serie de animales del ecosistema en el que se hallan en función de su labor en la cadena trófica.

Evaluación

Para la evaluación de esta actividad solo se tiene en cuenta la parte de reflexión y charla final que se plasman en el cuaderno de campo de cada grupo. Esto se evalúa mediante la lista de cotejo ya mencionada, cuyos ítems relacionados a esta actividad se hallan en la Tabla 9.

Tabla 9

Parte de la lista de cotejo que evalúa la actividad 5.

Criterios de evaluación	SÍ	NO
¿El grupo identifica correctamente cada nivel de la cadena trófica que se les plantea en la actividad del cuaderno?		

Actividad 6: Diagnóstico final del río.

Para terminar con la secuencia, la última actividad consiste en una reflexión final en la que se analicen los datos recogidos y la información obtenida en las actividades anteriores, de modo que se puede “diagnosticar” el estado del río. Además, se pide a los alumnos que detallen tres amenazas posibles que puedan afectar al ecosistema que se ha estudiado, tres usos posibles de los ríos y tres medidas de conservación de estos.

Objetivos didácticos

- Aplicar los conocimientos sobre el ecosistema que se está estudiando para poder dar un diagnóstico del estado del río.
- Identificar posibles amenazas que afecten al ecosistema.

Elementos curriculares involucrados

La última actividad comprende los saberes “Los ecosistemas del entorno, sus componentes bióticos y abióticos”, “La importancia de la conservación de los ecosistemas, la biodiversidad y la implantación de un modelo de desarrollo sostenible” y “Las funciones de la hidrosfera y su papel esencial para la vida en la Tierra” del bloque de saberes C. Ecología y sostenibilidad.

Temporalización y recursos

El tiempo estimado para esta última actividad es de 20 minutos. No se necesita ningún material o recurso extra.

Descripción de la actividad

Esta actividad se realiza a modo de cierre, como conclusión de la salida de campo. Primero, se pide a los alumnos que en su grupo diagnostiquen el río, teniendo en cuenta los resultados que han obtenido de las actividades anteriores. Es decir, teniendo en cuenta su temperatura, pH, nivel de turbidez y nivel de contaminación (por los bioindicadores). Además, se pide que recojan tres amenazas que podrían afectar al ecosistema, por ejemplo, la introducción de una especie invasora que altere el equilibrio de este. Para terminar, se pide que se enumeren tres usos y tres medidas de conservación del río, poniendo especial atención al papel del ser humano en la amenaza que supone hacia distintos ecosistemas, y, a la vez, en la posibilidad de implementar hábitos saludables que permitan la conservación del entorno y de los ríos.

Evaluación

La última actividad se evalúa con los ítems de la lista de cotejo de la Tabla 10.

Tabla 10

Parte de la lista de cotejo que evalúa la actividad 6.

Criterios de evaluación	SÍ	NO
¿El grupo determina si el río está sano o enfermo en función de la información que han obtenido a lo largo de esta secuencia?		
¿El grupo identifica tres amenazas para el ecosistema?		
¿El grupo identifica tres usos del río?		
¿El grupo identifica tres medidas de conservación de los ríos?		

V. ANÁLISIS DE LOS RESULTADOS DE APRENDIZAJE

Para analizar los resultados de las actividades realizadas a lo largo de esta secuencia didáctica, se cuenta con los informes de campo que completaron los alumnos de 1° de ESO C. Cabe comentar que, si bien la secuencia estaba preparada para una sola clase, la salida se programó para todos los grupos de 1° de ESO (grupos A, B y C). Esto supuso que el día de la salida de campo cada actividad se debía explicar a un grupo de 50 alumnos, de los cuales 30 eran alumnos con los que no se había trabajado previamente ni se había introducido correctamente la actividad. Es por esto que los informes de campo de los grupos distintos al C no se tienen en cuenta en este análisis, ya que más de la mitad se entregaron en blanco o con respuestas sin sentido. El grupo C con el que se trabajaba, por el contrario, tuvo un muy buen desempeño general, lo que contribuyó a aumentar su autoestima y motivación (como se ha comentado, hasta entonces se veían como “la peor clase”). Esto se debía a que fueron el único grupo de 1° ESO que trabajó el temario de ecología antes de la salida de campo.

Comenzando con el análisis de la **primera actividad**, en la Tabla 11 se muestran los resultados de los cinco grupos y, entre paréntesis, el número de grupos que coinciden en cada respuesta.

Tabla 11

Resultados agrupados y frecuencias en el grupo 1° ESO C.

	BIOTOPO	BIOCENOSIS
Respuestas de los alumnos	Agua (5), rocas/piedras (5), suelo/tierra (4), aire (3), clima/temperatura (2), arenilla (1), telarañas (1).	Distintos tipos de animales (5), distintos tipos de plantas (5), hongos (1).

Analizando estas respuestas, se observa que en general los alumnos tienen clara la diferencia entre elementos bióticos y abióticos, lo cual tiene sentido ya que se trabajaron en el aula previamente y, además, antes de realizar la actividad, se realizó una breve explicación para aquellos alumnos que no habían impartido aún los conceptos de ecología. Por tanto, todos los grupos cumplen con la lista de cotejo asociada a esta actividad.

Analizando los resultados de la **segunda actividad**, todos los grupos miden la temperatura, el pH y la transparencia/turbidez, ya que se acuerdan las medidas de estos parámetros en grupo al iniciar la actividad. La temperatura y la transparencia/turbidez fueron comentados por los alumnos rápidamente, la medida del pH se les termina sugiriendo. Cuatro de los grupos contestan correctamente, obteniendo unos resultados coherentes y argumentando que el río, en función de los parámetros que han podido medir, parece estar “sano” (no presencia de espumas, no presencia de restos visibles y pH casi neutro).

Resalta uno de los grupos que parece no entender el objetivo de la actividad y no realiza las mediciones (Figura 4).

Figura 4

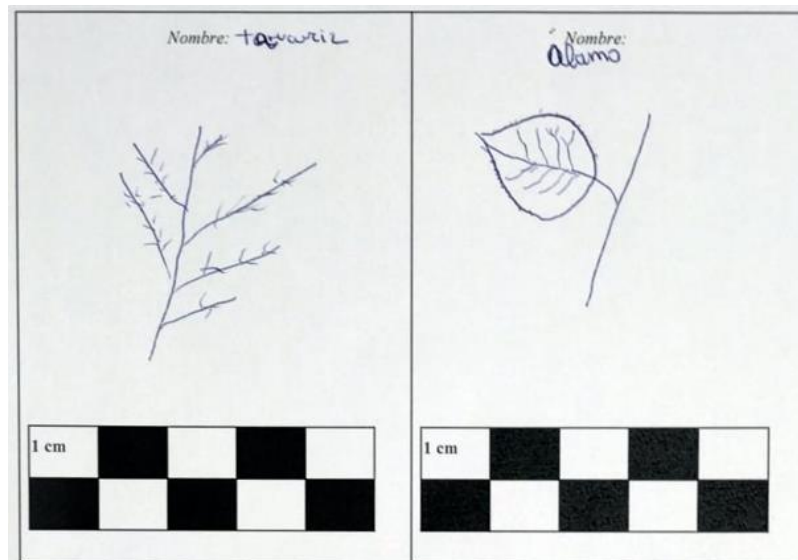
Respuesta incorrecta de uno de los grupos.

Parámetro	Instrumento de medición	Medida (unidades)
ph	phmetro	1-14
temperatura	termómetro	grados
Turbidez	Disco Secchi Tubo teodolito	Mucho poco

Respecto a la **tercera actividad**, se notó cierta dificultad por parte del alumnado para trabajar con la clave dicotómica, si bien ya se había utilizado una durante las sesiones teóricas previas a modo de entrenamiento. Aun así, todos los grupos pudieron reconocer por lo menos dos especies vegetales, sobre todo el álamo y el tamariz (Figura 5).

Figura 5

Ejemplo de la identificación de dos especies vegetales.



Tres de los grupos completaron la tarea correctamente, otro identificó tres especies y otro solo dos. Todos los grupos demostraron relacionar una mayor diversidad de especies vegetales con un mejor estado del ecosistema.

La parte de identificación de micro y macroinvertebrados, en general, fue bastante más pobre. Los alumnos encontraron muy pocas especies, algunos zapateros y pequeñas larvas que fueron identificando. Solo dos grupos identificaron tres especies de macroinvertebrados. El resto se unió a estos dos grupos, mirando en su bandeja de observación y comparando con los dibujos de la clave dicotómica. Al final, en conjunto, se valoró el estado del río con la hoja de puntuaciones que relacionaba macroinvertebrados con niveles más altos o bajos de salud.

La **cuarta actividad**, de cantos rodados, la completaron todos los grupos sin problema. Ya en las sesiones teóricas se había incidido en la formación de los cantos rodados y en la función del río como elemento que erosiona, de modo que los alumnos hicieron una descripción externa de un canto rodado, infiriendo por su grado de redondez si éste había recorrido más o menos distancia desde la meteorización de la roca.

La **quinta actividad**, del pilla-pilla trófico resultó la más atractiva para el grupo. Durante el juego, los alumnos se involucraron en cumplir sus roles, corrigiendo a los compañeros de su grupo si estos se confundían y pillaban a alguien que no tocaba. Durante la reflexión posterior al juego, los alumnos explicaron que habían seguido estrategias como la de los productores de unirse a los consumidores terciarios para que no les pudieran pillar, lo cual había alterado todo el ecosistema. En otra ronda, se introdujo una especie invasora que actuaba como consumidor primario, lo cual provocó casi la desaparición de los productores. En general, a los alumnos les gustó el juego, ya que ya habían trabajado el concepto de redes tróficas en el aula y no les costó entender la dinámica.

Tras el juego los alumnos relacionan una serie de especies con su papel en el ecosistema en el que se encuentran. Se realizó de manera oral y lo resolvieron fácilmente.

La **sexta actividad** se llevó a cabo de manera grupal oral, ya que se notaba que los alumnos empezaban a estar cansados y más dispersos. Así, a modo de conclusión de la actividad, se reflexionó sobre el estado del río. De manera unánime contestaron que el río estaba sano teniendo en cuenta sus datos, si bien había que realizar más pruebas. Además, se fue pidiendo que nombraran:

- tres posibles amenazas que podrían afectar al ecosistema,
- tres usos de los ríos y,
- tres medidas de conservación de estos.

Se trató de hacer énfasis en el papel del ser humano y la amenaza que supone hacia distintos ecosistemas, y en la posibilidad de implementar hábitos saludables que permitan la conservación del entorno. En la Figura 6 se puede ver la respuesta de uno de los pocos grupos que la redactó en el cuaderno.

Figura 6

Ejemplo de la respuesta de uno de los grupos a la última actividad de conclusión.

Amenazas	Usos	Medidas de conservación
Especies invasoras	caca	policia
basura	gente que va de picnic	papeletas
erosion	madera	plantar arboles

Como se puede ver en la figura 6, la primera amenaza que señalaron fue las especies invasoras, probablemente por haberlo trabajado justo antes en el pilla-pilla trófico. En general dieron respuestas bastante vagas, aunque se intentó dirigir la atención a las acciones humanas y a la responsabilidad de la población de conservar los espacios naturales.

VI. ANÁLISIS CRÍTICO DE LA PROPUESTA DIDÁCTICA Y PROPUESTA DE MEJORA

A lo largo de este Trabajo de Fin de Máster se ha presentado una secuencia didáctica implementada durante el curso 2022/2023, que buscaba dar respuesta a una serie de problemas planteados inicialmente. Estos eran, por un lado, la falta de motivación e interés del alumnado hacia la asignatura y, por otro, la dificultad de integrar los contenidos de ecología en un contexto alejado de la naturaleza. Es por esto que se plantea una salida de campo que motive a los estudiantes y permita que visualicen *in situ* los conceptos estudiados en el aula.

Respecto al primer problema, de la motivación, se pidió a los alumnos que valoraran la salida de campo y mi labor como docente una vez terminada la secuencia. Se pidió a los alumnos que dijeran qué cosas les parecían positivas y qué cosas negativas. Once de los estudiantes valoraron mi “esfuerzo” a la hora de realizar esta secuencia, cuatro valoraron mi forma de explicar, y dos la motivación que se transmite a los alumnos. Como aspectos negativos indicaron que querían recibir más actividades prácticas, más vídeos e imágenes y la información más sintetizada.

El otro problema, la adquisición de conocimientos relativos a la ecología, se puede analizar por medio de las producciones de los estudiantes. En general, las tareas que los alumnos debían completar durante la salida de campo están correctas. Si bien se podría haber profundizado más en el contenido a impartir, lo cierto es que se trata de una clase de 1º de ESO con un nivel muy bajo, así que como reflexión personal me siento satisfecha con los resultados. Por un lado, a base de trabajar los contenidos en el aula previamente, como señala Orion (2007), y después en la salida de campo, los alumnos manejan perfectamente los conceptos de ecología que se abarcaban con esta secuencia. También han podido manejar instrumentos de medida específicos en un entorno natural, poner a prueba su capacidad de identificar especies con una clave dicotómica y trabajar destrezas de la argumentación, entre otras.

En contraposición a lo expuesto, no me siento satisfecha de cómo se llevó a cabo la salida de campo. El número de alumnos era de 50, lo cual hizo muy complicado poder introducir bien cada actividad y que todos los estudiantes me prestaran atención. Cabe destacar que durante la salida de campo había cinco docentes que podrían haberse dedicado a supervisar el desarrollo de las actividades (resultando en dos grupos de trabajo por docente); sin embargo, solo mi tutor del centro me ayudó a llevar a cabo la actividad.

Por otro lado, y como ya se ha mencionado, solo la clase de 1º C había trabajado los conceptos de ecología en el aula, antes de trabajarlos en el soto del río Gállego. Es por esto que las otras dos clases apenas completaron sus informes de campo y perdieron el interés por la secuencia enseñada. Como propuesta de mejora a la intervención y partiendo de esta base, se podría haber intercalado alumnos de distintas clases en cada grupo de trabajo usando la metodología puzzle de Aronson a través de expertos, de modo que en todos los grupos hubiera algún alumno de 1º C que ayudara al resto.

Para terminar, se quiere valorar el efecto de la intervención didáctica en los alumnos. La clase de 1º C arrastraba desde principio de curso la etiqueta de ser la clase más problemática y con menor nivel. Los alumnos me comentaron al inicio de las sesiones teóricas que ellos eran “los

tontos”. Es por esto que, al darse cuenta durante la salida de campo que por una vez ellos eran los que sabían cómo responder las preguntas del informe, se animaron mucho, mejorando su autoestima y autoconcepto.

VII. CONSIDERACIONES FINALES

Concluyendo este Trabajo de Fin de Máster, la realización de esta secuencia didáctica ha sido enormemente satisfactoria, por varias razones. Por un lado, tuve la posibilidad de llevar a cabo una salida de campo y una serie de actividades que a los estudiantes les resultó entretenida y motivadora, pero también a mí como docente, por poder desarrollar la propuesta en un entorno natural.

Por otro lado, el grupo con el que se trabajó, si bien en un inicio parecía un reto por la alta tasa de alumnos repetidores y la percepción del resto de tutores como “la peor clase”, resultó ser un grupo muy trabajador. Además, el hecho de ser la única clase que había impartido los contenidos de Ecología les permitió poder contestar a las preguntas que se hacían durante las actividades con soltura, habiendo momentos en los que incluso se pedía que dejaran contestar a los demás porque ellos ya sabían la respuesta. Esta situación supuso un cambio para el grupo, dándose cuenta de que eran tan capaces como las otras clases, como me pudieron expresar al terminar mi estancia en el centro. Haber podido formar parte de este cambio en ellos ha sido lo más valioso del periodo de prácticas.

En relación al Máster, con la realización de este trabajo se ha podido comprobar la utilidad de muchas asignaturas a la hora de trabajar como docente en un instituto de secundaria, por ejemplo, la asignatura de “Diseño curricular e instruccional de ciencias experimentales” o “Diseño de actividades de aprendizaje de biología y geología”.

Gracias a la asignatura de Diseño curricular se pudo aprender a manejar la legislación y el currículo, tan importantes de cara a diseñar una propuesta didáctica. Además, la parte de fundamentos de esta asignatura permite el acercamiento a las distintas fuentes de bibliografía de la Didáctica de las Ciencias Experimentales, imprescindibles para la elaboración de la fundamentación de este trabajo.

Respecto a la asignatura de “Diseño de actividades de aprendizaje de biología y geología”, ha sido de gran utilidad como fuente de inspiración para diseñar y desarrollar esta secuencia didáctica. El uso de las claves dicotómicas, por ejemplo, se incluyen en este trabajo porque se practicaron durante el Máster y se pudo observar su potencial para identificar elementos.

Otra asignatura que quiero destacar de este Máster ha sido la de “Contenidos Disciplinarios de Geología”. Hace demasiados años desde la última vez que estudié Geología y esta asignatura ha sido mi favorita durante el Máster. Tanto que no quise desaprovechar la oportunidad que tenía al desarrollar mi secuencia didáctica en un entorno natural e incluí una pequeña actividad sobre cantos rodados. Lo interesantes que me han parecido los contenidos que he dado en esta asignatura y, por el contrario, lo poco formada que estaba al respecto, me ha hecho ver que si en un futuro termino trabajando como docente, deberé formarme más para poder darle el lugar que merece dentro de las aulas.

El resto de las asignaturas del Máster también han resultado útiles de cara a desarrollarme como futura docente, ya que cada una aporta algo distinto. En conclusión, la realización de esta secuencia didáctica y del Máster de Profesorado se consideran muy satisfactorias y me han servido para valorar seriamente la docencia como una futura opción laboral.

VIII. REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS

- Aguilera, D. (2018). La salida de campo como recurso didáctico para enseñar ciencias. Una revisión sistemática. *Revista Eureka sobre Enseñanza y Divulgación de las Ciencias*, 15(3), 3103.
- Bargiela, I. M., Mauriz, B. P., y Anaya, P. B. (2018). Las prácticas científicas en infantil: una aproximación al análisis del currículum y planes de formación del profesorado de Galicia. *Enseñanza de las ciencias: revista de investigación y experiencias didácticas*, 36(1), 7-23.
- Basterretxea, G., Bastida, S., Díez, J. R. y Gutiérrez, J. M. (2019). *Ideas Previas y Educación Ambiental: Comparación entre las ideas del alumnado de dos generaciones (1996 y 2013)*. Departamento de Medio Ambiente, Planificación Territorial y Vivienda del País Vasco. Servicio Central de Publicaciones del Gobierno Vasco.
- Berbero, A. y González, J. (2018). Ideas previas sobre conceptos de ecología en estudiantes de sexto de la escuela primaria Juan Escutia, Metepec, estado de México-México. *Educación y Ciencia*, 21, 321-327.
- Bermúdez, G. y De Longui, A. (2008). La Educación Ambiental y la Ecología como ciencia. Una discusión necesaria para la enseñanza. *Universidad Nacional de Córdoba. Argentina*.
- Carrascosa, J. (2014). Ideas alternativas en conceptos científicos. *Revista Científica*, 18(1), 112-137.
- Del Carmen, L. y Pedrinaci, E. (1997). El uso del entorno y del trabajo de campo. En L. del Carmen (coord.), *La enseñanza y aprendizaje de las ciencias de la naturaleza en educación secundaria* (pp. 133-154). Barcelona: ICE (Cuadernos de Formación del Profesorado, 9), Universitat de Barcelona-Horsosri.
- Díaz, P. (13 de febrero de 2019). *Pilla-pilla trófico*. Hacia una nueva escuela. <https://pablodiaztenza.wixsite.com/autor/post/pilla-pilla-tr%C3%B3fico>
- Furió, C., Solbes, J. y Carrascosa, J. (2006). Las ideas alternativas sobre conceptos científicos: tres décadas de investigación: resultados y perspectivas. *Alambique: Didáctica de las ciencias experimentales*, 48, 64-77.
- García-López, S., Fragueiro-Barreiro, M. S., y Soto-Fernández, J. R. (2022). Una experiencia de aula basada en la gamificación para la enseñanza de ciencias de la naturaleza. *EA, Escuela Abierta*, 25, 79-102.
- Gil-Pérez, D., Macedo, B., Martínez-Torregrosa, J., Sifredo-Barrios, C., Valdés, P., y Vilches-Peña, A. (2005). *¿Cómo promover el interés por la cultura científica? Una propuesta didáctica fundamentada para la educación científica de jóvenes de 15 a 18 años*. Oficina Regional de Educación de la UNESCO para América Latina y el Caribe.
- Gil-Quílez, M. J., y Martínez-Peña, M. B. (2014). Construcción del modelo de río: Paso previo a la reflexión sobre gestión fluvial. *Investigación y Transferencia Para Una Educación en Ciencias: Un Reto Emocionante; De Las Heras Pérez, M. A., Lorca Marín, A. A.,*

- Vázquez Bernal, B., Wamba Aguado, A. A., Jiménez Pérez, R. Eds, 269-276.
- Harlem, W. (2015). *Working with big ideas of science education*. Trieste: The Science Education Programme (SEP) of IAP. Italy.
- Justi, R. (2006). La enseñanza de ciencias basada en la elaboración de modelos. *Enseñanza de las Ciencias. Revista de investigación y experiencias didácticas*, 24(2), 173-184.
- Kuhn, D., Hemberger, L., y Khait, V. (2016). Dialogic argumentation as a bridge to argumentative thinking and writing/La argumentación dialógica como puente para el pensamiento y la escritura argumentativa. *Journal for the Study of Education and Development*, 39(1), 25-48.
- National Research Council (NRC). (2012). *A framework for K-12 science education: Practices, crosscutting concepts, and core ideas*. National Academies Press.
- Orion N. (2007). A Holistic Approach for Science Education for All. *Eurasia Journal of Mathematics, Science & Technology Education* 3(2), 99-106.
- Pedrinaci, E. (2012). Trabajo de campo y aprendizaje de las ciencias. *Alambique. Didáctica de las Ciencias Experimentales*, 71, 81-89.
- Pozo-Muñoz, M. P., Velasco-Martínez, L. C., Martín Gámez, C., y Tójar-Hurtado, J. C. (2021). ¿Qué sabe el alumnado sobre las problemáticas socioambientales del agua y su gestión sostenible? Investigación mixta en Educación Primaria. *Revista Eureka sobre Enseñanza y Divulgación de las Ciencias*, 18(3), 3501.
- Rodríguez, L., y Avendaño, H. (2018). Gamificación como estrategia de aprendizaje en la enseñanza de las ciencias naturales en la educación básica secundaria. *Tecné, Episteme y Didaxis: TED*, 1-9.
- Romero-Ariza, M., Gallego, A. M. A., Quesada, A. y Martín-Peciña, M. (2022). MOST: alfabetización científica y educación para la sostenibilidad a través de Proyectos de Escuela Abierta. En A. Benarroch (Ed.), *30 Encuentros Internacionales de Didáctica de las Ciencias Experimentales* (pp. 311-316). Servicio de publicaciones de la Universidad de Granada.
- Sáez Bondía, M. J., Gil Quílez, M. J., Martínez Peña, M. B. y Carrasquer Zamora, J. (2021). *Las tres letras de RÍO. Fundamentos y recursos para trabajar en el aula*. Zaragoza: Prensas de la Universidad de Zaragoza.
- Sánchez, F. J. y Pontes. A. (2009). *Conceptos básicos de la educación ambiental: contenidos educativos y dificultades de aprendizaje*. Res Novae Cordubenses: Estudios de Calidad e Innovación de la Universidad de Córdoba.
- Santos-Ellakuria, I. (2019). Fundamentos para el aprendizaje significativo de la biodiversidad basados en el constructivismo y las metodologías activas. *Revista de Innovación y Buenas Prácticas Docentes*, 8(2), 90-101.
- Sardà, A. y Sanmartí, N. (2000). Enseñar y argumentar científicamente: un reto en las clases de ciencias. *Enseñanza de las Ciencias*, 18(3), 405-422.

Toma, R. B. (2021). Evidencias de validez de una medida de la motivación por las ciencias de la naturaleza. *Educación XXI*, 24(2), 351-374.

IX. ANEXOS

Anexo I. Evaluación inicial hipotética atendiendo a la literatura sobre las ideas alternativas de la Ecología.

EVALUACIÓN INICIAL

Pregunta 1. Define el término “ecosistema”.

Pregunta 2. ¿Qué elementos conoces que compongan un ecosistema?

Pregunta 3. Define el término “biodiversidad”.

Pregunta 4. ¿Qué es una red trófica? Pon un ejemplo.

Pregunta 5. Define el término “río”.

Anexo II. Diapositivas proyectadas en el aula durante las sesiones teóricas.

ECOSISTEMAS Y SOSTENIBILIDAD

Un **ecosistema** está formado por tres elementos fundamentales:

1. El lugar y sus condiciones físicas (**biotopo**)
2. Los seres vivos que en él habitan (**biocenosis**)
3. Las **relaciones** que se establecen entre todos ellos

1 Componentes o factores abióticos:
Condicionan la vida de los seres vivos. Son el medio físico y las características físicas y químicas de ese ecosistema. Entre los más importantes destacan:
La luz
El agua
La temperatura

2 Componentes o factores bióticos:
Son los seres vivos que habitan en ese biotopo. En cada ecosistema hay una gran diversidad de especies.
Una comunidad es el conjunto de seres vivos de distintas especies de un ecosistema.
Una población es el conjunto de todos los individuos de una misma especie que habitan un mismo biotopo.

3 RELACIONES
¡Se pueden medir!

¿Tenemos cerca algún ecosistema?

El río Gállego es uno de los principales afluentes del Ebro por su margen izquierda. El nacimiento del Gállego se encuentra en la frontera de España con Francia, y su nombre procede de Gallicus, o lo que es lo mismo, "el de la Galla", ya que así llamaban los romanos a Francia. Tras recorrer más de 190 Km desemboca en el río Ebro escasos metros al este de Zaragoza.

EL SOTO, ¿Qué es?
Bosques que se desarrollan en la ribera de los ríos. Son enclaves de gran valor ecológico, ya que sirven de refugio a una gran variedad de especies (biodiversidad).

¡ALERTA NOTICIA!

Río Gállego
Río español que discurre por la comunidad aragonesa es un afluente del río Ebro. Desde 1970 hasta 2014 el río Gállego se vio gravemente contaminado por un importante vertido de **lindano** (un compuesto orgánico derivado del hongo comestible, ya ahora deshecho en el río se sigue viendo afectado por las toneladas de "sopa tóxica" que se encuentran depositadas en los pozos naturales o cárcavas). Por suerte existe un **Plan Integral de Descontaminación del río Gállego** con el objetivo de reducir el caudal de agua que proviene de la lluvia, con el fin de que la depuradora del barriaco consiga tratar todas las escorrentías de la zona afectada.

RELACIONADOS CON LOS FACTORES BIÓTICOS

Mediante un muestreo pero, ¿Qué es?

El muestreo es una técnica que nos permite estudiar a una **población o comunidad completa, sin necesidad de tomar datos de todos los individuos** de esta. Se recogen los datos de varios individuos representativos (**muestra**) y mediante **proporcionalidad** se obtienen los datos de toda la población/comunidad.

Acústicos, Tamiz/colador
Colocamos un tamiz o colador en dirección de la corriente de agua y revoltemos suavemente el fondo, para que los invertibrados se desprendan. Pasamos el contenido del tamiz a una batea para observarlos.


La cuantificación de la calidad de agua de un tramo de río mediante **parámetro biológico** es una técnica muy utilizada en el ámbito científico. Al contrario de las mediciones que nos dan los **parámetros físico-químicos**, medidas puntuales de el estado de el río, los **indicadores biológicos** nos aportan información de un periodo determinado de tiempo. A estos índices se les denomina **BOMARCADORES**

Actividad 1

¡Crea tu propia red trófica utilizando las siguientes especies, añade partes de el biotopo para poder formar un ecosistema!


- Garza real
- Cangrejo de río
- Escarabajo
- Colmilleja
- Fitoplancton
- Hiervas
- Nectaris
- Lombices
- Algas
- Trucha común
- Autillo
- Buitre leonado

Anexo III. Guion del informe de campo




ÁMBITO CIENTÍFICO-MATEMÁTICO (1º ESO)

INFORME MÉDICO




¿ESTÁ SANO NUESTRO RÍO? CONOCIENDO LA ECOLOGÍA DEL SOTO DEL GÁLLEGO (ZARAGOZA)



Integrantes del grupo:
.....
.....
.....

Clase:

CALIFICACIÓN:



Colegio O.D. Santo Domingo de Silos
Departamento de Ciencias Naturales

EXAMEN 1: IDENTIFICACIÓN DE LOS COMPONENTES DE LOS ECOSISTEMAS

Para poder evaluar el estado sanitario del río, el primer paso es un examen inicial. Debemos reconocer las partes que forman el ecosistema en el que estamos.

La asignatura se va a centrar a final de curso en la Ecología, una rama de la Biología que estudia la relación de los seres vivos con el medio en el que viven. Este estudio se realiza generalmente en ecosistemas, territorios donde un conjunto determinado de especies de seres vivos convive relacionándose entre sí y con el medio en el que viven.

BIOTOPO (abióticos)	BIOCENOSIS (bióticos)	
		Dentro de todos los ecosistemas reconocemos dos componentes principales: el <u>biotopo</u> , que corresponde al terreno en el que viven los seres vivos, formado por componentes inertes o <u>abióticos</u> ; y la <u>comunidad o biocenosis</u> , formado por el conjunto de seres vivos que viven en ese lugar, y que conocemos como componentes <u>bióticos</u> . Echa un vistazo a tu alrededor e intenta reconocer componentes de ambos tipos en el ecosistema de ribera del río. Clasifícalos en la tabla adjunta.



Colegio O.D. Santo Domingo de Silos
Departamento de Ciencias Naturales

EXAMEN 3: USO DE CLAVE DICOTÓMICA PARA LA IDENTIFICACIÓN DE ESPECIES VEGETALES Y ANIMALES

Para poder evaluar el estado de nuestros ríos un buen indicador es la biodiversidad que en ellos habita. La Biodiversidad es la variedad de especies animales y vegetales en su medio ambiente.

En los ríos el agua no solo circula por la superficie a lo largo del cauce, sino que también se infiltra en el subsuelo aportando humedad que favorece el crecimiento de los sotos, que cuentan con varias especies representativas: sauce, tamariz, chopo, álamo, fresno y olmo.




Fig. 4. Perfil de un soto formado en cuanto las características de la planta y la longitud de su cauce.
Sauce y tamariz - Chopo - Álamo - Fresno - Olmo

Estas especies aparecen más o menos ordenadas respecto al agua según su necesidad de humedad y su tolerancia a la misma. En primera línea, sobre las playas de cantos rodados, aparecen tamarices y sauces. Tierra adentro, más alejadas y elevadas, aparecen las formaciones maduras de porte arbóreo: sauce blanco, álamo blanco, fresno, chopo. Este bosque maduro también cuenta con representantes arbustivos y trepadores, zarzamora, rosál silvestre y algunas lianas. Todavía más alejados del agua podemos encontrar los olmos, aunque últimamente sus poblaciones están diezmadas por la grafiosis.

La siguiente actividad consiste en la identificación de especies vegetales durante el paseo por el soto del río Gállego con ayuda una clave dicotómica:

1. Usa la clave para identificar al menos 4 especies diferentes presentes en ella.
2. Cada vez que identifiques una especie escribe su nombre en uno de los recuadros con escala de la tabla, haz un dibujo del ejemplar completo (silueta de árbol o arbusto) y de sus hojas.
2. Toma una hoja del ejemplar y guárdalo en tu bolsa de muestreo.




Colegio O.D. Santo Domingo de Silos
Departamento de Ciencias Naturales

EXAMEN 2 RECONOCIMIENTO DEL PACIENTE

Como si de un paciente se tratase vamos a recolectar una serie de muestras y medir sus parámetros (Constantes vitales)

El río Gállego es un afluente del río Ebro por su margen izquierda; va desde su nacimiento en el collado de Canal Roya hasta la ciudad de Zaragoza en la que se encuentra el río Ebro.



Este río tiene una longitud 193,2 km y atraviesa muchas localidades que utilizan este recurso poniendo en peligro su conservación.

Para conocer el estado de conservación es necesario medir distintos parámetros. A continuación, mediremos algunos de ellos, para poder comprobar el estado de salud de este ecosistema.

Tabla parámetros

Parámetro	Instrumento de medición	Medida (unidades)

AHORA ES EL TURNO DE LOS MACROINVERTEBRADOS

A partir del estudio de los seres vivos que habitan en un tramo de río se pueden obtener índices de la calidad del agua. La cuantificación de la calidad de agua de un tramo de río mediante parámetro biológicos es una técnica muy utilizada en el ámbito científico. Al contrario de las mediciones que nos dan los parámetros físicoquímicos, medidas puntuales del estado del río, los indicadores biológicos nos aportan información de un periodo determinado de tiempo. A estos índices se les denomina **BIOMARCADORES**.

En nuestro examen estos biomarcadores van a ser los macroinvertebrados, invertebrados de un tamaño superior a 1-2 mm. Cada familia taxonómica tiene asignada una serie de puntos y la suma proporciona un índice que clasifica en 5 grados la calidad del agua.

1. Por grupos, acercaros a la orilla del río con una bandeja de observación, un tamiz y una lupa.
2. Coged algunos cantos rodados del fondo del río, cerca de la orilla, y dejadlos en la bandeja. Es mejor si escogéis los cantos procurando que estén recubiertos ligeramente por algas. Observad su superficie con la lupa.
3. Introducid el tamiz entre los cantos del fondo para capturar algunos macroinvertebrados, dejadlos en la bandeja y observadlos con la lupa.
4. Identifica 3 tipos de macroinvertebrado es y que puntuación se le asigna (utiliza la clave dicotómica).

NOMBRE:	PUNTOS:

EXAMEN 4: GEOLOGÍA E IDENTIFICACIÓN DE ROCAS

1. Encuentra en el entorno un canto rodado, describe el lugar donde lo has encontrado y mide sus tres dimensiones.
2. Descripción de lugar donde se encuentra el canto rodado:

Dimensiones	Unidades
Longitud	
Anchura	
Altura	

3. Realiza un esquema de qué procesos ha sufrido el canto rodado y de donde ha podido provenir.

RECOMENDACIÓN: ¡A JUGAR!

¿Has utilizado alguna estrategia de supervivencia? ¿Ha sido capaz el ecosistema de aguantar todas las relaciones entre todas las especies? ¿Se ha mantenido el equilibrio o ha desaparecido algún nivel trófico?

Dado que los ríos son ecosistemas, en ellos también viven numerosos organismos entre los que se establecen relaciones tróficas que podemos representar como cadenas tróficas. En esta actividad vamos a observar algunos de los componentes de estos ecosistemas y a reflexionar sobre las cadenas tróficas que se establecen en ellos.

A. ¿Qué nivel trófico ocupan las algas en el ecosistema fluvial? ¿Qué relación crees que tienen con los macro invertebrados?

B. Ordena algas y macro invertebrados en una cadena trófica siguiendo el ejemplo superior, y continúa la con algunas de las especies descritas en la página siguiente.



Carrasqueño (Salmo trutta)
pez de tamaño grande, habitador más veloz, que vive escondido entre la vegetación, donde se alimenta gracias a su pigmentación, y vive para de tamaño medio con su boca reconvertida de numerosos dientes afilados.



Alburno (Alburnus alburnus)
pez de pequeño tamaño que nada formando cardúmenes y se alimenta principalmente de macroinvertebrados acuáticos que vive cerca de la superficie.



Martín pescador (Alcedo atthis)
ave mediana que pesca pequeños peces distribuidos en el agua a por ellos desde las orillas de los ríos.



Cangrejo de río (Astropteronchus sp.)
invertebrado que vive escondido en el fondo y come todo tipo de comida, macroinvertebrados, larvas de insectos, pequeños peces, plantas acuáticas, algas, etc.



Bachillón (Lucioperca longirostris)
pez de tamaño medio que vive cerca del fondo de pequeños grupos y utiliza los baculíferos que posee su boca para raspar grandes invertebrados y algas entre las rocas del fondo.

DIAGNÓSTICO

A la espera de los resultados de laboratorio externo, podemos hacer un primer diagnóstico de posibles problemas.

Escribe al menos 3 amenazas de los ríos y su entorno, usos y medidas de conservación

Amenazas:	Usos:	Medidas de conservación

Anexo IV. Lista de cotejo que evalúa el informe de campo.

Criterios de evaluación		SÍ	NO
Actividad 1	¿El grupo identifica correctamente más de tres componentes abióticos del entorno?		
	¿El grupo identifica correctamente más de tres componentes bióticos del entorno?		
Actividad 2	¿El grupo identifica y mide correctamente los tres parámetros acordados?		
	¿El grupo obtiene resultados coherentes tras sus mediciones?		
	¿El grupo relaciona los resultados obtenidos con el estado general del río?		
Actividad 3	¿El grupo identifica correctamente cuatro especies vegetales?		
	¿El grupo relaciona la diversidad de especies vegetales con un mejor estado del ecosistema?		
	¿El grupo identifica tres especies de macroinvertebrados?		
	¿El grupo relaciona el tipo de macroinvertebrados con el estado de salud del río?		
Actividad 4	¿El grupo infiere información sobre la procedencia del canto rodado a partir de los datos observables?		
	¿El grupo realiza un esquema que señale desde dónde viene ese canto rodado y qué procesos ha sufrido?		
Actividad 5	¿El grupo identifica correctamente cada nivel de la cadena trófica que se les plantea en la actividad del cuaderno?		
Actividad 6	¿El grupo determina si el río está sano o enfermo en función de la información que han obtenido a lo largo de esta secuencia?		
	¿El grupo identifica tres amenazas para el ecosistema?		
	¿El grupo identifica tres usos del río?		
	¿El grupo identifica tres medidas de conservación de los ríos?		