

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

ESPECIALIDAD: BIOLOGÍA Y GEOLOGÍA



---

**Universidad de Valladolid**

LA INDAGACIÓN COMO METODOLOGÍA ACTIVA EN  
EL APRENDIZAJE DE BIOLOGÍA Y LA GEOLOGÍA.  
APLICACIÓN PRÁCTICA EN 4º ESO.

**Autor:** Nuria Rodríguez San Juan

**Tutor:** Sandra Laso Salvador

Curso: 2020/2021



## RESUMEN

En el presente trabajo Fin de Master (TFM) se aborda una propuesta de intervención cuyo objetivo es dar respuesta a las solicitudes emitidas por los entornos laborales, que requieren personas con unos niveles competenciales cada vez más elevados. En este sentido, desde las normativas educativas, entre ellas la reciente LOMLOE, hacen hincapié en fomentar una educación basada en competencias, así como un aprendizaje significativo de los contenidos.

Para ello, este trabajo describe y pone en práctica una propuesta de intervención educativa basada en el aprendizaje por indagación, aplicada a la asignatura de biología y geología para alumnos de 4º ESO que fomente el trabajo cooperativo a través de proyectos de investigación. Los alumnos aprenderán la problemática de la pérdida de biodiversidad, los ciclos del fósforo y del nitrógeno, la contaminación de las aguas y la gestión de residuos descritos en los límites planetarios. De esta manera, se estudian de manera conjunta los conceptos de ecología y el método científico.

En definitiva, por medio de este trabajo se pretende evidenciar que la enseñanza de las ciencias naturales, y en concreto los conceptos de población, ecosistema, redes tróficas, contaminación, impactos medioambientales, ciclos bioquímicos, entre otros, a través de la indagación puede favorecer la motivación del alumnado y el proceso de enseñanza-aprendizaje.

**Palabras clave:** aprendizaje por indagación, competencias, trabajo cooperativo, aprendizaje significativo, ecología

## ABSTRACT

In this final Master Project, an intervention is developed whose objective is to respond to the requests of the work environments, which require people with increasingly high levels of competence. In this sense, educational regulations, including the recent LOMLOE, emphasize promoting an education based on competencies, as well as meaningful learning of the content

For this purpose, this Master Project describes and puts into practice an educational intervention proposal based on enquiry education applied to biology and geology subject for 4th ESO students that encourages cooperative work through research projects. Students will learn the problems of biodiversity loss, phosphorus and nitrogen cycles, water pollution and waste management described in the planetary boundaries. In this way, the concepts of ecology and the scientific method are studied together.

In conclusion, across this project it is intended to show that the teaching of natural science and specifically the concepts of population, ecosystem, food webs, pollution, environmental impacts, biochemical cycles, among others, through inquiry will encourage the student motivation and the teaching-learning process.

**Keywords:** Inquiry education, competences, cooperative work, meaningful learning, ecology

## CONTENIDO

<b>1. INTRODUCCIÓN: PRESENTACIÓN DEL PROBLEMA Y JUSTIFICACIÓN</b> .....	<b>1</b>
<b>2. OBJETIVOS</b> .....	<b>4</b>
2.1 Objetivo general .....	4
2.2 Objetivos específicos.....	4
<b>3. MARCO TEÓRICO</b> .....	<b>5</b>
3.1 La reforma del currículo en el marco de la LOMLOE .....	5
3.2 Desafíos en el aprendizaje de la ecología y la investigación.....	6
3.3 La motivación aspecto clave en los enfoques de enseñanza y aprendizaje..	8
3.4 La enseñanza de las ciencias por indagación .....	10
3.4.1 Antecedentes y concepto del aprendizaje por indagación .....	10
3.4.2 El aprendizaje colaborativo y significativo en la indagación.....	11
3.4.3 Fases de la indagación .....	12
3.4.4 Ventajas de las prácticas del aprendizaje por indagación .....	16
3.4.5 Limitaciones prácticas del aprendizaje por indagación .....	17
3.4.6 Evaluación del aprendizaje por indagación.....	18
<b>4. PROPUESTA DE INTERVENCIÓN</b> .....	<b>20</b>
4.1 Marco legislativo.....	20
4.2 Contextualización .....	21
4.3 Objetivos .....	22
4.3.1 Objetivos curriculares .....	22
4.3.2 Objetivos didácticos .....	23
4.4 Contenidos, criterios de evaluación y competencias clave.....	25
4.4.1 Contenidos.....	25
4.4.2 Criterios de evaluación .....	26
4.4.3 Competencias clave.....	27

4.5	Temporalización .....	31
4.6	Hilo conductor. Los límites planetarios .....	33
4.7	Actividades/secuencia de aprendizaje.....	35
4.8	Evaluación.....	52
<b>5.</b>	<b>Atención a la diversidad.....</b>	<b>55</b>
<b>6.</b>	<b>CONCLUSIONES .....</b>	<b>57</b>
<b>7.</b>	<b>LIMITACIONES Y PROSPECTIVA .....</b>	<b>59</b>
<b>8.</b>	<b>REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS.....</b>	<b>60</b>
<b>9.</b>	<b>ANEXOS.....</b>	<b>67</b>
9.1	Anexo I. Índice de la memoria de los proyectos .....	67
9.2	Anexo II. Rúbrica evaluación de los trabajos de indagación .....	68
9.3	Anexo III. Descriptores de los niveles de competencia de indagación .....	70
9.4	Anexo IV. Rúbrica de evaluación de trabajo en equipo y exposición .....	72

## ÍNDICE DE FIGURAS

<b>Figura 1.</b> Modelo de aprendizaje por medio de la indagación.....	16
<b>Figura 2.</b> Representación de los límites planetarios .....	34
<b>Figura 3.</b> Ficha de identificación de macroinvertebrados.....	44

## ÍNDICE DE TABLAS

<b>Tabla 1.</b> Contenidos curriculares de los bloques 3 y 4.....	25
<b>Tabla 2.</b> Cronograma de la unidad didáctica.....	32
<b>Tabla 3.</b> Temporalización de la introducción y del proyecto 1 .....	33
<b>Tabla 4.</b> Resumen de la evaluación de la propuesta de intervención .....	53
<b>Tabla 5.</b> Índice de la memoria de los proyectos .....	67
<b>Tabla 6.</b> Rúbrica de evaluación de los trabajos de indagación .....	68
<b>Tabla 7.</b> Niveles de competencia de indagación .....	70
<b>Tabla 8.</b> Rúbrica de evaluación del trabajo en equipo y exposición.....	72

# 1. INTRODUCCIÓN: PRESENTACIÓN DEL PROBLEMA Y JUSTIFICACIÓN

---

Bajo la vorágine de un mundo globalizado y la incertidumbre ante el futuro, los seres humanos nos vemos impulsados a una adaptación continua que requiere más que nunca de una educación en competencias que permita afrontar nuevos retos y desenvolverse con garantías en la sociedad. (Ministerio de Educación y Formación Profesional,2020). Los centros educativos han sido y son el lugar más importante dónde los jóvenes pueden adquirir las competencias necesarias para enfrentarse al mundo laboral. Desafortunadamente, en España la desmotivación frente al estudio ha sido posiblemente uno de los mayores problemas a los que docentes y expertos han tenido que enfrentar (El País, 2019).

Según Pintrich y De Groot, (1990) la motivación es un condicionante previo al aprendizaje, sin embargo, las variables que intervienen en la motivación son muy variables y complejas. Con el objetivo de aumentar la motivación y, por tanto, disminuir el fracaso escolar, la didáctica de las ciencias ha promovido el uso de diferentes metodologías activas. Por otro lado, esta preocupación también es palpable en las últimas leyes educativas que han apostado por la introducción de metodologías activas que abogan por un aprendizaje más autónomo y significativo y un aprendizaje competencial. Aun así, el tránsito hacia el uso de metodologías activas y la educación en competencias ha sido paulatino (Ministerio de Educación y Formación Profesional,2020) y en muchos casos ha generado grandes dudas (El diario de la educación, 2021).

Los profesores se enfrentan a uno de los grandes retos de la educación, la desmotivación del alumnado. La desmotivación se considera un proceso interno en el que intervienen numerosas variables o factores externos que pueden facilitar procesos emocionales y por tanto promover que el alumno adquiera compromisos con su aprendizaje (López, 2017, p.124). Es, por tanto, el conocimiento de las características psicológicas de la etapa de la adolescencia, lo que puede facilitar, tanto a alumnos como profesores, a promover un buen proceso de enseñanza-aprendizaje.

El pensamiento joven ha sido objeto de estudio de autores como Piaget (1896-1980), padre de la Psicología Evolutiva, o Lev Vygotsky (1896-1934). Ambos autores fueron los máximos exponentes de algunas de las pedagogías de mayor impacto y relevancia en educación. Durante los años 80 las pedagogías constructivistas y cognitivista fueron ampliamente aceptadas, sin embargo, durante esos años, desde la perspectiva científica los educadores e investigadores de la didáctica de las ciencias promovieron dos modelos de aprendizaje nuevos, (Jiménez, 2000, p.178) el cambio conceptual, considerado como una modalidad constructivista situada en medio entre la instrucción directa y el descubrimiento, y el modelo de enseñanza por investigación, dónde a través de la puesta en práctica del método científico se resuelven los problemas que se plantean.

Por otro lado, el dominio de las ciencias, y en particular, la biología y la geología no se identifica únicamente con un saber de conceptos y modelos, sino que requiere también una inmersión en la cultura científica, lo que conlleva la práctica de pequeñas investigaciones o indagaciones (Jiménez, 2000, p.179) que permita alcanzar ese conocimiento. Este punto es de especial relevancia cuando la cuestión a abordar son los problemas socioambientales.

Los malos resultados en alfabetización científica obtenidos en PISA (2018) por parte de los alumnos españoles hace necesario un cambio metodológico que permita superar la barrera del aprendizaje de contenidos, y centrar su esfuerzo en el desarrollo de las competencias (Napal y Zudaire, 2019, p.99). La metodología de enseñanza de las ciencias por indagación se presenta desde el siglo pasado como una opción que permite el desarrollo de las competencias, a través de un modelo constructivista, donde los alumnos toman un rol relevante en su aprendizaje y les permita una mejor comprensión de los fenómenos y modelos actuales y, el desarrollo de habilidades científicas y tecnológicas. Además, es una metodología que puede resultar muy motivadora ya que es un proceso que de manera informal se practica para dar respuesta a la curiosidad, lo que permite poner en valor este proceso de indagación científica por ser un proceso natural de aprendizaje (Bybee y Ruiz, 2016).

Para abordar los contenidos de ecología y trabajo científico del curso de 4º ESO de la asignatura de biología y geología se ha elegido la metodología basada en la indagación. Se trata de una metodología que permite trabajar y relacionar diferentes

conceptos haciendo que el alumno entienda la globalidad de los procesos que tienen lugar en el medio ambiente y además permite acercar la labor investigadora al estudiante. A través de diferentes actividades, se pondrá en práctica el método científico. Además, es importante recordar que es el último curso de educación secundaria obligatoria y es importante que los alumnos se hayan enfrentado y sepan manejar ciertos contenidos y procesos científicos que sienten la base para los estudios posteriores.

Para concluir, este trabajo se estructura en 9 epígrafes. En el epígrafe 1 se incluye una pequeña introducción que aborda la problemática de la desmotivación del alumnado adolescente por las ciencias, y cómo la didáctica de las ciencias propone ciertas metodologías para mejorar el proceso de enseñanza-aprendizaje. En el epígrafe 2 se recogen los objetivos. El tercer epígrafe está dedicado al marco teórico, en él se incluye una pequeña revisión de la nueva ley, una revisión a aspectos generales del aprendizaje competencial, de la motivación y la evaluación y, por último, se hace un repaso a la metodología de aprendizaje basada en la indagación, la cual se utilizará como metodología principal para el desarrollo de la propuesta didáctica recogida en el epígrafe 5. Para finalizar, en el epígrafe 6 se recogen las principales conclusiones, en el 7 las limitaciones y prospectivas y, por último, el epígrafe 8 recoge la bibliografía y el 9 los anexos, que permite ampliar los contenidos del trabajo.

## **2. OBJETIVOS**

---

### **2.1 OBJETIVO GENERAL**

El objetivo general del presente Trabajo de Fin de Máster es desarrollar una propuesta de intervención para los alumnos de 4ª ESO de la asignatura de Biología y Geología a través de la metodología basada en la indagación (ECBI) que permita aumentar la competencia indagadora, así como la curiosidad y la motivación del educando por las ciencias.

### **2.2 OBJETIVOS ESPECÍFICOS**

Los objetivos específicos que se pretende alcanzar con este trabajo son los siguientes:

1. Revisar algunos de los cambios que introduce la nueva ley, que puedan ser interesantes considerar para el desarrollo de una propuesta práctica.
2. Identificar la problemática asociada al aprendizaje de los conceptos redes tróficas, poblaciones, biodiversidad, contaminación, entre otros.
3. Indagar en el pensamiento de los adolescentes, para construir una propuesta que fomente la motivación y el aprendizaje significativo de los mismos.
4. Investigar acerca de la metodología de indagación, analizando sus ventajas, inconvenientes y su aplicación en el aula de 4º de ESO de la asignatura de biología y geología.
5. Diseñar una propuesta de intervención basada en la metodología de aprendizaje por indagación de los bloques 3 y 4 para los alumnos de biología y geología de 4ºESO.

## 3. MARCO TEÓRICO

---

### 3.1 LA REFORMA DEL CURRÍCULO EN EL MARCO DE LA LOMLOE

El pasado 30 de diciembre de 2020, se publicó en el Boletín Oficial del Estado la Ley Orgánica 2/2020, de 29 de diciembre (LOMLOE), por la que se justifica la Ley Orgánica 2/2006, de 3 de mayo, de Educación (LOE), tras la cual queda derogada la Ley Orgánica 8/2013, de 9 de diciembre, para la mejora de la calidad educativa (LOMCE).

Esta ley supone la revisión de algunas medidas presentes en la LOE, que permita acomodarlas a los objetivos fijados por la Unión Europea y la UNESCO para la década 2020/2030. Sin bien, el objetivo de éste trabajo, no es la revisión de las novedades que se incluyen en esta nueva ley, si se tratará aquellas modificaciones que tienen que ver con el enfoque pedagógico que se propone para el desarrollo del currículo y aspectos que desde las asignaturas de biología y geología pueda ser más fácilmente abordados (Ministerio de educación y formación profesional, 2020).

En primer lugar, y de acuerdo a lo establecido en la Agenda 2030, la LOMLOE reconoce la importancia de fomentar una educación para el desarrollo sostenible y la ciudadanía mundial a través de planes y programas educativos en la enseñanza obligatoria. Dado que el sistema educativo no puede ser ajeno a los desafíos del cambio climático, la reciente ley educativa un llamamiento a los centros educativos para que se promueva una cultura de sostenibilidad ambiental.

En segundo lugar, se manifiesta la necesidad de priorizar el modelo de enseñanza competencial que permita el ajuste del currículo a las necesidades de una sociedad cambiante, y, por tanto, otorgue a los alumnos la capacidad de responder a futuros escenarios desconocidos y favorecer su inclusión. Aunque el próximo currículo está todavía en desarrollo, como novedad, la LOMLOE deja margen de maniobra y autonomía a los centros para que puedan ajustar el currículo al perfil del alumnado.

En tercer lugar, la evaluación de los aprendizajes será continuo, formativo e integrador, y deberá atender a la consecución de los objetivos, el grado de adquisición de las competencias establecidas y a la valoración de las medidas que favorezcan el

progreso del alumno o alumna. Con respecto a las competencias, los alumnos de segundo curso de educación secundaria obligatoria realizarán una evaluación diagnóstica de las competencias adquiridas con carácter informativo, formativo y orientador, que permita al equipo docente tomar cuantas medidas sean necesarias.

Estos tres aspectos extraídos de la nueva ley educativa han sido los pilares en los que se fundamenta la propuesta de intervención propuesta. Por un lado, se promueve una culturización en sostenibilidad a través del análisis pormenorizado de algunos de los mayores retos medioambientales a los que se enfrenta la sociedad, a través de la integración de contenidos, enfrentando al alumno a nuevos desafíos y promoviendo procesos de aprendizaje autónomos que son claves en el desarrollo de las competencias. Además, se ha diseñado una propuesta de evaluación que permita a los alumnos regular su aprendizaje, detectando sus debilidades y fortalezas, y asumir nuevas responsabilidades a lo largo del proceso de aprendizaje.

### **3.2 DESAFÍOS EN EL APRENDIZAJE DE LA ECOLOGÍA Y LA INVESTIGACIÓN**

El dominio de las ciencias, y en particular de la biología y geología no se identifica con un saber de conceptos y modelos, sino que requiere una inversión científica, lo que conlleva pequeñas investigaciones o indagaciones (Jiménez, 2000, p.179). Los malos resultados en PISA (2018) en la alfabetización científica de los alumnos españoles hace necesario un cambio metodológico que permita superar la barrera del aprendizaje de contenidos, y centrar su esfuerzo en el desarrollo de las competencias (Napal y Zudaire, 2019, p.99).

Los problemas de aprendizaje de la biología y geología no han generado una literatura tan extensa, como los de física. Esto puede ser debido a que en gran medida los resultados del aprendizaje de la biología son aceptables y sigue despertando interés al alumnado (Jiménez, 2003). La biología contiene muchos conceptos como ser vivo, animal o célula que no requieren un cambio conceptual profundo, sino más bien una diferenciación, extensión o ampliación de las ideas previas. En ecología, los contenidos que presentan mayor dificultad en el aprendizaje son:

- Conceptos: ecosistema restringido a seres vivos, percepción lineal de las relaciones (cadenas, no redes); concepción estática.

- Procedimientos: dificultades en la interpretación de redes alimentarias; en la escala de tiempo, en atribución causa.
- Actitudes: “problema ambiental” restringido a contaminación, escasa atención a recursos, sobre todo abióticos; dificultades para aceptar la propia responsabilidad personal.

En la actualidad, la ecología recibe una gran atención por parte de los medios de comunicación, muchos de los conceptos son utilizados de manera distorsionada y es frecuente que los alumnos tengan ideas previas al respecto. Además, se trata de una temática fuertemente politizada, por lo que las ideas previas pueden estar fuertemente condicionadas por esto.

Según Jiménez (2003) Algunos de los términos ecológicos que presentan mayor complejidad son las redes alimentarias; es decir, identificar los niveles alimentarios, crear conexiones entre ellos, reconocer estas conexiones como conexiones ramificadas (redes) y comprender que estas relaciones se establecen entre poblaciones y no individuos. Otro de los aspectos a prestar atención es el pluralismo causal, es decir, que los efectos pueden ser provocados por distintos factores. Por ejemplo, la disminución alarmante de anfibios en el mundo producida por la contaminación, hongo quitridio, etc. Otra de las cuestiones tiene que ver con la dificultad en términos de poblaciones, (Barberá y Valdés, 1996), que interfiere en el aprendizaje de la evolución y la diversidad.

Los contenidos actitudinales cobran especial relevancia cuando se trabaja la educación ambiental, la sostenibilidad, en definitiva, el desequilibrio provocado por el impacto humano. Jiménez, Pereiro y Aznar (1998) consideran fundamental introducir los valores ambientales y comportamientos coherentes a través de conocimientos y no por meras opiniones.

### **3.3 LA MOTIVACIÓN ASPECTO CLAVE EN LOS ENFOQUES DE ENSEÑANZA Y**

#### **APRENDIZAJE**

“Un enfoque de aprendizaje es la ruta preferente que sigue un individuo en el momento de enfrentar una demanda académica en el ámbito educativo; esta mediado por la motivación del sujeto que aprende y por las estrategias usadas” (Soler, Cárdenas, Hernández, 2018, p.994). Es decir, no solo influye la naturaleza de la tarea académica, sino las características individuales y el contexto donde se da el proceso.

Según los autores Soler Contreras y Romero Vanegas (2014) las variables motivación y estrategia van a determinar el tipo de enfoque de aprendizaje, definido como superficial cuando la motivación es extrínseca. La estrategia asociada incluye actividades cognitivas de orden inferior o enfoque de aprendizaje profundo cuando la motivación es intrínseca y las estrategias cognitivas son de orden superior.

Biggs (2005, p.32) considero estos dos tipos de enfoque y definió que ambos enfoques podrían entrar en lo que el llamo círculos viciosos. El círculo vicioso del enfoque superficial parte de una motivación extrínseca donde el estudiante ve el aprendizaje escolar como un acto que le permite esquivar problemas y se limita a evitar el fracaso sin esforzarse demasiado, a través de un aprendizaje memorístico, generando estrategias de bajo nivel cognitivo (Soler, Cárdenas, Hernández, 2018, p.996). Además, “a menudo los enfoques de enseñanza y evaluación promueven este tipo de enfoque porque no están alineados con respecto a las metas de la enseñanza” (Biggs, 2005, p.32). Cuando esto sucede, se convierte en un ciclo vicioso que explica al menos parcialmente la actitud pasiva y de apatía que en muchos estudiantes exhiben ante las clases de biología y geología.

Por otro lado, “el enfoque profundo se deriva de la necesidad de abordar la tarea de forma adecuada y significativa, de manera que el estudiante trate de utilizar las actividades cognitivas más apropiadas para desarrollarla” (Biggs,2005 p.35). Esto supone que los estudiantes ven el aprendizaje como un reto que les produce mayor satisfacción y le lleva a generar una motivación intrínseca que genera estrategias de alto grado cognitivo, las cuales, a su vez, afianzan aún más este tipo de motivación intrínseca. “Sin duda esto propiciará el desarrollo de competencias interpretativas,

argumentativas y propositivas que le permite a quien posee esos conocimientos indagar, explicar fenómenos y hacer un uso comprensivo de los contenidos científicos,” (Soler, Cárdenas, Hernández, 2018, p.999). Esto es lo esperado de la alfabetización científica a nivel de formación secundaria.

No obstante, diversas investigaciones indican que los enfoques de enseñanza son influenciados por la naturaleza de la propia asignatura, el contexto, así como las características individuales del profesor y de los alumnos.

La elección de un enfoque de enseñanza parte de la intención del profesor, puede partir de la transmisión de información hacia el cambio conceptual. El extremo más reduccionista ha sido característico de la educación tradicional y conlleva una estrategia centrada en el profesor, mientras que el cambio conceptual tiene un corte más de tipo constructivista que implica una estrategia centrada en el estudiante. Esto genera dos enfoques de enseñanza diferenciados (Soler, Cárdenas, Hernández, 2018, p.1000).

Al igual que sucedía con los enfoques de aprendizaje, los enfoques de enseñanza también pueden entrar en círculo vicioso. En el caso de las estrategias de enseñanza centradas en el estudiante se habla de círculo vicioso, debido a que los profesores ven la necesidad de trasladar el protagonismo en el aula paulatinamente al estudiante, de modo que les genere autonomía en sus actividades de aprendizaje. Esto provoca una actitud crítica que los lleve involucrarse en proyectos de investigación en el aula y a la innovación en sus estrategias de aprendizaje, adquiriendo mayor compromiso con su aprendizaje (Soler, Cárdenas, Hernández, 2018, p.1004).

## **3.4 LA ENSEÑANZA DE LAS CIENCIAS POR INDAGACIÓN**

### **3.4.1 Antecedentes y concepto del aprendizaje por indagación**

Desde las teorías pedagógicas propuestas en el siglo XVIII por Rousseau, pasando por los grandes defensores del constructivismo como Piaget y Vigosky, los expertos en educación han constatado que la curiosidad, la imaginación, la necesidad de experimentar, la construcción del conocimiento a través de las interacciones sociales y la indagación desempeñan un papel fundamental en el aprendizaje de los niños. (Everaert, Harlen, Bruce, Bybe, y Odonell, 2016.p.22).

El enfoque indagativo, denominado modelo de descubrimiento orientado fue una constante educativa en los años 60 y 70, que inspiró muchos de los proyectos curriculares de esa época en los Estados Unidos (Pedrinacci, 2012). Este método educativo planteó por primera vez el aprendizaje mediante una actividad de investigación por grupos con la ayuda del profesor (Fraile y Zudaire, 2019).

La enseñanza basada en la indagación tiene un carácter multifacético, que engloba actividades propias de la ciencia, que suponen realizar observaciones directas de fenómenos de interés, formular preguntas orientadas que pueden resolverse mediante acciones o investigaciones del fenómeno en cuestión (Dyasi, Hubert, 2014, p.10).

Por tanto, se puede concluir que el modelo de indagación es un modelo de tipo constructivista, donde cada estudiante trabaja a su propio ritmo y capacidades hacia un desarrollo de habilidades cognitivas, sociales y personales junto con una comprensión cada vez más rica del medio que le rodea (ECBI Chile, 2021). El objetivo es “construir conocimiento conceptual escolar mediante un proceso hipotético-deductivo y que usa la experimentación como contraste de las hipótesis y, en muchos casos, como forma de crear conflictos conceptuales con las ideas previas de los estudiantes” (Pedrinacci,2012, p.129). A pesar de que en gran parte de la bibliografía se describe como un “proceso de enseñanza-aprendizaje lineal, las actividades relacionadas con la indagación científica, la concepción de ideas científicas y conceptos y procesos unificadores, constituyen una unidad dinámica, que se construye uno sobre otro de forma simbiótica” (Dyasi, 2014, p.10)

Además, “la indagación puede plantearse como objetivo de aprendizaje (aprender a hacer ciencia y aprender sobre ciencia) o como modelo didáctico (aprender ciencia por medio de la indagación)” (Ferrés, Marbà y Santamartí., 2014). El presente trabajo plantea la indagación como modelo didáctico, pero además también se plantea como un objetivo de aprendizaje, ya que así se recoge en el bloque 4 del currículo.

### **3.4.2 El aprendizaje colaborativo y significativo en la indagación**

Los resultados de un meta análisis realizado a 17000 adolescentes con edades comprendidas entre los 12 y los 15 años en 2008 demostró que el rendimiento académico y las relaciones satisfactorias entre compañeros dependían del trabajo cooperativo en el aula, y no del competitivo o del individualista (Roseth, et al, 2008).

El aprendizaje colaborativo asegura la construcción social del aprendizaje organizando a los alumnos en grupos de trabajo. Para ello, el docente debe generar un ambiente en el que los estudiantes no sólo se distribuyan las tareas, sino que desarrollen la corresponsabilidad en el cumplimiento de los objetivos (Everaert, 2016, p.17). El trabajo en grupo, además permite desarrollar competencias sociales a través de la exposición de las ideas, el diálogo y la toma de decisiones en grupo, que conlleva el respeto a las ideas de otros y la tolerancia. Este trabajo grupal permite por otro lado aumentar la creatividad, el desarrollo cognitivo social y una mayor calidad en el razonamiento (Johnson y Johnson, 1999 citado en Mora Muñoz, 2010)

Teniendo esto presente, varios autores han afirmado que la integración de perspectivas socioconstructivistas del aprendizaje con la enseñanza usando actividades científicas o vivenciales mejora y/o favorece la construcción del conocimiento a través de la indagación (Lave, 1998; Rogoff, 1994; Solomon, 1998; Vygotsky, 1978; Wood, Cobb y Yackel, 1992, citados en Crowdord, 2000).

Otro de los fundamentos psico pedagógicos en los que se fundamenta el aprendizaje por indagación es en el papel de las ideas previas y el aprendizaje significativo. Uno de los principios básicos de la visión constructivista es la detección de las ideas previas por parte del profesor. Este hecho tiene fuertes implicaciones, ya que, de acuerdo con Resnik (1983) el aprendizaje se forma tratando de relacionar la nueva

información con aquellas que ya está establecida, de manera, que conceptos que sean incapaces de relacionar pueden provocar el desplazamiento de aquellos ya aprendidos. En este sentido la pedagogía indagatoria tratar de profundizar sobre esas ideas previas, a partir de la cuáles, los alumnos han formulado una pregunta y establecido una hipótesis. Este proceso puede generar procesos de deconstrucción/reconstrucción, es decir, debe fomentar el cuestionamiento de las ideas previas por parte del alumno a través de la contrastación.

El proceso continuo de relacionar nueva información y adquirir nuevas relaciones con otros conceptos, es lo que Ausubel denominó diferenciación progresiva, en donde los significados iniciales difieren de los finales a medida que se avanza en la comprensión de los contenidos. La metodología indagatoria permite transitar por las diferentes percepciones conceptuales permitiendo al alumno establecer una mejora en la calidad del aprendizaje logrado y, por tanto, un aprendizaje significativo. (Everaert, 2016, p.16)

### **3.4.3 Fases de la indagación**

Aunque un enfoque indagativo no tiene por qué limitarse al diseño de actividades investigativas en una secuencia didáctica. De hecho, son múltiples los modelos de secuencias y actividades indagatorias que se encuentran, todas ellas válidas para aplicar en el aula. Sin embargo, son necesarios ciertas pautas que definan esta metodología. En este sentido, el informe de la Comisión Europea *Science Education for Responsible Citizenship* (Expert Group on Science Education, 2015) recogió cuatro características que una metodología de enseñanza basada en la indagación debe desarrollar:

- Actividades de aprendizaje reales y basadas en problemas en los que puede que no haya una única respuesta correcta.
- Procedimientos experimentales, experimentos y actividades “prácticas”, incluida la búsqueda de información.
- Secuencias autorreguladas en las que se enfatiza la autonomía del estudiante.
- Una argumentación discursiva y comunicación entre pares.

Otros autores muy relevantes en la investigación de ésta metodología como es Harlen (2017, p.33), propone

“que el profesor emplee preguntas para que los alumnos expresen sus ideas, favorezca la colaboración y el trabajo en equipo, proporcione objetivos claros a los alumnos, provea de retroalimentación formativa, utilice información sobre el proceso de aprendizaje que está teniendo lugar para adaptar su método de enseñanza, ayude a los estudiantes a evaluar su propio progreso, proporcione el tiempo suficiente para la reflexión del aprendizaje”.

Por otro lado, hay que tener en cuenta que la puesta en práctica de las secuencias de indagación dependerá ampliamente del contexto donde se desarrolle y de la experiencia tanto del docente como del alumnado (Napal y Zudaire, 2019, p.118). En este sentido, algunos autores hacen distinción según el grado de participación del alumnado y profesorado, siendo *indagación estructurada* aquella en la que el profesor aporta al alumno el problema, el método para solucionarlo y los materiales, pero no la solución, *indagación guiada* aquella en la que el alumno tiene que buscar un método para resolver un problema propuesto y la *indagación abierta* la que el alumno es completamente autónomo y pueden plantear su propia pregunta de investigación (Martín-Hansen, 2002, p.15).

Debido a la gran variabilidad encontrada en cuanto a los modelos y secuencias para desarrollar esta metodología y con el objetivo de simplificarlo, a continuación, se exponen, los pasos o fases de esta metodología, que como antes se indica no debe ser obligatoriamente lineal.

Para el desarrollo de la propuesta de intervención basada en una práctica de aprendizaje por indagación se contemplan las siguientes fases o elementos a desarrollar:

**a) Motivación o focalización de los estudiantes enfrentándolos a una nueva experiencia, problema o pregunta.**

El objetivo de esta primera fase es capturar la atención y el interés del estudiante. Para ello, se puede presentar un fenómeno, pregunta o situación que al estudiante le resulte extraño y que le produzca curiosidad acerca de la explicación (Bybee, 2016, p.53). De esta manera, los estudiantes describen y clarifican sus ideas acerca de esa cuestión presentada por el profesor. Esto es realizado con frecuencia a través de una discusión, donde los estudiantes comparten lo que saben acerca del tópico y lo que

les gustaría profundizar. Para el profesor es un buen momento para darse cuenta de las ideas previas que tienen los alumnos sobre el tema, y a su vez considerarlas en la planificación de la propuesta didáctica. Junto a lo anterior esta fase sirve para generar interés, curiosidad, y promover en los niños que se vayan generando sus propias preguntas” (ECBI Chile, 2021).

### **b) Hacer predicciones y formular hipótesis**

Puede resultar una de las fases más complejas para los alumnos (Fraile y Zudaire, 2019, p.114). Para facilitar este proceso, se trabajará con ideas científicas clave ya que proporcionan una herramienta clave para entender o investigar ideas más complejas. Además, éstas ideas se relacionan con intereses y experiencias de la vida de los estudiantes, y pueden desarrollarse con mayor o menor sofisticación en función del grado o nivel de profundidad que se quiera (NRC,2012, p.31). Es recomendable que las hipótesis planteadas por los alumnos estén presentes en todo el proceso de indagación.

### **c) Planificación y ejecución de la experimentación o exploración**

Una de las habilidades que queremos que los estudiantes adquieran es la capacidad de explorar el mundo de manera efectiva modificando una variable, manteniendo el resto sin modificar. Esta estrategia no solo es una herramienta muy poderosa para descubrir el mundo que le rodea sino para resolver problemas que tendrá que enfrentar a nivel laboral o en la vida cotidiana (Alberts, 2016, p.39). Durante esta fase, los alumnos trabajan con materiales concretos o información específica de forma muy concentrada con el afán de buscar una respuesta a su pregunta y así entender el fenómeno. Es muy importante que los estudiantes tengan el tiempo adecuado para completar su trabajo y repetir sus procedimientos si es necesario. Un aspecto fundamental para el aprendizaje es el trabajo en grupo, donde los estudiantes tendrán la oportunidad de discutir ideas con sus compañeros (ECBI Chile, 2021). El profesor proveerá los materiales y equipos necesarios y deberá corregir los conceptos erróneos. Después debe permanecer al margen observando y escuchando a sus

alumnos, y guiando conforme van reconstruyendo conceptos y desarrollando habilidades (Bybee, 2016, p.54).

#### **d) Recogida e interpretación de los datos o reflexión.**

Durante esta fase, los estudiantes comunican sus ideas, explican sus procedimientos y este momento ayuda a consolidar los aprendizajes. Al igual que es otras fases, el profesor debe guiar a los estudiantes mientras ellos trabajan en la síntesis de sus pensamientos e interpretación de sus resultados.

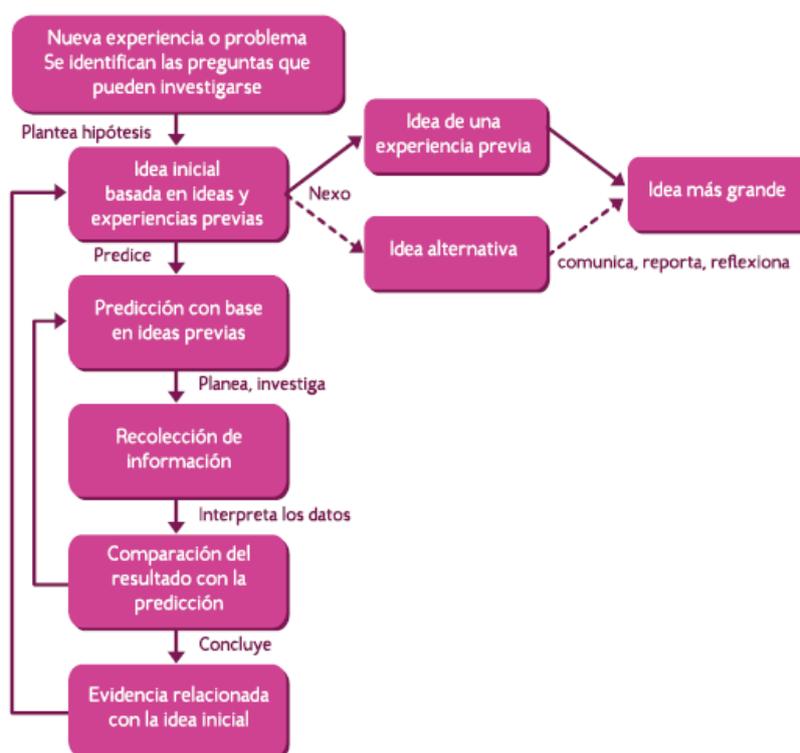
El registro de los datos y su interpretación permiten al estudiante clarificar y estructurar el conocimiento, así como detectar errores y aspectos que han quedado inconclusos” (Harlen, 2015).

#### **e) Conclusiones y comunicación**

Es interesante que los alumnos a partir de sus datos sean capaces de analizar sus resultados y establecer conclusiones. De manera que les permita analizar la hipótesis previa y los pasos que han seguido para obtener los resultados. Igualmente, es importante que sean capaces de transmitir su trabajo y experiencia a través de exposiciones orales y por escrito. Por último, se les ofrece la oportunidad de usar lo que han aprendido en nuevos contextos y en situaciones de vida real.

A modo de simplificación se muestra un modelo de aprendizaje por medio de la indagación científica (Figura 1) propuesto por Harlen (2016, p.26). Este modelo incluye la presentación o la aparición de una experiencia, problema o situación que lleva a los alumnos a hacerse una pregunta y plantear una hipótesis. Estas ideas iniciales estarán basadas en experiencias previas o ideas alternativas que les llevarán a plantear una investigación a través de la cual obtener información que permita comparar los resultados con esas ideas previas y obtener conclusiones.

**Figura 1.** Modelo de aprendizaje por medio de la indagación



Repetir el ciclo, representado en la figura 1, conforme surgen nuevas preguntas suscitadas por la experiencia, amplía gradualmente las ideas emergentes, llevándolas a que apliquen a una gran cantidad de objetos y situaciones distintos (Harlen, 2017, p.26).

#### **3.4.4 Ventajas de las prácticas del aprendizaje por indagación**

El valor de la indagación va más allá de encontrar una respuesta a una situación o pregunta en particular. Harlen (2017) determina que, a nivel educativo, la indagación permite entender las grandes ideas que aplican más allá del conocimiento o del fenómeno que se estudie, permite desarrollar habilidades y competencias relacionadas con la búsqueda de información y tratamiento de los datos, utilizar la evidencia y mejorar la disposición al aprendizaje a través de la formulación de preguntas, el trabajo colaborativo y estar abiertos a nuevas experiencias futuras (p.27).

Además de las ya expuestas, el enfoque pedagógico basado en la indagación tiene las siguientes ventajas:

- Modelo de aproximación socio-constructivista. Se enfatiza la reflexión basada en la evidencia, se generan condiciones de análisis de información, provoca una profundización y un aprendizaje significativo.
- El trabajo es colaborativo enfatizando un aprendizaje de todos. El trabajo colaborativo o cooperativo promueve el desarrollo de competencias interpersonales, como el apoyo mutuo, el logro de metas, el respeto y el diálogo.
- La evaluación es formativa. Los alumnos podrán progresivamente desarrollar y profundizar en su aprendizaje, teniendo la retroalimentación y la orientación continua del docente.
- Es flexible. La indagación puede ser más o menos guiada, permite una modificación de las fases, un trabajo más individualista o cooperativista. Además, permite trabajar con otras metodologías como el aprendizaje basado en proyecto, la gamificación, la introducción de las TIC, incluso flipped classroom.
- Permite desarrollar proyectos multidisciplinarios, como la metodología STEM o STEAM. Disponer una trayectoria en el uso de esta metodología puede facilitar la integración de contenidos de otras asignaturas, así como la gestión de los proyectos.

### **3.4.5 Limitaciones prácticas del aprendizaje por indagación**

La historia de la ciencia muestra que la utilización de la metodología científica permite desarrollar conocimientos que explican y prevén satisfactoriamente un número extenso de fenómenos físicos-naturales (Bunge, 1981). Pero, aunque existe un amplio consenso en reconocer a la investigación como objeto de aprendizaje imprescindible en la enseñanza de las ciencias, la investigación como método didáctico para el aprendizaje del conocimiento no ha gozado del mismo grado de consenso (Viennot, 2011). Hasta hace pocos años las afirmaciones acerca de la efectividad de la Enseñanza Basada en la Indagación no siempre han estado acompañadas por evidencia ni argumentos convincentes, por lo que ha sido y es blanco de críticas. (Harlen, 2017, p.22).

Entre las razones por las cuales su efectividad ha sido cuestionada, está la falta de propuestas que han sido llevadas al aula (Everart et al., 2016, p.24). Por tanto, resulta

difícil realizar una evaluación de los resultados, y éstos son altamente dependientes del contexto y del tipo de actividad. Todo esto hace muy difícil evaluar con rigor su eficacia (Engeln et al., 2013).

Para el profesorado, una de las mayores limitaciones es la falta de tiempo debido a la sobresaturación del currículo Montero-Pau y Tuzón, (2017). Además, la falta de experiencia, de preparación pedagógica y científica que dificulta el desarrollo de esta metodología. La evaluación también presenta dificultades debido a su dificultad de realizarla de manera estandarizada (Ferrés, Marbà y Santamartí, 2015).

Por otro lado, al tratarse de una metodología activa centrada en el alumno, las dificultades no solo se presentan para el profesor, sino que también las padece el alumno. Uno de los inconvenientes más evidente es la falta de autonomía en el aprendizaje que durante numerosos años se ha podido forjar a lo largo de numerosas sesiones magistrales. Esto posiciona al alumno en una situación de dependencia continua a las indicaciones del profesor. El grado de apertura de una investigación influirá en la dificultad de la misma (Caamaño, 2012, p.138). Gott y Dugan (1995) caracterizaron los tipos de investigaciones según el grado de dificultad en función del número de variables que se pretendan estudiar, así, las investigaciones de una única variable eran las más sencillas y a medida que aumentaban el número de variables aumentaba su complejidad.

Otra de las dificultades que puede ser frecuente es la incapacidad de los alumnos para trabajar en equipo. Esto puede deberse a una mala relación del grupo o una falta de socialización. Para minimizar los problemas del trabajo en equipo, son recomendables las dinámicas grupales al inicio de curso que posibiliten una cohesión de grupo y facilite el desarrollo posterior de tareas de otra índole.

No obstante, y debido a que es una metodología abierta y receptiva a la creatividad y al ingenio permite que sea el alumno quién autorregule su conocimiento permitiendo adaptarse a las individualidades y a los ritmos de cada uno de ellos.

### **3.4.6 Evaluación del aprendizaje por indagación**

En la evaluación del proceso de indagación, la evaluación formativa es esencial ya que a lo largo del proceso indagatorio el alumno ha de reflexionar sobre su proceso y

confirmar su propio conocimiento antes de continuar con el siguiente. El profesor, a su vez, debe desarrollar habilidades docentes en la evaluación formativa que permita elaborar materiales para la evaluación, así como en la observación, de manera, que le permitan guiar al alumno a través de la retroalimentación o ajustar los planes cuando sean necesarios (Harlen, 2015, p.33). Para una correcta evaluación formativa, los alumnos han de conocer cuáles son los objetivos, así como los estándares evaluables.

La evaluación formativa tiene una relevancia especial en el desarrollo de este tipo de metodología, por ese motivo, es importante desarrollar un instrumento de evaluación formativo que facilite esta labor. Las acciones que pueden ayudar al profesorado a elaborar un instrumento de este tipo son las siguientes:

- Antes de la clase es necesario la elaboración de un instrumento de evaluación que se focalice en habilidades de planificación e implementación, así como adaptar las tareas a los alumnos y al contexto del aula.
- Al inicio de la unidad didáctica, es importante aclarar los criterios de evaluación, particularmente aquellos relacionados con la planificación y la implementación.
- Al finalizar la unidad didáctica, la evaluación formativa ayuda a los estudiantes a identificar sus percepciones en relación al proceso de evaluación (en caso de clarificar información relevante es recomendable tener una reunión).

No obstante, al igual que en otras metodologías, la evaluación diagnóstica es interesante, ya que nos aportará información sobre el nivel de desarrollo de la competencia indagadora al inicio, lo que facilitará la adecuación inicial de las actividades al grado de desarrollo.

Finalmente, la evaluación sumativa, aunque de menor valor didáctico, es prácticamente inevitable, debido a los requisitos y procedimientos establecidos a nivel legislativo. De entre sus usos destaca el seguimiento de los avances del alumno, la agrupación de alumnos, el proceso de información a padres y madres, decisiones sobre programas de estudio, certificaciones, etc. (Harlen, 2015).

## **4. PROPUESTA DE INTERVENCIÓN**

---

En la actualidad se puede encontrar numerosos laboratorios virtuales que facilitan la implantación de la metodología basada en la indagación. En los tiempos que corren debido a la pandemia pueden resultar especialmente útiles para que los alumnos trabajen esta metodología desde sus casas. Sin embargo, son todavía pocas las plataformas que ofrecen de manera gratuita estos laboratorios virtuales en castellano, lo que complica su uso cotidiano. Además, teniendo en cuenta que no todos los alumnos o centros cuentan con dispositivos electrónicos y conexión a internet, se ha evitado el uso de estos para la propuesta de intervención.

La siguiente propuesta de intervención recogerá los contenidos de dos de los bloques presente en el currículo para la asignatura de biología y geología de 4º ESO. A continuación, se presenta la información referida al marco legislativo, la contextualización de los alumnos, así como los contenidos, los criterios de evaluación y las competencias clave que se van a trabajar en la unidad didáctica. Posteriormente, se presenta la temporalización, el hilo conductor y la secuencia de actividades propuestas. Finalmente se explica cómo se realiza la evaluación y la atención a la diversidad.

### **4.1 MARCO LEGISLATIVO**

La propuesta didáctica se realizará con los contenidos del currículo regulado por el RD 1105/2014, de 26 de diciembre, por lo que se establece el currículo básico de la Educación Secundaria Obligatoria y del Bachillerato que son iguales a los establecidos por la Orden EDU/362/2015, de 4 de mayo, por la que se establece el currículo y se regula la implantación, evaluación y desarrollo de la educación secundaria obligatoria en la Comunidad de Castilla y León.

Además, se ha tenido en cuenta que la nueva regulación indica que desaparecerán los estándares de aprendizaje en el nuevo currículo, por ello se ha optado por no contemplarlos y realizar una intervención más flexible y adaptada a las necesidades de los alumnos.

En concreto, los contenidos elegidos para el desarrollo de la presente propuesta se corresponden con el bloque 3 (ecología y medio ambiente) y bloque 4 (proyecto de investigación) de la Orden EDU/362/2015, de 4 de mayo, por la que se establece el currículo y se regula la implantación, evaluación y desarrollo de la educación secundaria obligatoria en la Comunidad de Castilla y León.

## **4.2 CONTEXTUALIZACIÓN**

Para el desarrollo de la presente propuesta se ha tomado como muestra un instituto de educación secundaria y bachillerato castellano leonés. Se trata de una localidad de 3000 habitantes aproximadamente, cabecera de una amplia comarca agrícola y ganadera, con unos índices socio-económicos que indican una evolución positiva, como se ve reflejado en un incremento de la renta per cápita y en el incremento de construcciones tipo chalet. Las familias de los alumnos son de clase media baja. El 30% se dedica a la agricultura y/o ganadería, el 60% al sector servicios con trabajos muy variados, y un 10% son familias sin trabajo, trabajos intermitentes o pertenecientes a otros sectores. Tanto familias como alumnos son conscientes de las limitaciones a nivel laboral y económico de la zona. Esto supone que la motivación de los alumnos por los estudios universitarios es bastante alta por lo que la tasa de abandono es bastante baja en comparación con otros centros. La mayor parte de los alumnos quiere realizar estudios universitarios y no se espera que ninguno de ellos vaya a repetir.

El curso de 4º ESO está dividido en dos clases, el aula de los alumnos que cursa Biología y Geología está compuesto por 16 alumnos, de los cuáles 9 son mujeres y 7 son hombres. Las edades de estos alumnos están entre los 14-15 años y dos alumnos repetidores de 15-16 años. Esta ratio de alumnos por aula suele ser bastante representativo de zonas rurales, donde la natalidad es cada vez más baja.

Ninguno de los alumnos presenta disfuncionalidad que requiera alguna adaptación curricular, pero si se observa una gran variabilidad de tipología en el aprendizaje.

Aunque en general, el nivel académico de todos ellos es aceptable, hay que tener en cuenta las dificultades por las que puedan estar pasando los alumnos debido a los cambios hormonales que tanto afectan durante la etapa adolescente, así como otros

problemas que puedan suceder en el grupo de amigos, familia, etc. Es también una edad en dónde los alumnos cuentan con más libertad para salir con los amigos y como consecuencia, tener acceso al consumo de sustancias ilegales o perjudiciales para su salud.

Los alumnos a los que se presenta la siguiente propuesta han realizado algún pequeño experimento puntual en el laboratorio, salidas y visitas guiadas a parques naturales cercanos y pequeños trabajos en grupo y cooperativos, así como uso de las TIC's, pero nunca han desarrollado una unidad didáctica utilizando la metodología de indagación.

Los conocimientos previos que puedan tener los alumnos sobre la temática que se va a trabajar va a depender en buen grado de sensibilización e interés que los alumnos muestren hacia la problemática del cambio climático y la protección del medio ambiente. Esta temática no se encuentra recogida en los currículos de 1ºESO y 3º ESO de manera específica, pero es una temática de impacto actual con una divulgación muy frecuente en medios de comunicación. Por otro lado, es un tema que tiene un componente político importante, y es por ello, las ideas que tengan los alumnos al respecto pueda estar influenciado por comentarios y/o conversaciones que hayan podido escuchar o tener en el hogar, así como la sensibilización de los padres y la educación por el respeto al medio ambiente.

## **4.3 OBJETIVOS**

### **4.3.1 Objetivos curriculares**

La enseñanza de Biología y Geología en esta etapa tendrá como finalidad el desarrollo de las siguientes capacidades:

1. Comprender y utilizar las estrategias y los conceptos básicos de la biología y la geología para interpretar los fenómenos naturales, así como para analizar y valorar las repercusiones de desarrollos científicos y sus aplicaciones.
2. Aplicar, en la resolución de problemas, estrategias coherentes con los procedimientos de las ciencias, tales como la discusión del interés de los problemas planteados, la formulación de hipótesis, la elaboración de estrategias de resolución y

de diseños experimentales, el análisis de resultados, la consideración de aplicaciones y repercusiones del estudio realizado y la búsqueda de coherencia global.

3. Comprender y expresar mensajes con contenido científico utilizando el lenguaje oral y escrito con propiedad, así como comunicar a otras personas argumentaciones y explicaciones en el ámbito de la ciencia.

4. Obtener información sobre temas científicos, utilizando distintas fuentes, incluidas las Tecnologías de la Información y la Comunicación (TIC), y emplearla, valorando su contenido, para fundamentar y orientar trabajos sobre temas científicos.

5. Adoptar actitudes críticas fundamentadas en el conocimiento para analizar, individualmente o en grupo, cuestiones científicas.

6. Comprender la importancia de utilizar los conocimientos de la biología y la geología para satisfacer las necesidades humanas y participar en la fundamental toma de decisiones en torno a problemas locales y globales a los que enfrentarse.

7. Conocer y valorar las interacciones de la ciencia con la sociedad y el medioambiente, con atención particular a los problemas a los que se enfrenta hoy la humanidad y la necesidad de búsqueda y aplicación de soluciones, sujetas al principio de precaución, para avanzar hacia un futuro sostenible.

#### **4.3.2 Objetivos didácticos**

O1. Reconocer la crisis ecológica mundial, los diferentes factores que intervienen y la conectividad y circularidad de los efectos.

O2. Discutir y desarrollar una visión crítica sobre nuestras acciones cotidianas.

O3. Distinguir la labor de un científico y operar como él, planteando preguntas, formulando hipótesis, experimentando y evaluando los resultados.

O4. Comprender y relacionar los conceptos ecológicos (ecosistema, nicho ecológico, factores limitantes, redes tróficas...) de manera que permitan establecer conexiones entre éstos para interpretar los efectos que en ellos se produce.

O5. Señalar las acciones y factores que influyen en mayor proporción en el desequilibrio ecológico.

O6. Identificar los factores bióticos y abióticos que existen en el ecosistema del río.

O7. Predecir el estado de la masa de agua del río Carrión a través de un pequeño examen mental de sus alrededores.

O8. Interpretar el estado de la corriente de agua mediante la examinación físicoquímica y a través de la captura de macroinvertebrados.

O9. Categorizar los macroinvertebrados según su familia para determinar la calidad de una masa.

O10. Establecer relaciones entre la actividad humana y la calidad del agua del río Carrión, así como las actuaciones individuales y colectivas para evitar su deterioro.

de las plantas.

O12. Relacionar el uso masivo de fertilizantes en los cultivos con problemas de eutrofización.

O13. Investigar las fuentes potenciales de contaminación de nuestros alrededores.

O14. Utilizar material de laboratorio en el análisis de diferentes muestras de agua, identificando los parámetros a analizar e interpretando los resultados obtenidos.

O15. Identificar los residuos que producimos, su tipología y cantidad.

O16. Identificar y aplicar medidas de reducción y minimización de residuos en nuestro consumo diario.

O17. Categorizar los residuos según su reutilización, reciclabilidad o potencial contaminante.

O18. Descubrir las opciones de reciclabilidad relacionados con los diferentes materiales y su incorporación al mercado de materias secundarias.

## 4.4 CONTENIDOS, CRITERIOS DE EVALUACIÓN Y COMPETENCIAS CLAVE

### 4.4.1 Contenidos

Los contenidos elegidos para el desarrollo de la presente propuesta se corresponden con el bloque 3 (ecología y medio ambiente) y bloque 4 (proyecto de investigación) de la Orden EDU/362/2015, de 4 de mayo, por la que se establece el currículo para la asignatura de Biología y Geología de 4º ESO. La elección de estos contenidos surge por la gran relevancia que actualmente presenta la Agenda 2030 para el Desarrollo Sostenible. En la tabla 1, se ven los contenidos tal y cómo se recogen en la Orden.

**Tabla 1.** *Contenidos curriculares de los bloques 3 y 4*

BLOQUE	CONTENIDOS
3	<ul style="list-style-type: none"><li>• Estructura de los ecosistemas.</li><li>• Componentes del ecosistema: comunidad y biotopo.</li><li>• Relaciones tróficas: cadenas y redes.</li><li>• Hábitat y nicho ecológico.</li><li>• Factores limitantes y adaptaciones.</li><li>• Límite de tolerancia.</li><li>• Autorregulación del ecosistema, de la población y de la comunidad.</li><li>• Dinámica del ecosistema.</li><li>• Ciclo de materia y flujo de energía.</li><li>• Pirámides ecológicas.</li><li>• Ciclos biogeoquímicos y sucesiones ecológicas.</li><li>• Impactos y valoración de las actividades humanas en los ecosistemas.</li><li>• La superpoblación y sus consecuencias: deforestación, sobreexplotación, incendios, etc.</li><li>• La actividad humana y el medio ambiente.</li><li>• Los recursos naturales y sus tipos.</li><li>• Consecuencias ambientales del consumo humano de energía.</li><li>• Los residuos y su gestión.</li><li>• Conocimiento de técnicas sencillas para conocer el grado de contaminación y depuración del medio ambiente.</li></ul>
4	<ul style="list-style-type: none"><li>• Proyecto de investigación</li></ul>

#### **4.4.2 Criterios de evaluación**

Los criterios de evaluación que han sido tenidos en cuenta para desarrollar las actividades y el examen teórico, y, por tanto, sean trabajados y aprendidos son los siguientes;

- C1. Categorizar a los factores ambientales y su influencia sobre los seres vivos.
- C2. Reconocer el concepto de factor limitante y límite de tolerancia.
- C3. Identificar las relaciones intra e interespecíficas como factores de regulación de los ecosistemas.
- C4. Explicar los conceptos de biotopo, población, comunidad, ecotono, cadenas y redes tróficas.
- C5. Comparar adaptaciones de los seres vivos a diferentes medios, mediante la utilización de ejemplos.
- C6. Expresar como se produce la transferencia de materia y energía a lo largo de una cadena o red trófica y deducir las consecuencias prácticas en la gestión sostenible de algunos recursos por parte del ser humano
- C7. Relacionar las pérdidas energéticas producidas en cada nivel trófico con el aprovechamiento de los recursos alimentarios del planeta desde un punto de vista sostenible.
- C8. Contrastar algunas actuaciones humanas sobre diferentes ecosistemas, valorar su influencia y argumentar las razones de ciertas actuaciones individuales y colectivas para evitar su deterioro.
- C9. Concretar distintos procesos de tratamiento de residuos.
- C10. Contrastar argumentos a favor de la recogida selectiva de residuos y su repercusión a nivel familiar y social.
- C11. Asociar la importancia que tienen para el desarrollo sostenible, la utilización de energías renovables.

### **4.4.3 Competencias clave**

Puesto que las competencias es un saber actuar complejo, el desarrollo de las mismas se apoya en indicadores de desarrollo que permite considerar esa complejidad sobre el grado de saber actuar y los recursos que han de movilizar.

Cómo en el resto de asignaturas, desde la asignatura de Biología y Geología se trabajarán las 8 competencias clave establecidas por el currículo, con especial incidencia sobre la científica. Con el objetivo de facilitar la evaluación de estas competencias clave se describen los indicadores de logro de cada una de las competencias.

Siguiendo el orden establecido por el currículo, se desarrollarán las siguientes competencias clave:

#### **Comunicación Lingüística (CL)**

Su importancia es vital, dado que un elevado nivel en el desempeño de la misma permite una mayor eficiencia a la hora de realizar búsquedas de información, elaborar texto, escribir y leer correctamente, formular ideas, establecer relaciones sociales o resolver conflictos entre otras muchas actividades. Para fomentar esta competencia se realizarán preguntas, lecturas y trabajos en grupo. La lectura será la destreza básica a partir de la cual se accede al resto de áreas, por lo que, el contacto con una amplia variedad de textos científicos en esta y en otras unidades didácticas resulta imprescindible.

*Indicadores:*

- Comprende el sentido global y específico de informaciones orales y escritas, y distingue el propósito de textos periodísticos, científicos y literarios.
- Se expresa con corrección, fluidez y orden utilizando un léxico variado y preciso en intervenciones y exposiciones de trabajos.
- Produce textos escritos con un léxico variado y científico y utiliza alguna estructura compleja.
- Redacta, resume y sintetiza textos científicos utilizando un léxico variado y preciso.

## **Competencia matemática y competencias básicas en ciencia y tecnología (CM)**

Ésta competencia promueve aspectos básicos y determinante en la vida de las personas como miembros de una sociedad fuertemente influenciada por el impacto de las matemáticas, ciencia y tecnología. En esta unidad didáctica, se desarrollarán únicamente aspectos referidos a la competencia científica. Con ella, se promueve un acercamiento del alumno al mundo físico y a su interacción con él. Además, se busca que el alumno se inicie en el pensamiento científico con el objetivo de que pueda comprender y resolver problemas actuales y reales. De esta manera, se logrará formar ciudadanos responsables, respetuosos y críticos con el mundo científico y tecnológico.

### *Indicadores:*

- Utiliza el pensamiento científico – técnico para explicar fenómenos de la naturaleza y el medio físico.
- Utiliza el método científico para la resolución de problemas o cuestiones; identificando el problema, formulando hipótesis, identificando las variables que afectan, planificando una investigación, recogiendo y procesando los datos y analizándolos para obtener un resultado o conclusiones.
- Analiza las manifestaciones de la intervención humana en el medio ambiente y del desarrollo tecnológico, valora críticamente sus consecuencias y propone posibles soluciones.

## **Competencia Digital (CD)**

La competencia digital cobra especial importancia con el auge de las TIC de las últimas décadas. No se encuentra ausente en el área de las ciencias naturales, sino que su presencia es especialmente significativa, dada la necesidad de la misma para la elaboración de trabajos, resolución de problemas, gestión de la información, establecimiento de redes sociales y coordinación entre compañeros de escuela y trabajo. En la presente unidad didáctica, el uso de la tecnología queda limitada a la búsqueda de información y tratamiento de datos cuando sea necesario.

*Indicadores:*

- Busca de manera autónoma información en diferentes fuentes y soportes.
- Utiliza herramientas informáticas de procesamiento de datos.
- Utiliza herramientas informáticas de documentos de texto y presentaciones.

### **Aprender a aprender (AA)**

Esta competencia, consistente en un buen conocimiento sobre el propio proceso de aprendizaje para poder sacar el máximo partido al mismo, es de gran importancia en todas las áreas del entorno educativo, ya que el principal objetivo de la educación debería ser crear individuos capaces de adquirir nuevos conocimientos y habilidades por sí solos. Una persona competente en este ámbito puede desarrollar estrategias de planificación que le ayuden a alcanzar sus metas, supervisar su propio desempeño en la realización de tareas y reflexionar sobre su proceso de aprendizaje evaluándolo y modificándolo si fuera necesario. El objetivo es que los alumnos vayan adquiriendo mayor independencia en el proceso de indagación.

*Indicadores:*

- Muestra motivación hacía el aprendizaje para alcanzar metas que se proponen.
- Transfiere sus aprendizajes a nuevas situaciones y contextos y relaciona e integra la nueva información.
- Asume ciertas responsabilidades en el proceso de aprendizaje, tomando decisiones más autónomas sobre los proyectos y, por lo tanto, adquiriendo mayor autonomía.
- Regula su proceso de aprendizaje, haciendo sugerencias a compañeros y profesor, preguntando dudas, etc.

### **Competencias sociales y cívicas (CSC)**

La importancia de la competencia social no debe pasar desapercibida, dado su empleo para el correcto desempeño de diversas tareas como el trabajo en grupo o para la adquisición de valores como la igualdad, el respeto, la tolerancia, la empatía y

la educación. El desarrollo de dicha competencia en esta unidad didáctica se encuentra, aunque no exclusivamente, en el trabajo en grupo – donde se trabajan especialmente aspectos como la convivencia, la responsabilidad y la capacidad de colaboración. Por otra parte, desde la biología se toma como ejemplo el respecto a todos los seres vivos, así se capacita a las personas a convivir en una sociedad cada vez más plural, dinámica, cambiante y compleja. Se desarrolla la percepción del individuo más allá de su entorno próximo, como miembro de una sociedad y de la biodiversidad.

*Indicadores:*

- Establece relaciones personales basadas en el respeto de los derechos individuales y colectivos.
- Contribuye con el trabajo en equipo aportando ideas y mejoras para el trabajo.
- Muestra actitud positiva en la resolución de los conflictos, cediendo la palabra a los miembros del grupo, escuchando y buscando la mejor opción para el grupo.

### **Sentido de la iniciativa y espíritu emprendedor(SEE)**

Para poder afrontar un trabajo en equipo con éxito, el sentido de la iniciativa y el espíritu emprendedor se articula como una competencia de gran valor. A través de esta competencia los alumnos serán capaces de transformar las ideas en actos. El desarrollo de esta competencia requiere de destrezas y habilidades esenciales como la capacidad de análisis, de planificación, de organización y gestión, resolución de problemas, habilidad para trabajar tanto individual como en equipo, etc.

*Indicadores:*

- Cumple con sus funciones y responsabilidades como miembro del equipo de trabajo.
- Muestra capacidad de liderazgo y delegación.
- Presenta adaptación al cambio, actitud proactiva en la resolución de problemas, y organización.

- Contribuye a través del pensamiento crítico y el sentido de la responsabilidad, la autoconfianza y la autoevaluación.

### **Conciencia y expresiones culturales (CEC)**

Conocer y entender como la cultura impacta directamente en nuestras vidas, es muy importante, ya que gran parte de la problemática ambiental surge a través de la cultura del consumismo y la globalización. Se trabajará la herencia de la cultura medioambiental del siglo pasado y los cambios sociales y culturales que se están produciendo.

#### *Indicadores:*

- Comprensión de la problemática ambiental asociado a comportamientos humanos fuertemente arraigados.
- Desarrollo de patrones de comportamiento de consumo que priorice la conservación medioambiental.
- Reconocer la importancia de la conservación de nuestro patrimonio natural como fuente de recursos limitados y la importancia de un consumo más sostenible.

Aunque todas ellas serán trabajadas en el aula en diferentes actividades, las únicas que serán evaluadas son las competencias científicas, la comunicación lingüística, competencias sociales y cívicas.

## **4.5 TEMPORALIZACIÓN**

La asignatura de biología y geología dispone de 4 sesiones a la semana de 50 minutos de duración cada una. Dado que la metodología indagatoria tiene diferentes grados de autonomía para el educando, hay que contar con el tiempo suficiente para que los alumnos trabajen con autonomía. Por este motivo, no se puede realizar una planificación rígida, sino que deberá ser flexible de manera que permita a los educandos regular los tiempos que necesitan para el desarrollo de las diferentes actividades.

No obstante, en la tabla 2 se ha recogido una aproximación, en dónde se refleja los días determinados para cada proyecto, así como la introducción a la unidad didáctica, la presentación oral del trabajo y el examen. Con un asterisco (\*) viene indicado el día que los alumnos deberán realizar la actividad 12 y 13 (toma de datos), perteneciente al proyecto 1. Las tres sesiones anteriores a la presentación oral están destinadas a realizar las actividades finales de tratamiento de datos y conclusiones de cada uno de los proyectos.

**Tabla 2.** Cronograma de la unidad didáctica

<b>SEMANA</b>	<b>LUNES</b>	<b>MARTES</b>	<b>MIÉRCOLES</b>	<b>JUEVES</b>	<b>VIERNES</b>
<b>1</b>	<b>INTRO</b>	P1	P1	P1	
<b>2</b>	P1	P1	P2	P2	
<b>3</b>	P2	P2	P2	P3 + *(A12)	
<b>4</b>	P3	P3	P3	P3 + *(A12)	
<b>5</b>	P3	P4	P4	P4 + *(A12)	
<b>6</b>	P4	P4	P4	P1, P2, P3, P4 + *(A12 + A13)	
<b>7</b>	P1, P2, P3, P4	P1, P2, P3, P4	<b>Presentación oral</b>	<b>Examen</b>	

El primer proyecto que se llevará a cabo, será completamente guiado, por lo que los tiempos se pueden establecer de antemano. En la tabla 3 se indica la duración de cada una de las actividades de la introducción a la unidad didáctica y del proyecto 1. A partir del proyecto 2, los alumnos podrán disponer de una mayor libertad y acordar los tiempos con el profesor.

**Tabla 3.** Temporalización de la introducción y del proyecto 1

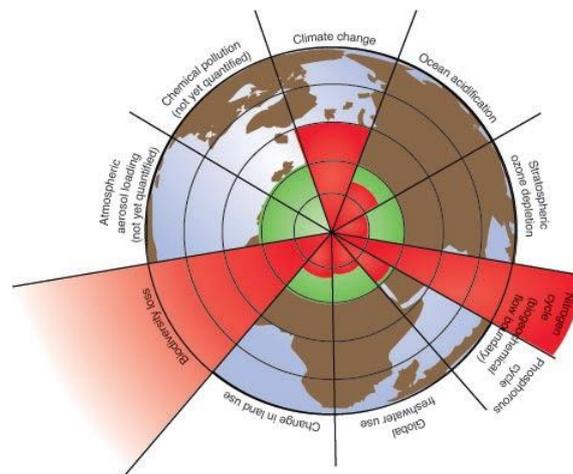
	<b>ACTIVIDAD</b>	<b>TIEMPO</b>
<b>INTRODUCCIÓN</b>	1. Presentación de la UD	15'
	2. Charla TED Johan Rockström	10'
	3. Debate. Los 9 límites y sus puntos de inflexión ¿Qué podemos hacer nosotros?	10'
	4. Artículo Nature 2009	15'
<b>PROYECTO 1</b>	5. Introducción al método científico	35'
	6. Ideas previas biodiversidad	15'
	<b>1º SESIÓN MAGISTRAL</b>	50'
	7. Los límites de nuestro planeta. Transformación de ecosistemas y pérdida de biodiversidad	15'
	8. Debate	35'
	9. Nuestras hipótesis	30'
	10. Planteamiento del experimento	20'
	11. Realización del experimento. Plantación de las semillas	50'

#### **4.6 HILO CONDUCTOR. LOS LÍMITES PLANETARIOS**

Los contenidos de estos bloques se trabajarán mediante 4 proyectos. Cada uno de los proyectos contendrá una o varias clases magistrales y una serie de actividades que guiarán al alumno a través de las diferentes etapas de una investigación. Las sesiones finales están reservadas para actividades donde los alumnos realizan el tratamiento y análisis de los datos, las conclusiones y la memoria, así como una exposición oral. Se trata de que cada uno de los grupos se encargue de realizar la memoria de un proyecto, con el conjunto de los datos del resto de los grupos (si son necesarios) y, por último, la defensa de ese proyecto de investigación.

Los 4 proyectos propuestos han sido creados teniendo en cuenta los contenidos del currículo y adaptando los mismos a los 9 límites planetarios definidos propuesto por Rockström. Estos límites planetarios buscan definir el espacio de actuación seguro para el desarrollo de la humanidad. Cómo se puede comprobar a través del gráfico, aspectos como son la pérdida de biodiversidad, el ciclo del nitrógeno, el cambio climático (señalado en color rojo) han superado ya esos límites o están a punto de hacerlo.

**Figura 2.** Representación de los límites planetarios



A través de pequeñas visualizaciones del documental protagonizado por Rockström, se indagará sobre los aspectos ecológicos que requieren mayor atención. Los alumnos deberán aplicar estos contenidos a su contexto y observar la realidad que nos rodea. Adicionalmente, el profesor a través de pequeñas sesiones magistrales tratará de acercar los conceptos que susciten más dudas para posteriormente los alumnos puedan ejecutar las actividades propuestas. Las sesiones magistrales pueden realizarse presencialmente, o el profesor puede hacer uso de la metodología flipped classroom. Esto le permitirá disponer de más tiempo en el aula para resolver dudas o trabajar en dinámicas grupales como los debates, o los trabajos en grupo.

Las actividades propuestas incluyen operaciones cognitivas de orden superior, esto es, actividades tendientes a discutir, reflexionar, teorizar y plantear hipótesis, de tal manera que los contenidos sean estudiados desde una perspectiva holística que conecte con sus conocimientos previos y contenidos de otras asignaturas, generando así en el sujeto sentimientos positivos de autoeficacia (Hernández Moreno, 2010)

Los alumnos no conocerán el proyecto que les tocará defender hasta que todas las actividades de los proyectos hayan sido ejecutadas. Para ello, los alumnos seguirán el guion propuesto para la memoria ([Anexo I](#)). Con esta medida se pretende que todos los grupos se involucren en todos los proyectos por igual y adquieran tanto los contenidos más conceptuales como los actitudinales y competencias asociadas a cada uno de los proyectos. Por tanto, aunque todos los grupos realicen todos los proyectos, únicamente se encargarán de realizar la memoria y la exposición oral de uno de ellos.

Para desarrollar las actividades los alumnos serán agrupados en 4 grupos, dónde cada alumno defenderá un rol dentro del grupo. Los roles podrán ser rotatorios o no, en función de la decisión del profesor. Por lo que, definir el rol de cada uno dependerá de esta decisión.

En el siguiente punto, se presenta la secuencia de actividades propuesta.

#### **4.7 ACTIVIDADES/SECUENCIA DE APRENDIZAJE**

Como anteriormente se ha explicado, los bloques 3 y 4 se trabajarán y se estudiarán en conjunto. A continuación, se presentan las actividades introductorias que se realizarán durante la primera sesión.

##### **Actividad 1. Presentación de la unidad didáctica**

Se realiza una descripción sobre el desarrollo de los bloques 3 y 4, que contenidos se abordan, cómo y qué se evalúa, y se reparten los grupos previamente formados por el docente.

- *Materiales:* PPT, proyector y ordenador

##### **Actividad 2. Charla TED Johan Rockström**

Johan Rockström, entre otros expertos, es reconocido por contribuir a la institucionalización de los Objetivos de Desarrollo Sostenible (ODS) y focalizar el abordaje de la negociación de la Agenda 2030 de desarrollo sostenible. En la siguiente charla 2030 de octubre de 2030, Johan presenta a través de animaciones como la crisis climática está afectado a los sistemas biofísicos que se encargan de regular el

clima, desde el permafrost de Siberia hasta la selva amazónica. Alcanzar los puntos de inflexión podría hacer de la Tierra un lugar inhabitable para la humanidad.

Se visualiza una charla TED y los alumnos tomarán anotaciones que les resulte interesantes.

[https://www.ted.com/talks/johan\\_rockstrom\\_10\\_years\\_to\\_transform\\_the\\_future\\_of\\_humanity\\_or\\_destabilize\\_the\\_planet?language=es](https://www.ted.com/talks/johan_rockstrom_10_years_to_transform_the_future_of_humanity_or_destabilize_the_planet?language=es)

- *Materiales:* PPT, proyector y ordenador

### **Actividad 3. Debate. Los 9 límites y sus puntos de inflexión ¿Qué podemos hacer nosotros?**

Los alumnos discuten sobre algunos aspectos del vídeo. El docente podrá intervenir en el debate lanzando preguntas relacionadas con el objetivo de fomentar el debate y la participación:

- ¿Cómo podemos reducir las emisiones de efecto invernadero?
- ¿Qué efectos visibles son consecuencia del cambio climático?
- ¿Qué amenazas conlleva sobrepasar los límites de inflexión?

- *Materiales:* Anotaciones

### **Actividad 4. Artículo Revista Nature 2009**

En 2009 la revista científica Nature publicó un especial que trataba de establecer los nueve límites planetarios que la humanidad no podría sobrepasar, pues de lo contrario se enfrentaría a una situación irreversible:

Rockström, J., Steffen, W., Persson, A., Chapin III, F. S., Lambin, E. F., Lenton, T. M., Foley, J. A. (2009). A safe operating space for humanity. *Nature*, 461(7263), 472-475. doi:[10.1038/461472a](https://doi.org/10.1038/461472a)

Por grupos se reparte el artículo al que se hace referencia. Deberán leerlo y extraer las conclusiones que consideren más relevantes. La lectura de una adaptación de esta noticia les servirá para entender la globalidad de los contenidos que se abordarán en las siguientes sesiones.

- *Materiales:* Fotocopias, bolígrafos y folio

### **Actividad 5. Introducción al método científico**

El profesor realizará una breve introducción al método científico. Esta actividad es importante, ya que sentará las bases de los proyectos que posteriormente se realizarán. El objetivo es dar a conocer a los alumnos las diferentes fases que componen el método científico y les permita entender las actividades que se van realizando en los diferentes proyectos.

- *Materiales:* PPT, proyector y ordenador

### **Proyecto de investigación 1. “La transformación de los ecosistemas y la pérdida de biodiversidad”**

Al ser el primer proyecto, el docente es consciente de la falta de experiencia de los alumnos. El proyecto contempla conceptos como biodiversidad, comunidad, biotopo, factores bióticos y abiótico, redes tróficas, ecosistemas, etc. Todo ello relacionado con la pérdida de biodiversidad, uno de los límites planetarios que ha sido superado.

### **Actividad 6. Ideas previas biodiversidad**

Una vez realizada la introducción a la unidad didáctica y previo al estudio de los conceptos del proyecto 1. El docente realizará diversas preguntas en voz alta a los alumnos, con el objetivo de detectar los conocimientos y las ideas previas de sus alumnos. fomentar el debate, el docente va soltando preguntas para que los alumnos extraigan sus ideas previas sobre el tema.

- ¿Qué es la biodiversidad?
- ¿Qué factores bióticos y abióticos conoces?
- ¿Qué es un ecosistema? ¿Qué ejemplos de ecosistemas conoces?

*Materiales:* batería de preguntas, pizarra, tizas

## 1º SESIÓN MAGISTRAL

El profesor a través de algunos de los ejemplos más impactantes a nivel mundial como es la muerte de los arrecifes de coral, explicará diversos conceptos de ecología que permitirán al alumno seguir con mayor soltura por las actividades que trabajaremos en el proyecto.

### **Actividad 7. Los límites de nuestro planeta. Transformación de ecosistemas y pérdida de biodiversidad (19' – 30')**

Los alumnos visualizarán una parte del documental (Rockström, 2021) y deberán anotar la información que consideren más relevante sobre la transformación de ecosistemas y la pérdida de biodiversidad.

➤ *Materiales:* ordenador, conexión a internet, Netflix, proyector.

### **Actividad 8. Debate**

Por grupos los alumnos se encargarán de discutir la información que han extraído del video y tratarán de aplicarlo en su entorno. El profesor proporcionará algunas preguntas que guíen la discusión para concluir con una pregunta investigable.

- ¿Existe pérdida de biodiversidad en nuestro entorno?
- ¿Cómo podemos averiguar si la biodiversidad está siendo afectada?
- ¿Qué efectos tiene la desaparición de una especie en el siguiente eslabón en las relaciones tróficas?
- Según el vídeo, ¿de qué manera pueden las especies adaptarse a la falta de humedad o estrés hídrico?
- ¿Qué relaciones puede existir entre diferentes especies?
- ¿Existe alguna especie en peligro de extinción? ¿Qué factores influyen en la extinción de esta especie?

Si finalmente no sale ninguna propuesta de pregunta investigable el profesor propondrá la siguiente: “La competencia es una interacción en la que un organismo utiliza un recurso que habría estado disponible para otro organismo. Por lo tanto, la utilización prioritaria por uno reduce la disponibilidad para el otro. Esta privación de un

recurso puede ocurrir entre los miembros de la misma especie y población (competencia intraespecífica) o entre individuos de diferentes especies (competencias interespecífica); y ambos tipos de competencia pueden incluso darse al mismo tiempo. Los individuos solamente compiten cuando un recurso es escaso respecto al número de individuos que lo utilizan y resulta insuficientes para todos ellos. En los vegetales, la competencia ocurre entre individuos que comparte el espacio, y se concreta únicamente en la lucha por el agua, los nutrientes, la luz y el espacio físico. Esta competencia puede provocar la desaparición o el desplazamiento de algunas especies. Utilizando dos especies que viven juntas de manera natural en ambientes ruderales, se quiere conocer la competencia interespecífica e introespecífica de estas especies”.

- *Materiales:* batería de preguntas, pizarra, tizas, pregunta propuesta investigable

### **Actividad 9. Nuestras hipótesis**

Una vez tengan la pregunta investigable, los alumnos propondrán una o varias hipótesis. Se valora que los alumnos describan las hipótesis en forma de deducción, con un enunciado en dos partes: la primera describe las acciones que se emprender (VI) para verificar la hipótesis y la segunda describe los resultados posibles (VD) de estas acciones. Para ello, es necesario previamente identificar las variables independientes (VI) y las variables dependientes (VD).

*” Si pensamos que.....entonces observaremos que...” o si la variable A aumenta/disminuye entonces observaremos que la variable B aumenta/disminuye...”*

- *Materiales:* bolígrafos y folios

### **Actividad 10. Planteamiento del experimento**

Los alumnos con ayuda del profesor plantearán cómo han de realizar el experimento para poder obtener los resultados esperados en las hipótesis. Se trata de que puedan observar los efectos de la posible competencia intraespecífica e interespecífica sobre la germinación, el crecimiento en altura de las plantas y la biomasa. Para ello,

semanalmente se deberá contabilizar las semillas que han germinado en cada maceta.

*\*Información extra:* Cuando las dos especies se siembran juntas es fácil distinguir si la semilla que ha germinado es de *Lotus corniculatus* o de *Festuca rubra*, puesto que en el primer caso se observan en la maceta hojita ovaladas, y en el segundo estrechas y alargadas. Su germinación es paulatina, y no todas germinan al mismo tiempo. El conteo de las plantas observadas en los vasitos y la medida de la altura de las mismas se realizará una vez a la semana. El día que finaliza el experimento (4 semanas después) se han de cortar las plantas a nivel de superficie de la tierra para cuantificar la biomasa aérea de cada especie (no tirar de ellas porque sale las raíces). Nunca mezclar la biomasa de especies diferentes, ni las de misma especie, pero procedente de diferente vaso.

*Materiales:* hipótesis, pizarra, tizas, bolígrafos y folios

### **Actividad 11. Realización del experimento. Plantación de las semillas**

Los alumnos se encargarán de plantar las semillas en los diferentes tiestos, según las diferentes proporciones establecidas. Cada grupo realizará su propia siembra, de manera, que al finalizar el proyecto los datos obtenidos entre los diferentes grupos puedan ser comparados.

- *Materiales:* Vasos de plástico (macetas), recipiente de poca altura para colocar los vasos y añadir el agua de riego, sustrato vegetal, semillas de *Festuca rubra*, semillas de *Lotus corniculatus*.

### **Actividad 12. Toma de datos. Semana 1 (Igual durante la semana 2 y 3 semanas)**

Los alumnos realizarán esta actividad durante 4 semanas. Los datos recogidos de las mediciones de la altura de las plantas se recogerán en una plantilla que el docente proveerá.

- *Materiales:* Hojas impresas con las tablas de datos, regla graduada o metro rígido.

### **Actividad 13. Toma de datos. Semana 4**

La semana 4 además de la actividad 12, los alumnos deberán cortar las plantas a ras de la tierra y en una báscula deberán tomar la medida de la biomasa de cada uno de los tiestos con el objetivo de poder hacer una comparación entre los valores.

- *Materiales:* Hojas impresas con las tablas de datos, tijeras, báscula de precisión

### **Actividad 14. Análisis de datos y conclusiones**

Con los datos recogidos, se realizarán los siguientes cálculos:

- Número medio de plantas por cada tiesto
- Altura media de plantas por cada tiesto
- Biomasa por cada tiesto

Una vez analizados los datos, los alumnos del grupo que por sorteo haya sido seleccionado para finalizar el proyecto, deberá extraer las conclusiones que consideren oportunas teniendo en cuenta las hipótesis de partida.

- *Materiales:* Ordenador, Excel, datos extraídos de las mediciones de todos los grupos, tijeras, báscula de precisión.

## **Proyecto de investigación 2. “El estado de nuestra agua”**

Para la realización de este segundo proyecto de investigación, seguiremos la misma metodología. El límite planetario que utilizaremos para estudiar los contenidos será el agua dulce y la desertificación mundial. Para trabajar aspectos relacionados con el agua, hablaremos de ecosistemas acuáticos, agricultura, contaminación y calidad de las aguas.

Aunque se emite una propuesta para llevar a cabo a modo de investigación, pueden ser los alumnos los que definan su investigación.

### **Actividad 15. Ideas previas sobre consumo de agua**

Para fomentar el debate, el docente va soltando preguntas para que los alumnos extraigan sus ideas previas sobre el tema.

- ¿Cuántos litros de agua necesitamos en nuestro día?
- ¿De dónde proviene el agua que sale por el grifo?
- ¿Dónde acaba el agua que se va por la fregadera?
- ¿Está contaminado el agua de nuestro río?

➤ *Materiales:* batería de preguntas, pizarra, tizas

## 2º SESIÓN MAGISTRAL

El profesor expondrá a los alumnos conceptos básicos como el ciclo del agua, usos del agua, principales fuentes contaminantes, desertificación y efectos perversos de la falta de agua, sabanización.

### **Actividad 16. Los límites de nuestro planeta. Uso del agua (30' – 34')**

Los alumnos visualizarán una parte del documental (Rockström, 2021) y deberán anotar la información que consideren más relevante sobre el consumo de agua dulce, que les permita abrir un debate y formar una opinión al respecto.

➤ *Materiales:* ordenador, conexión a internet, Netflix, proyector.

### **Actividad 17. Debate**

Por grupos los alumnos se encargarán de discutir la información que han extraído del video y tratarán de aplicarlo en su entorno. El profesor proporcionará algunas preguntas que guíen la discusión para concluir con una pregunta investigable.

- ¿Cuánta agua necesitamos para alimentar al mundo? ¿Cuál fue la primera respuesta de Johan Rockström a esta pregunta?
- ¿Hay un límite global para el uso de agua dulce más allá del cual el sistema empezaría a fallar?
- ¿En qué estado se encuentran las masas de agua dulce de nuestro alrededor?

➤ *Materiales:* batería de preguntas, pizarra, tizas

### **Actividad 18. Nuestras hipótesis**

Al igual que en la actividad 9, los alumnos deberán identificar variables dependientes o independientes que les permita formular una hipótesis a la pregunta que se han planteado. Una vez identificadas las variables, plantearán una hipótesis que les permita planificar una investigación.

- *Materiales:* pregunta investigable, bolígrafos, papel

### **Actividad 19. Introducción al ecosistema del río. Análisis del agua. Planteamiento de la investigación.**

Durante esta actividad el profesor explicará los conceptos más importantes a tener en cuenta para la realización de la investigación. Se debe considerar realizar una *evaluación diagnóstico* que permita identificar si los educandos cuentan con habilidades indagatorias suficientes para que sean ellos de manera independiente quién planteen la investigación o si, por el contrario, es el profesor quién tiene que seguir guiando a los mismos. En el caso de que el profesor considere que los educandos no cuentan con la necesaria autonomía, se les planteará la siguiente investigación “*¿Cómo es la calidad del agua del río XXX a la altura del municipio XXXX? ¿Cómo influyen los efluvios emitidos por la depuradora del municipio?*”

- *Materiales:* Ordenador, proyecto, PPT

\*En la planificación de la investigación habrá que tener en cuenta una masa de agua que se encuentre cercana al centro educativo y que sea fácilmente accesible, donde los alumnos puedan recoger muestras para analizar. Es recomendable, que los diferentes grupos realicen las pruebas en diferentes tramos del río (aguas arriba del municipio y agua abajo) de manera que podamos obtener datos que nos permitan realizar una comparación. Para ello, sería necesario de una sesión más o de un profesor auxiliar que acompañe a dichos alumnos a otro tramo del río.

### **Actividad 20. Análisis físico-químico de la calidad del agua**

Los alumnos se encargarán de realizar un análisis físico químico de parámetros como la temperatura, la turbidez, el pH, el oxígeno disuelto, el porcentaje de saturación, nitratos y dureza del agua. Se tomará una muestra de agua del río. Este análisis se

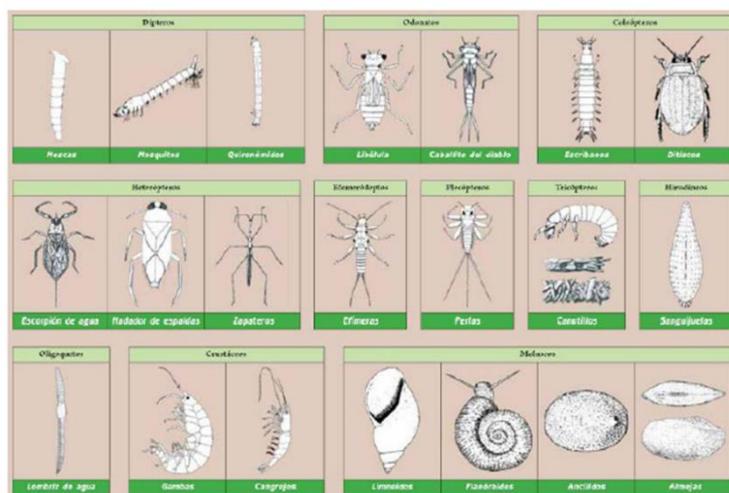
realizará *in situ* a la vez que la actividad 18. Para ello será necesario un Kit de análisis que permita realizar estos análisis de una manera sencilla.

- **Materiales:** Kit de análisis de parámetros físico químicos; termómetro, turbidez, pH, oxígeno disuelto, porcentaje de saturación de oxígeno, nitratos y dureza del agua, guantes de polipropileno, botes medidores donde realizar las pruebas, hojas para tomar nota, bolígrafo.

### Actividad 21. Análisis de la calidad del agua mediante captura de macroinvertebrados

El uso de macroinvertebrados acuáticos constituye hoy en día una herramienta ideal para la caracterización biológica e integral de la calidad del agua (Roldán, 1996). Sin embargo, no todos los organismo acuáticos podrán ser tomados como bioindicadores, las adaptaciones evolutivas a diferentes condiciones ambientales y límites de tolerancia a una determinada alteración dan las características a ciertos grupos que podrán ser considerados como organismos sensibles (Ephemeroptera, Plecoptera y Trichoptera) por no soportar variaciones en la calidad del agua, mientras otros organismos tolerantes (Chironómidae y oligoquetos), son característicos de agua contaminada por materia orgánica (Roldán, 1999).

**Figura 3.** Ficha de identificación de macroinvertebrados



Para realizar esta actividad, al igual que la actividad 17, deberemos desplazarnos a un tramo del río cercano y de aguas calmadas. Allí, los alumnos deberán tomar diversas muestras de macroinvertebrados que les permita a través de una ficha,

identificar dichos organismos. Nuevamente, la identificación y el conteo se realizará *in situ*.

- *Materiales:* Guantes de polipropileno. Fichas de identificación de especies. Red de captura de macroinvertebrados. Cubeta o bandeja de plástico, bolígrafos, hojas para tomar nota.

\*Tanto la actividad 17 como 18 se realizarán *in situ*, de manera que hay que transportar el material necesario, las fotocopias, o el cuaderno para tomar anotaciones. Hay que contar con el tiempo de desplazamiento, para ello se recomienda usar tiempo del recreo y de una clase posterior. Las actividades 17 y 18 son intercambiables, es decir, mientras 2 grupos realizan una, otros dos pueden ir realizando la otra.

### **Actividad 22. Análisis de datos y conclusiones.**

Partiendo de la premisa de que un mayor número de datos nos dará información más viable, los alumnos encargados de extraer las conclusiones referentes a esta investigación deberán recoger y procesar los datos obtenidos por todos los grupos restantes. Finalmente, deberán responder a la pregunta planteada y extraer las conclusiones más relevantes observadas.

- *Materiales:* ordenador, Excel, hojas con los datos

### **Proyecto de investigación 3. “¿Nutrientes o contaminantes? Los ciclos de fósforo y nitrógeno”**

El tercer proyecto tiene como objetivo incidir en la importancia de un uso sostenible de los recursos, así como recordar cómo se viene analizando en las anteriores investigaciones, del impacto de las actividades humanas sobre los recursos naturales. En este caso, trabajaremos conceptos como eutrofización, fertilizantes, análisis de agua, agricultura, descomposición, algas, etc. Todos estos conceptos están relacionados con otro límite planetario que es la excesiva presencia de nitrógeno en mayor grado y el fósforo en menor grado.

### **Actividad 23. Ideas previas sobre el ciclo del nitrógeno y del fósforo**

Para fomentar que el alumno active sus procesos cognitivos y rescate algunos conocimientos, el docente ayuda en este proceso a través de la realización de preguntas como las que se presentan a continuación:

- ¿De qué nutrientes se alimentan las plantas?
- ¿Cómo obtienen dichos nutrientes?
- ¿Qué son los fertilizantes?
- ¿Para qué se usan los fertilizantes?
- ¿Qué es la eutrofización? ¿Qué problemas causa la eutrofización?

➤ *Materiales:* batería de preguntas, pizarra, tizas

### **3º SESIÓN MAGISTRAL**

Durante esta sesión el profesor mostrará el caso de la laguna de Peñalara dónde la población de anfibios ha sido esquilhada debido a la baja calidad de sus aguas y a la aparición de un hongo quitridiomycosis, hongo que esta fulminando la población de anfibios en el mundo. Por otro lado, a través de la agricultura extensiva se mostrará como el sobre uso de fertilizantes está provocando una contaminación por exceso de nutrientes en aguas subterráneas y superficiales.

### **Actividad 24. Los límites de nuestro planeta. Los ciclos del fósforo y del nitrógeno (34' -40')**

Los alumnos visualizarán de nuevo una parte del documental (Rockström, 2021) y deberán anotar la información que consideren más relevante sobre los problemas derivados de un exceso de nitrógeno y fósforo en las aguas continentales y oceánicas. Estas anotaciones serán útiles en el debate.

### **Actividad 25. Debate. ¿Qué es el fósforo y el nitrógeno? ¿Nutrientes o contaminantes?**

Por grupos los alumnos se encargarán de discutir la información que han extraído del video y tratarán de aplicarlo en su entorno. El profesor proporcionará algunas preguntas que guíen la discusión para concluir con una pregunta investigable.

- ¿Conoces alguna masa de agua con eutrofización? ¿Consideras que su agua es de buena calidad?
- ¿Cuál es la concentración de fósforo y nitrógeno a partir de la cual se produce la eutrofización?
- ¿Cuáles son los efectos más visibles sobre los organismos vivos de ese ecosistema?

➤ *Materiales:* anotaciones, papel y bolígrafos

### **Actividad 26. Nuestras hipótesis**

Se trata de que los alumnos hagan exactamente lo mismo que en las dos investigaciones anteriores. Al ser la tercera investigación que se realiza, el profesor dará más libertad de decisión a sus estudiantes, de manera que pueda observar cómo evoluciona el grupo de manera más autónoma, así como en sus habilidades indagatorias. Hay que reconocer que la temática que se aborda puede resultar más complicada al ser más desconocida, por lo tanto, es conveniente que el profesor esté presente para guiar al alumno y explicar aquello que no se haya entendido.

➤ *Material:* anotaciones, papel y bolígrafos

### **Actividad 27. Introducción sobre material de laboratorio**

Los alumnos ya han tenido una primera toma de contacto con los análisis de agua. Esta vez el profesor les realizará una pequeña formación acerca del laboratorio, las normas de seguridad y la instrumentación.

➤ *Material:* laboratorio, instrumentación de muestra, ordenador, proyector y PPT.

### **Actividad 28. Planteamiento del experimento**

En este caso, serán los alumnos los que, con la información dotada por el profesor, sean capaces de plantear un procedimiento que les permita entender cómo se eutrofiza una masa de agua, y cuánto nitratos y fosfatos son necesarios para que esa masa de agua llegue a eutrofizarse.

\*El profesor tratará de guiarles acercándoles a un procedimiento adecuado y factible para el laboratorio. Por ejemplo, crear un modelo de charca artificial con diferentes aportes de nitrógeno y fósforo y observar las diferencias en los valores analíticos.

Además, es necesario recordarles que deben tener en cuenta la temporalización y los materiales que van a usar.

- *Materiales:* anotaciones, papel y bolígrafos

### **Actividad 29. Experimentación**

Los alumnos deberán llevar a cabo el experimento que ellos mismos han planteado. El profesor dotará a los alumnos del material que sea necesario para llevar a cabo la experimentación. También podrá proporcionar de tablas que ayuden a los estudiantes a planear la toma de datos, así como los días y recreos que sean necesarios para ello.

\*En el caso de este proyecto, hay que tener en cuenta que no podemos tener una temporalización tan definida ya que corresponde a los alumnos decidir la dedicación que le quieren proporcionar.

- *Materiales:* Laboratorio, instrumentación de laboratorio, bata, gafas de seguridad, muestras de agua, reactivos.

### **Actividad 30. Toma de datos**

La toma de datos se plantea en la misma sesión que la experimentación, ya que es un proceso simultáneo a la experimentación. Se plantea como una actividad independiente para que los alumnos sean conscientes de su importancia y no obvien su necesidad. El profesor proveerá si es necesario de una tabla que les facilite la toma de datos.

- *Materiales:* Ficha con cuadrilla para toma de datos, bolígrafos.

### **Actividad 31. Análisis de datos**

En esta actividad los alumnos deberán recoger todos los datos y realizar un análisis de los mismos que permita contrastar la hipótesis previa definida por el grupo. Por último, se les pide que extraigan las conclusiones más relevantes del proyecto. Se recomienda que los datos sean trabajados en el ordenador con una herramienta tipo Excel.

- *Materiales:* ordenador, fichas de todos los grupos, Excel.

### **Proyecto de investigación 4. “Objetivo residuo cero. Una estrategia de la economía circular”**

El último proyecto aborda la problemática de los residuos, así como algunas de las propuestas por la legislación estatal. Algunos de los conceptos a trabajar son la sostenibilidad, la economía circular, el ecodiseño, el reciclaje, etc. El reciclaje estaría contemplado en el límite de contaminación química, que aún no ha sido cuantificado.

No obstante, son muchas las referencias normativas las que nos indican la necesidad de tratar los residuos como un tema de especial relevancia actual, y un punto donde incidir radicalmente para evitar una contaminación masiva de mares, suelos y atmósfera.

Al tratarse de una temática que tiene unos términos más fáciles de comprender y ser más visible, se dejará a los alumnos mayor autonomía en el planteamiento de la investigación.

### **Actividad 32. Ideas previas sobre el consumo de recursos y la producción de residuos**

Con el objetivo de identificar las ideas previas de los alumnos, el profesor realizará algunas preguntas que puedan ayudar a su detección:

- ¿Por qué es importante reciclar?

- ¿De dónde proceden la materia prima a partir de la cual se fabrican nuestras posesiones, ropa, móviles, comida, libros, etc.?
- ¿Qué pasa con los objetos una vez que han llegado al final de su vida útil?
- ¿Qué acciones de tu día a día crees que son más contaminantes?
- ¿De dónde procede la energía necesaria para producir tal cantidad de materia?

➤ *Materiales:* batería de preguntas, pizarra, tizas.

#### 4º SESIÓN MAGISTRAL

La última sesión magistral se dedicará íntegramente a la problemática de los residuos, la pirámide de residuos, las mejores tecnologías disponibles de reciclado, contenerización, economía circular, vertederos, etc.

#### **Actividad 33. Los límites de nuestro planeta. Reducción de las emisiones de carbono (60' – 77')**

A través de la visualización del documental (Rockström, 2021) de Netflix, los alumnos deberán anotar la información que consideren más relevante sobre la necesidad de reducir las emisiones de carbono a la atmósfera y el impacto de nuestro consumo en este propósito.

➤ *Materiales:* ordenador, proyector, internet, Netflix, papel y bolígrafos

#### **Actividad 34. Debate ¿por qué son los residuos tan contaminantes?**

Por grupos los alumnos se encargarán de discutir la información que han extraído del video y tratarán de aplicarlo en su entorno. Si es necesario, el profesor proporcionará algunas preguntas que guíen la discusión para concluir con una pregunta investigable.

- ¿Crees que las empresas toman medidas para reducir la emisión de gases de efecto invernadero? ¿Sabrías poner un ejemplo?
- ¿Qué acciones puedes llevar a cabo para minimizar las emisiones de efecto invernadero?

- ¿cuántos residuos produce una persona al día? ¿Qué tipo de residuos produzco y cómo se gestionan estos residuos?

Si finalmente no sale ninguna propuesta de pregunta investigable el profesor propondrá la siguiente: “Los residuos y su gestión es una de las mayores problemáticas a las que se enfrenta la sociedad. En un mundo globalizado y con el desarrollo de la tecnología e internet, las compras se realizan mediante un simple clic, lo que incentiva un consumo poco responsable. Sin embargo, poco a poco la sociedad se está concienciándose y la legislación cada vez más restrictiva está provocando un cambio en la manera de fabricar recursos, lo que obliga a muchas empresas a fomentar la recircularidad de sus productos (es decir, que sean fácilmente reciclable). Además, los consumidores responsables realizan compras que les permita disminuir la producción de residuos. En este sentido, la nueva ley de residuos que saldrán publicada este año 2021 prohibirá la comercialización de plásticos de un solo uso como los bastoncillo, pajitas, cubiertos y platos, y algunos tipos de recipientes fabricados con poliestireno expandido (un tipo de plástico). ¿Cuáles son los motivos por los cuáles las instituciones han decidido prohibir este tipo de objetos? “

- *Materiales:* anotaciones, papel y bolígrafos

### **Actividad 35. Nuestras hipótesis**

De nuevo, los alumnos deberán determinar cuáles son las variables del problema planteado, y proponer una o varias hipótesis que les permitan avanzar en la planificación de su investigación.

- *Materiales:* anotaciones, papel y bolígrafos

### **Actividad 36. Planificación de la investigación**

La planificación de la investigación quedará abierta al problema que los alumnos decidan indagar. Por ello, y debido a que los alumnos habrán realizado ya tres proyectos, se deberá dejar mayor libertad para que sean ellos los que la definan.

- *Materiales:* papel y bolígrafos

### **Actividad 37. Tipos de investigación. Búsqueda bibliográfica**

Aunque es posible que los alumnos propongan otro tipo de investigación. El docente les realizará una pequeña presentación acerca de la búsqueda bibliográfica de internet, las webs de referencia en ciencia, revistas, cómo buscar información de valor y cómo aprender a identificar las fuentes de información fiables. Esta información puede ser muy importante para guiar a los alumnos en su proceso de búsqueda de información.

- *Materiales:* ordenadores, revistas, acceso a internet, dispositivos móviles, etc

### **Actividad 38. Profundizando en la investigación**

Los alumnos dispondrán de 50 minutos para desarrollar la investigación que han planteado en la actividad 32.

- *Materiales:* ordenadores, revistas, acceso a internet, dispositivos móviles, etc

### **Actividad 39. Analizando los datos y establecer conclusiones**

Por último, los estudiantes trabajarán los datos obtenidos de su investigación tratando de extraer unas conclusiones y evaluando sus hipótesis previas.

- *Materiales:* ordenador, acceso a internet, Microsoft Office, fichas con datos, papel y bolígrafos, así como todo lo que consideren necesario los alumnos.

\*\*Para las actividades 14, 18, 27 y 35 se recomienda que los alumnos dispongan de suficiente tiempo, y a ser posible dentro del aula, para que el profesor pueda ayudarles. Todos los grupos desarrollarán estas actividades en las mismas fechas (al final de la unidad didáctica)

## **4.8 EVALUACIÓN**

La evaluación de la presente unidad didáctica está compuesta de una evaluación diagnóstica que permita determinar el nivel de competencia de la que parten los alumnos y proponer un objetivo realista. Una evaluación formativa que permita al profesor dotar de retroalimentación al alumno en su proceso de aprendizaje y una

evaluación sumativa que permitirá obtener un dato numérico con la calificación de la unidad didáctica.

Los instrumentos que a utilizar para las diferentes evaluaciones son; [rúbrica de indagación](#) (Anexo II) que mide la competencia científica del alumno, la [rúbrica de exposición y trabajo en equipo \(Anexo IV\)](#) que mide competencias lingüísticas y sociales y un examen escrito.

En la tabla 4 se recogen los tipos de evaluación, los instrumentos con los que van a ser evaluados y su ponderación.

**Tabla 4.** Resumen de la evaluación de la propuesta de intervención

<b>TIPO DE EVALUACIÓN</b>	<b>INSTRUMENTO DE EVALUACIÓN</b>	<b>PONDERACIÓN</b>
<b>DIAGNÓSTICO</b>	Rúbrica indagación	0%
<b>FORMATIVA</b>	Rúbrica indagación	0%
<b>SUMATIVA</b>	Rúbrica indagación	<b>40%</b>
	Rúbrica trabajo en equipo y exposición	<b>30%</b>
	Examen escrito	<b>30%</b>

A continuación, se explica los diferentes instrumentos que se han diseñado para la evaluación:

### **RÚBRICA DE INDAGACIÓN (Anexo II)**

La rúbrica de indagación es el instrumento más importante para evaluar esta unidad didáctica. Permite tanto realizar una evaluación diagnóstica, una evaluación formativa y la evaluación final del trabajo que deberán de realizar los alumnos y presentar ante sus compañeros.

Esta rúbrica va a evaluar el proceso de indagación de los alumnos a lo largo de cada etapa o fase del proceso. Desde la investigación del problema investigable hasta el análisis de los datos y la obtención de conclusiones. Los datos obtenidos de ésta rúbrica nos permitirán fijar cuál es el nivel de competencia indagatoria que tiene el alumno. Para ello, haremos uso de la tabla de los descriptores de los niveles de competencia que, según la puntuación obtenida en la rúbrica de indagación, nos permitirá clasificar al alumno desde nivel acientífico en el extremo inferior hasta indagador en el extremo superior.

Ambos instrumentos no son de elaboración propia, sino que se ha tomado una variación del *Practical Test Assessment Inventory* (PTAI) propuesto por Tamir et al. (1982) en la cual se valora la capacidad de los alumnos para comprender y aplicar actividades prácticas. La rúbrica propuesta es una reformulación de la original realizada por Ferrés, Marbà y Santamartí (2014).

### **RÚBRICA TRABAJO EN EQUIPO Y EXPOSICIÓN (Anexo IV)**

La rúbrica de trabajo en equipo y exposición permite evaluar al alumno cómo ha trabajado con su equipo y sus competencias lingüísticas y orales durante la exposición del trabajo en el aula.

Según el desarrollo de cada uno de los ítems recogidos en la tabla se asignará una puntuación que irá desde el 1 al 4. Al finalizar se sumarán todas las puntuaciones obtenidas y se calculará la nota sobre 10 en base a la máxima puntuación posible.

### **EXAMEN ESCRITO**

Por último, el examen escrito se realizará al finalizar la evaluación y permitirá evaluar el nivel de contenidos conceptuales que ha desarrollado el alumno, en ningún caso, se pretende que sea un examen de tipo memorístico, sino que el alumno sea capaz de ejemplificar, o demostrar sus conocimientos. Al igual que el resto de instrumentos, la calificación obtenida se establecerá sobre 10.

## 5. ATENCIÓN A LA DIVERSIDAD

---

Los contextos sociales en los que se desarrolla el sistema educativo son cada vez más diversos y complejos. La respuesta educativa a esta diversidad pasa por promover una escuela inclusiva que promueva la igualdad y la no discriminación. Con este objetivo una de las medidas que han sido recogidas por la nueva normativa pasa por definir el perfil del alumnado al terminar cada etapa, otra de ellas es fomentar un currículo competencial que invite a enfoques metodológicos y de evaluación flexibles e integradores (Ministerio de Educación y Formación Profesional, 2020).

Para la siguiente unidad didáctica solo se van a tener en cuenta adaptaciones curriculares no significativas, ya que no se contempla que exista ningún alumno que tenga necesidades especiales o individuales.

Algunas de las adaptaciones no significativas que se han tenido en cuenta en la elaboración de la presente propuesta son:

- Reducir, simplificar o eliminar aquellos contenidos que sean demasiado complejos o no se comprendan por la mayoría de los alumnos.
- Adaptar los objetivos o el nivel de desarrollo de las competencias.
- Regular la implicación en el desarrollo de las actividades.
- Adaptar el tiempo de la evaluación, reducir la cantidad de preguntas y resaltar las palabras más importantes que contengan los enunciados.

En conjunto se podría hablar de que el uso de una metodología basada en la indagación permite atender correctamente a la diversidad, ya que es una metodología que acepta varios grados de implicación, de tal manera, que algunos alumnos pueden abordar actividades de una manera más profunda o de mayor dificultad, mientras que otros pueden requerir menor grado de indagación en la misma temática. Por otro lado, el aprendizaje cooperativo lleva implícito la atención a la diversidad ya es el grupo de alumnos quién regula su ritmo de trabajo y aprendizaje.

Además, la evaluación establecida contempla el uso de diversas herramientas. Cómo anteriormente se explicó, una rúbrica evalúa el nivel de la competencia de indagación junto con algunos contenidos de la unidad didáctica, otro evalúa la competencia

lingüística, así como el trabajo en equipo, y, por último, se realizará una evaluación escrita a través de un examen que permitirá demostrar a los alumnos que han adquirido los contenidos, y son capaces de aplicarlos.

En definitiva, la flexibilidad de la metodología permite gran número de adaptaciones sin que ésta pierda la esencia de indagación, de igual manera, la evaluación es flexible y permite la modificación de los ítems a evaluar, siempre y cuando las actividades se encuentren en concordancia con dichos ítems evaluados.

## 6. CONCLUSIONES

---

La realización de este proyecto de fin de máster ha permitido el conocimiento de los elementos que entran en juego cuando se quiere realizar el diseño de una propuesta didáctica. Los elementos que han sido tenidos en cuenta son los requisitos normativos, los conocimientos de la neurociencia, las teorías más importantes en el desarrollo de la didáctica de las ciencias, las metodologías de enseñanza, así como sus componentes y no menos importante, los aspectos psicoeducativos de los alumnos.

Algunas de las conclusiones más relevantes extraídas de este proyecto son:

- Existen numerosas metodologías que favorecen un aprendizaje significativo y ninguna de ellas por si misma puede considerarse mejor que otra, sino que una combinación de estas conseguirán un efecto más deseable ya que permitirá atender a la diversidad de aprendizajes de nuestros alumnos.
- La neurodidáctica ha permitido comprender los procesos de aprendizaje que se dan en nuestros jóvenes y a desarrollar herramientas que se puedan aplicar en el aula. No obstante, las diversas teorías en torno a los aprendizajes del siglo pasado siguen todavía vigentes y sientan las bases de la didáctica de las ciencias.
- La normativa educacional exige una educación más evolucionada que evite el aprendizaje memorístico y fomente el desarrollo competencial, más valioso en la sociedad actual.
- Las numerosas aportaciones de las investigaciones didácticas sustentan la enseñanza basada en la indagación como una propuesta metodológica válida y de gran interés para la enseñanza-aprendizaje de las ciencias.
- Aportaciones como las de Ausubel ponen de relevancia la importancia de conocer las ideas previas para conocer lo que los estudiantes conocen o piensan sobre el contenido curricular en cuestión.
- El constructivismo cognitivo promueve acciones que orienten al alumno a hacer predicciones, realizar experimentos y recabar evidencias.
- Los procesos de enseñanza entre pares o grupos en un proceso de indagación favorecen la reflexión y la comprensión, como así afirmaba Vygostky.

Por último, gracias a la complementariedad de las teorías del aprendizaje se puede dar sentido y a construir propuestas centradas en los alumnos que sean capaces de fomentar su motivación, para que éstos desarrollen enfoques de aprendizaje profundos y el desarrollo de competencias que les permita utilizarlos no solo en el contexto académicos, sino en su futura vida laboral y social.

## 7. LIMITACIONES Y PROSPECTIVA

---

Toda metodología de nueva aplicación en el aula conlleva unas dificultades y unas limitaciones que a través de la aplicación y el tiempo serán harán más evidentes. No obstante, existen algunas limitaciones que a través del diseño de la unidad didáctica han ido apareciendo y podrían suponer alguna dificultad tanto para docente como alumnado.

Una de las limitaciones más evidentes es la adaptación de los contenidos a los proyectos propuestos. El currículo actual recoge numerosos contenidos, y tratar de trabajar todos estos contenidos con una metodología de este estilo supone realizar muchas pequeñas investigaciones, ya que muchos de los contenidos, aun siendo de la misma área de estudio resultan difíciles de relacionar y, por lo tanto, quedan inconexos. Por esta razón, se optó por escoger como hilo conductor los límites planetarios, de tal manera, que a través del análisis de la problemática asociada a 4 límites planetarios diferentes se pudieran integrar la mayor parte de los contenidos conceptuales del currículo.

Otra de las limitaciones es el tiempo, se propone al menos una salida al río, lo que requiere más de 50 minutos, experimentos de 4 semanas, y 4 proyectos con una duración variable en función de la libertad que disponga el alumno. Para enfrentar esta limitación se propone una temporalización abierta que permite al profesorado adaptar la duración de las actividades a las necesidades particulares del alumno.

Por supuesto, la metodología en sí misma tiene limitaciones que ya fueron expuestas en el punto 4.5. Además, el trabajo cooperativo requiere alumnos con actitud muy positiva frente al trabajo y frente a sus compañeros.

Por último, la alta carga lectiva en cuanto a número de horas se refiere puede suponer que el alumno acabe aburriéndose y, por tanto, desmotivado. Frente a esto sería conveniente establecer ciertos cambios en las actividades, como podría ser el uso de herramientas de juego, herramientas digitales o flipped classroom.

## 8. REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS

---

- Alberts, B. (2016) *Algunos pensamientos de un científico acerca de la indagación*.  
Everaert, C.; Harlen, W.; Bruce, A.; Bybee, R.; & Odonell, C. (2016). *Antología sobre indagación. Teorías y fundamentos de la ciencia basada en la indagación*. Innovación en la Enseñanza de la Ciencia, A.C. (INNOVEC)
- Attenborough, D., Rockström, J. (protagonistas) (2021). *Los límites de nuestro planeta: una mirada científica*. Documental. EEUU. Netflix
- Barberá, O., Valdés, P. (1996) El trabajo práctico en la enseñanza de las ciencias: una revisión. *Enseñanza de las Ciencias*, 14 (3), 365 -379.
- Biggs, J. B. (2005). *Calidad del aprendizaje universitario*. Madrid: Narcea
- Bunge, M. (1981). *La ciencia. Su método y su filosofía*. Buenos Aires. Siglo XX- (1985).  
*Seudociencia e ideología*. Madrid. Alianza Universidad.
- Bybee, R. (2016) *Enseñanza de la ciencia basada en la indagación*. En Everaert, C.; Harlen, W.; Bruce, A.; Bybee, R.; & Odonell, C. (2016). *Antología sobre indagación. Teorías y fundamentos de la ciencia basada en la indagación*. Innovación en la Enseñanza de la Ciencia, A.C. (INNOVEC)
- Caamaño, A., Jiménez Aleixandre M.P. (2003). *Enseñar ciencias*. Barcelona: Graó
- Cañal, P. (2012). *Saber de ciencia no equivale a tener competencia profesional para enseñar ciencias*. En Pedrinaci, E (coord.), *11 Ideas Clave. El desarrollo de la competencia científica* pp.217-239. Barcelona: Graó
- Crawford, B.A. (2000). *Embracing the essence of inquiry: new roles for science teachers*. *Journal of Research in Science Teaching*. Vol. 37, No. 9, pp. 916-937.
- Dyasi, H. (2014). *Enseñanza de la ciencia basada en la indagación: Razones por las que debe ser la piedra angular de la enseñanza y el aprendizaje de la ciencia* en Hubert, M., Dyasi, M., Harlen, W., Everaert, C., Robles, C.M. (2015). *La enseñanza de la Ciencia en la Educación Básica. Antología sobre Indagación*. 2015. Innovec. Mexico

- Educación en Ciencias Basada en la Indagación (2021). *Indagación Científica y su adecuación en el desarrollo curricular*. ECBI-Chile. <http://www.ecbichile.cl/home/metodo-indagatorio/>
- El diario de la educación (2021, Abril 27). Entrevista a César Coll (Entrevista). <https://eldiariodelaeducacion.com/2021/04/27/cesar-coll-seria-un-gran-logro-que-el-ministerio-y-las-ccaa-consensuaran-los-minimos-del-nuevo-curriculo/> Consultado el 04/05/2021
- El País (2019). *Informe PISA: España obtiene sus peores resultados en ciencias y se estanca en matemáticas*. [https://elpais.com/sociedad/2019/12/03/actualidad/1575328003\\_039914.html](https://elpais.com/sociedad/2019/12/03/actualidad/1575328003_039914.html)
- Engeln, K., Euler, M., y Maass, K. (2013). *Inquiry-based learning in mathematics and science: a comparative baseline study of teachers' beliefs and practices across 12 European countries*. *Zdm Mathematics Education*, 45 (6), 823-836.
- Everaert Maryssael, C. (2016). *La indagación y las teorías sobre el aprendizaje*. En Everaert, C.; Harlen, W.; Bruce, A.; Bybee, R.; & Odonell, C. (2016). *Antología sobre indagación. Teorías y fundamentos de la ciencia basada en la indagación*. Innovación en la Enseñanza de la Ciencia, A.C. (INNOVEC)
- Everaert, C.; Harlen, W.; Bruce, A.; Bybee, R.; & Odonell, C. (2016). *Antología sobre indagación. Teorías y fundamentos de la ciencia basada en la indagación*. Innovación en la Enseñanza de la Ciencia, A.C. (INNOVEC)
- Expert Group on Science Education (2015). *Science Education for responsible citizens*. Brussels.
- Fernández Manzanal, R.; Casal Jiménez, M. (1995) *La enseñanza de la ecología. Un objetivo de la educación ambiental*. "Enseñanza de las ciencias: revista de investigación y experiencias didácticas". Vol. 13, n.º 3, pp. 295-11, <https://raco.cat/index.php/Ensenanza/article/view/21419> [Consulta: 18-06-2021].
- Ferrés, C., Marbà, A., Santamartí, N. (2014). *Trabajos de indagación de los alumnos: instrumentos de evaluación e identificación de dificultades*. *Revista Eureka*

sobre Enseñanza y Divulgación de las Ciencias, vol. 12, núm. 1, 2015, pp. 22-37

Ferrés, C., Marbà, A., Santamartí, N. (2015). *¿Cómo evaluar los trabajos de indagación del alumnado?* Alambique, 80, pp. 1 -10.

Gott, R., Dugan, S. (1995). *Investigative work in the science curriculum*. Buckingham. Open University

Harlen, W. (2013). *Assessment & Inquires-Based Science Education: Issues in Policy and Practise*. Global Network of Science Academis (IAP Science Education Programme (SEP), Trieste.

Harlen, W. (2015) *La evaluación formativa y la enseñanza de la ciencia basada en la indagación* en Hubert, M., Dyasi, M., Harlen, W., Everaert, C., Robles, C.M. (2015). *La enseñanza de la Ciencia en la Educación Básica. Antología sobre Indagación*. 2015. Innovec. Mexico

Harlen, W. (2017) Jara, S., Harlen, W., Devés, R., López, P., Lerderman, N., Lederman, J. (2017). *La enseñanza de la ciencia en la Educación Básica. Antología sobre indagación. Formación docente. INNOVEC*

Hernández Moreno, E. M., (2010). *Aprendizajes, competencias y rendimiento académico en la titulación de estudios socioculturales de la Universidad de Cienfuegos* (Tesis doctoral). Universidad de Granada. Recuperado de: <https://digibug.ugr.es/bitstream/handle/10481/4971/18709576.pdf?sequence=1&isAllowed=y>. Accedido el 17 de junio de 2021

Informe PISA (2018). *PISA 2018. Programa para la evaluación internacional de los estudiantes. Informe Español*. Ministerio de Educación y Formación Profesional.

Jiménez, M.P. (2000) *Competencia social: intervención preventiva en la escuela. Infancia y Sociedad*. 24. Pp. 21- 48

Jiménez, M.P (2003) La enseñanza y el aprendizaje de la biología. En Jiménez, M.P. (coord.), Caamaño, A., Oñorbe, A., Pedrinaci, E., de Pro, A. (2003) Enseñar ciencias. Editorial Graó (Barcelona)

Jiménez, M.P., Pereiro, C., y Aznar, V. (1998) *Promoting reasoning and argument about enviromental issues*. II Conference of European Researchers in Didactics of Biology. Goteborg.

Ley Orgánica 2/2006, de 3 de mayo, de Educación. *Boletín Oficial del Estado*, núm. 106, de 4 de mayo de 2006, páginas 17158 – 17207. <https://www.boe.es/eli/es/lo/2006/05/03/2/con>

Ley Orgánica 3/2020, de 29 de diciembre, por la que se modifica la Ley Orgánica, de 3 de mayo, de Educación. *Boletín Oficial del Estado*, núm. 340, de 30 de diciembre de 2020, páginas 122868 – 122953.

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

López Fernández, M.V. (2017). *Madurez vocacional, motivación en el aprendizaje y estilos educativos paternos en alumnos de 4º ESO y 1º Bachillerato*. (Tesis doctoral) Universidad de Extremadura. Recuperada de [http://dehesa.unex.es/bitstream/10662/6440/1/TDUEX\\_2017\\_%20Lopez\\_Fernandez.pdf](http://dehesa.unex.es/bitstream/10662/6440/1/TDUEX_2017_%20Lopez_Fernandez.pdf)

Martin-Hansen, L., (2002) *Defining Inquiry*. *The Science Teacher*, 69(2), 34-37

Ministerio de Educación y Formación Profesional (2020). *La reforma del currículo en el marco de la LOMLOE. Documento base. Claves para el diálogo*. Secretaria de Estado de Educación. <https://curriculo.educacion.es/wp-content/uploads/2020/11/DOCUMENTO-BASE-CURRICULO-MEFP-NOV-2020.pdf>

Montero-Pau, J.; Tuzón, P. (2017) «*Inquiry-based science education in primary school in Spain teachers' practices*». *Enseñanza de las ciencias: revista de*

investigación y experiencias didácticas, [en línea], pp. 2237-42, <https://raco.cat/index.php/Ensenanza/article/view/337605>

Mora Muñoz, L.A. (2010). *Fundamentos y perspectivas de la metodología indagatoria. La indagación como modelo de enseñanza de las ciencias en Chile*. Editorial Académica Española, Alemania.

Motalvo-Aguilar, M., Armenta-Velázquez, J.L., Gutiérrez- Méndez, F., Bazán- De Santillana, I., Castañeda-Andrade, I., Chávez-Montes de Oca, V.G., Acevedo-Marrero, M.A., Sánchez-Valdivieso, E., (2013) Desempeño académico en el primer año de medicina: relación con intereses vocacionales, actitud ante el estudio y fuerza de motivación. Departamento de Investigación. Universidad Cristóbal Colon. México. Recuperado de: <https://scielo.isciii.es/pdf/fem/v16n2/original6.pdf>

Napal, M., Zudarire, M.I. (2019). *STEM. La enseñanza de las ciencias en la actualidad*. Dextra Editorial.

National Research Council (1996). *National science education standards*. National Academy Press, Washington, DC.

National Research Council (2012). *A framework for K-12 science education: Practices, crosscutting concepts, and core ideas*. National Academy Press, Washington, DC.

Orden ECD/65/2015, de 21 de enero, por la que se describen las relaciones entre las competencias, los contenidos y los criterios de evaluación de la educación primaria, la educación secundaria obligatoria y el bachillerato. *Boletín Oficial del Estado*, núm. 25, de 29 de enero de 2015, páginas 6986 – 7003. <https://www.boe.es/eli/es/o/2015/01/21/ecd65>

Orden EDU/362/2015, de 4 de mayo, por la que se establece el currículo y se regula la implantación, evaluación y desarrollo de la educación secundaria obligatoria de la Comunidad de Castilla y León. *Boletín Oficial de Castilla y León*; núm. 86, de 8 de mayo de 2015. <https://www.educa.jcyl.es/es/informacion/normativa->

[educacion/educacion-universitaria-1e800/educacion-secundaria-obligatoria-bachillerato/orden-edu-362-2015-4-mayo-establece-curriculo-regula-implan](#)

- Pedrinacci, E. (coord.); Caamaño, A., Cañal, P., y de Pro, A. (2012). *11 ideas clave. El desarrollo de la competencia científica*. Editorial Graó
- Pintrich, P.R., De Groot, E.V. (1990). *Motivational and self-regulated learning components of classroom academic performance*. *Journal of Educational Psychology* 82(1), p.33-40
- Real Decreto 1105/2014, de 26 de diciembre, por lo que se establece el currículo básico de la Educación Secundaria Obligatoria y del Bachillerato. *Boletín Oficial del Estado*, núm. 3, de 3 de enero de 2015, páginas 169 – 546.
- Real Decreto 1631/2006, de 29 de diciembre, por el que se establecen las enseñanzas mínimas correspondientes a la Educación Secundaria Obligatoria. *Boletín Oficial del Estado*, núm. 5, de 5 de enero de 2007, páginas <https://www.boe.es/eli/es/rd/2006/12/29/1631/con>
- Recomendación del Consejo, de 22 de mayo de 2018, relativa a la promoción de los valores comunes, la educación inclusiva y la dimensión europea de la enseñanza. *Diario Oficial de la Unión Europea*, núm. 444, de 10 de diciembre de 2018, páginas 1 – 8. <https://www.boe.es/doue/2018/444/Z00001-00008.pdf>
- Resnik, L.B. (1983) *Mathematics and Science Constructively*. Thomson Learning Australia 4th edition.
- Roseth, C., Johnson, D., Johnson, R. (2008). *“Promoting early adolescents achievement and peer relationships: the effects of cooperative, competitive and individualistic goal structures”*. *Psychological Bulletin*, 134.
- Soler Contreras, M. G.; Romero Vanegas, L. A., (2014). *Análisis de los enfoques de aprendizaje en estudiantes de jornada nocturna en relación con actividades lúdicas y recreativas basadas en el juego*. *Lúdica Pedagógica*, Bogotá, v. 19, n. 1, p. 101-10.

- Soler, M.G., Cárdenas, F.A., Hernández-Pina, F., (2018). *Enfoques de enseñanza y enfoques de aprendizaje: perspectivas teóricas promisorias para el desarrollo de investigaciones en educación en ciencias*. Ciênc. Educ. Bauru, v.24, n.4, p. 993-1012. doi: <https://doi.org/10.1590/1516-731320180040012>
- Sosa, D.M. (2014). *Relación entre auto concepto, ansiedad e inteligencia emocional: eficacia de un programa de intervención en estudiantes adolescentes* (Tesis doctoral). Recuperada de [http://dehesa.unex.es/bitstream/handle/10662/1678/TDUEX\\_2014\\_Sosa\\_Baltasar.pdf](http://dehesa.unex.es/bitstream/handle/10662/1678/TDUEX_2014_Sosa_Baltasar.pdf)
- Tamir, P., Nussinovitz, R. y Friedler, Y. (1982). *The design and use of a Practical Test Assessment Inventory*. Journal of Biological Education, 16, 42-50.
- Viennot, L. (2011). "Els molts reptes d'un ensenyament de les Ciènces basat en la indagació: ens aportarà múltiples beneficis en l'aprenentatge?". Ciènces, núm. 8, pp. 22-36.
- Zabalza Beraza, M.A. (2011). *Metodología docente*. Revista de Docencia Universitaria. REDU. Monográfico: El espacio europeo de educación superior. ¿Hacia dónde va la Universidad Europea? 9 (3), 75-98. <http://redaberta.usc.es/redu>

## 9. ANEXOS

---

### 9.1 ANEXO I. ÍNDICE DE LA MEMORIA DE LOS PROYECTOS

Tabla 5. Índice de la memoria de los proyectos

ÍNDICE MEMORIA
<ol style="list-style-type: none"><li>1. Identificación del problema (Actividad 7)<ol style="list-style-type: none"><li>a. Contextualización y descripción del problema en nuestra área</li><li>b. Factores ambientales que condicionan el mantenimiento de los ecosistemas y la biodiversidad (1.1)</li><li>c. Adaptaciones o cambios que se han producido como consecuencia de la perturbación (2.1 y 3.1)</li><li>d. Relaciones de competencia interespecífica e intraespecífica</li></ol></li><li>2. Identificación de variables (Actividad 8)</li><li>3. Formulación de hipótesis (Actividad 9)<p><i>” Si pensamos que.....entonces observaremos que...” o si la variable A aumenta/disminuye entonces observaremos que la variable B aumenta/disminuye...”</i></p></li><li>4. Planificación de la investigación (Actividad 10 y 11)</li><li>5. Recogida y tratamiento de los datos (Actividad 12 y 13)</li><li>6. Análisis de los datos y conclusiones (Actividad 14)</li><li>7. Meta reflexión (Actividad 14)</li></ol> <p>*La memoria solo la realizará un grupo, aunque el resto de los grupos participen en todas las actividades.</p>

## 9.2 ANEXO II. RÚBRICA EVALUACIÓN DE LOS TRABAJOS DE INDAGACIÓN

Tabla 6. Rúbrica de evaluación de los trabajos de indagación

<b>IDENTIFICACIÓN DE PROBLEMAS INVESTIGABLES</b>	0	No identifica problemas o no plantea problemas o plantea problemas inabordables
	1	Plantea problemas con formulación ambigua o genérica o mal formulados
	2	Identifica problemas de investigación adecuados y concreta interrogantes
<b>FORMULACIÓN DE HIPÓTESIS</b>	0	No plantea hipótesis o no identifica hipótesis o plantea hipótesis sin sentido
	1	Plantea hipótesis sin relación con el problema o los objetivos
	2	Formula hipótesis ambiguas o con errores de lógica o mal formuladas o solo emite predicciones
	3	Plantea hipótesis en forma de deducción y que encajan con los problemas de investigación
	4	Plantea hipótesis que encajan con el problema de investigación y las describen en forma de deducción y con referencia al modelo: "Si pensamos que... entonces si...observaremos que..."
<b>IDENTIFICACIÓN DE VARIABLES</b>	0	El diseño debería contemplar variables y no las tiene en cuenta
	1	No identifica ni VI ni VD o no las sabe concretar a pesar de haberlas considerado en el diseño
	2	Confunde VI y VD o propone VI y VD que no encajan con las hipótesis formuladas
	3	Identifica VI y VD pero de manera inconcretas o imprecisa
	4	Identifica y define VI y VD apropiadas, que encajan con las hipótesis
<b>PLANIFICACIÓN DE LA INVESTIGACIÓN</b>	0	No hay o no propone diseño experimental o metodológico o lo hay pero no lo identifica
	1	El diseño metodológico no permite comprobar las hipótesis
	2	El diseño metodológico solo permite una comprobación parcial de las hipótesis
	3	El diseño metodológico ofrece una adecuada comprobación de las hipótesis, pero no propone réplicas ni explica controles o el control es incompleto o descripción incompleta del diseño
	4	El diseño metodológico ofrece una adecuada comprobación de las hipótesis, con réplicas y control

<b>RECOGIDA Y PROCESAMIENTO DE DATOS</b>	0	No hay recogido datos de investigación ni los ha generado en experimentos u observaciones ni los ha obtenido de fuentes de datos
	1	Recogida de datos incompleta, con falta de precisión, o con déficit en la aplicación de técnicas y medidas, tratamiento inadecuado o incompleto de los datos, gráficos sin títulos o con título inadecuados y cálculos con incorrecciones
	2	Recogida de datos con errores o imprecisiones o que muestra falta de comprensión de los procedimientos y/o con evidencia de falta de relación entre los datos y las hipótesis testeadas, pero con tratamiento adecuado de los datos y la representación gráfica
	3	Recogida de datos metódica, con buena comprensión y ejecución de las técnicas y medidas, que aportan datos relacionados con las hipótesis, con buen tratamiento matemático y gráfico, pero sin réplicas y con control insuficiente
	4	Recogida de datos metódica, adecuada y suficiente con buena comprensión y ejecución de las técnicas y medidas, buen tratamiento matemático de los datos, y con réplicas y controles
<b>ANÁLISIS DE DATOS Y OBTENCIÓN DE CONCLUSIONES</b>	0	Sin análisis de datos
	1	Análisis deficiente y conclusiones no fundamentadas en datos
	2	Conclusiones muy similares a los resultados, sin interpretación ni análisis de datos. No coordina justificaciones teóricas con pruebas empíricas
	3	Análisis incompleto o poco fundamentado en los datos o basado en datos poco fiables, "simplista"
	4	Análisis de datos bien fundamentado y conclusiones basadas en pruebas. Coordina justificaciones teóricas con pruebas empíricas

### 9.3 ANEXO III. DESCRIPTORES DE LOS NIVELES DE COMPETENCIA DE INDAGACIÓN

Tabla 7. Niveles de competencia de indagación

DESCRIPCIÓN DE LOS NIVELES DE COMPETENCIA DE INDAGACIÓN O NCI	
(Valor NPTAI)	Competencias de indagación mostradas por el alumnado de este nivel (en su aplicación se han evaluado 5 categorías de las 7 del NPTAI)
<b>INDAGADOR (14-16)</b>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Identifica problemas de investigación, plantea problemas adecuados y concreta interrogantes</li> <li>• Plantea hipótesis en forma de deducción y que encajan con el problema de investigación y lo hace con referencia a un modelo o concepto científico</li> <li>• Planifica un diseño experimental o una obtención de datos que ofrece una adecuada comprobación de las hipótesis, con réplicas y controles, y hace una buena descripción del proceso metodológico</li> <li>• Identifica VI y VD, algunas veces de manera incompleta o imprecisa</li> <li>• Recogida de datos metódica, adecuada y suficientes, buen tratamiento de datos y réplicas y controles</li> <li>• Análisis de datos bien fundamentado y conclusiones basadas en pruebas. Coordina justificaciones teóricas con pruebas empíricas</li> <li>• Reflexión: hace una buena descripción de los procesos de indagación científica</li> </ul>
<b>INDAGADOR INSEGURO (11-13)</b>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Identifica problemas de investigación, plantea problemas adecuados y concreta interrogantes, algunas veces con formulación ambigua</li> <li>• Planifica un diseño experimental o una obtención de datos que ofrece una adecuada comprobación de las hipótesis, casi siempre con réplicas y controles y/o con una descripción incompleta del diseño metodológico</li> <li>• No identifica las variables, no sabe concretar VI y VD o confunde VI y VD o propone VI y VD que no encajan con las hipótesis o identifica VI y VD de manera imprecisa</li> <li>• Recogida de datos metódica, buen tratamiento matemático y gráfico, pero no siempre con réplicas y controles suficientes</li> <li>• Análisis de datos incompleto o poco fundamentado en algunos aspectos</li> <li>• Reflexión: hace una descripción incompleta de los pasos de los procesos de indagación científica y/o con confusión de conceptos o ideas puramente inductivistas</li> </ul>
<b>INDAGADOR INCIPIENTE (8-10)</b>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Déficits en dos o tres categorías de "Identificación de problemas investigables", "Formulación de hipótesis", "Identificación de variables"</li> <li>• Planifica un diseño metodológico que ofrece una adecuada comprobación de las hipótesis, pero con déficits en réplicas y controles y con una descripción incompleta del proceso metodológico</li> <li>• Recogida de datos con errores o imprecisiones y/o con evidencia de falta de relación entre los datos y las hipótesis, pero con tratamiento adecuado de los datos y su representación gráfica</li> </ul>

	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Conclusiones muy similares a los resultados, sin interpretación ni análisis de datos. No coordina justificaciones teóricas con pruebas empíricas</li> <li>• Reflexión: hace una descripción incompleta de los procesos de indagación científica y/o con confusión de conceptos o con ideas puramente inductivistas.</li> </ul>
<b>PRECIENTÍFICO (6-7)</b>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Plantea problemas con formulación ambigua o genérica o mal formulados o no identifica problemas</li> <li>• Formula hipótesis ambiguas, con errores de lógica, mal formuladas, o confunde hipótesis y problemas</li> <li>• Planifica un diseño metodológico que solo permite una comprobación parcial de las hipótesis, sin réplicas ni controles</li> <li>• No identifica variables</li> <li>• Recogida de datos incompleta, con falta de precisión o con déficits en la aplicación de técnicas, tratamiento inadecuado o incompleto de los datos, gráficos sin títulos o con títulos inadecuados y cálculos con incorrecciones</li> <li>• Análisis deficiente y conclusiones no fundamentadas en datos</li> <li>• Reflexión: no sabe describir las características de los procesos de indagación científica o hace una descripción incompleta y/o con confusión de conceptos o ideas puramente inductivistas</li> </ul>
<b>ACIENTÍFICO (0-5)</b>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• No identifica problemas o plantea problemas inabordables o los plantea con formulación ambigua</li> <li>• No plantea hipótesis o no identifica hipótesis o plantea hipótesis sin sentido o sin relación con el problema</li> <li>• No propone diseño metodológico no hay diseño, pero no lo identifica o el diseño solo permite una comprobación parcial de las hipótesis</li> <li>• El procedimiento no contempla variables o no las identifica o no las sabe concretar</li> <li>• No ha recogido datos o la recogida de datos es muy incompleta y su tratamiento inadecuado</li> <li>• Sin análisis de datos o con un análisis de datos deficiente y conclusiones no fundamentadas</li> <li>• No sabe describir las características de los procesos de indagación: errores, tautologías</li> </ul>

## 9.4 ANEXO IV. RÚBRICA DE EVALUACIÓN DE TRABAJO EN EQUIPO Y

### EXPOSICIÓN

Tabla 8. Rúbrica de evaluación del trabajo en equipo y exposición

CRITERIOS	1 INSUFICIENTE	2 MEJORABLE	3 SATISFACTORIO	4 EXCELENTE
<b>TRABAJO EN EQUIPO</b>				
<b>Contribución Participación</b>	Nunca ofrece ideas en las actividades, ni propone sugerencias de mejora. En ocasiones dificulta las propuestas e otros para alcanzar los objetivos del grupo.	Algunas veces ofrece ideas para realizar el trabajo. Pero nunca propone sugerencias para su mejora. Acepta las propuestas de otras para alcanzar los objetivos del grupo.	Ofrece ideas para realizar el trabajo, aunque pocas veces propone sugerencias para su mejora. Se esfuerza para alcanzar los objetivos del grupo.	Siempre ofrece ideas para realizar el trabajo y propone sugerencias para su mejora. Se esfuerza para alcanzar los objetivos del grupo.
<b>Actitud</b>	Muy pocas veces escucha y comparte las ideas de sus compañeros. No ayuda a mantener la unión en el grupo.	A veces escucha las ideas de sus compañeros, y acepta integrarlas. No le preocupa la unión en el grupo.	Suele escuchar y compartir las ideas de sus compañeros, pero no ofrece como integrarlas. Colabora en mantener la unión en el grupo.	Siempre escucha y comparte las ideas de sus compañeros e intenta integrarlas. Busca cómo mantener la unión en el grupo.
<b>Resolución de conflictos</b>	En situaciones de desacuerdo o conflicto, no escucha otras opiniones o acepta sugerencias. No propone alternativas y le cuesta aceptar el consenso o la solución.	En situaciones de desacuerdo o conflicto, pocas veces escucha otras opiniones o acepta sugerencias. No propone alternativas para el consenso pero los acepta.	En situaciones de desacuerdo o conflicto, casi siempre escucha otras opiniones y acepta sugerencias. A veces propone alternativas para el consenso o solución.	En situaciones de desacuerdo o conflicto, siempre escucha otras opiniones y acepta sugerencias. Siempre propone alternativas para el consenso o la solución.
<b>Funciones y responsabilidades</b>	Solo un miembro del equipo (o ninguno) ha ejercido bien sus funciones y ha cumplido con sus	Solo la mitad de los componentes del equipo ha ejercido bien sus funciones y ha cumplido con	La mayor parte de los miembros del equipo ha ejercido sus funciones y ha cumplido con sus	Todos los miembros del equipo han ejercido muy bien sus funciones y han cumplido a la perfección sus

	responsabilidades.	responsabilidades.	responsabilidades.	responsabilidades.
<b>EXPOSICIÓN</b>				
<b>Expresión oral</b>	Habla claramente durante toda la presentación. Su tono de voz es adecuado.	Habla claramente durante la mayor parte de la presentación. Su tono de voz es adecuado.	Presenta algunos problemas en cuanto al ritmo, el tono o la acústica que impide que el mensaje en ocasiones no sea claro.	Presenta problemas hablando, y la mayor parte del tiempo lo habla claramente. Su tono de voz no es adecuado para mantener la atención.
<b>Tiempo</b>	La exposición no supera los 10 minutos de duración.			La exposición supera los 10 minutos de duración.
<b>Soporte</b>	La exposición se acompaña de soportes visuales especialmente atractivos y de mucha calidad.	La exposición se acompaña de soportes visuales interesantes.	Los soportes visuales son de mala calidad o no añaden información relevante.	No se usan soportes visuales o estos no son muy adecuados.