

**MÁSTER DE FORMACIÓN DE PROFESORADO
DE EDUCACIÓN SECUNDARIA OBLIGATORIA,
BACHILLERATO, FORMACIÓN PROFESIONAL
Y ENSEÑANZA DE IDIOMAS
ESPECIALIDAD DE BIOLOGÍA Y GEOLOGÍA**



Universidad de Valladolid

**ENSEÑANZA DEL MUNDO VEGETAL EN 1º DE
BACHILLERATO**

Autora: Irene Aguado Campo

Tutora: Raquel Muñoz Martínez

Curso 2022/2023

Resumen

El presente Trabajo de Fin de Máster presenta y desarrolla un proyecto didáctico para la asignatura de Biología, Geología y Ciencias Ambientales de primero de Bachillerato. El proyecto titulado “La ciencia de las plantas” tiene como objetivo principal enseñar el mundo vegetal de una forma práctica, motivadora y de forma integrada a través del currículo de la asignatura. Para que, de esta manera, el alumnado pueda apreciar la importancia de las plantas en el funcionamiento y mantenimiento de la vida. A través del desarrollo de cuatro situaciones de aprendizaje diferentes, se trabajarán diversos aspectos de las plantas desde diferentes perspectivas: la evolución, la fisiología vegetal, los ecosistemas y la sostenibilidad; todas ellas englobadas en el contexto del proyecto didáctico de “La ciencia de las plantas”. Se espera que su puesta en práctica ayude a la comprensión del mundo vegetal desde un punto de vista integrado y no de forma aislada, para asegurar un aprendizaje significativo, que el alumnado pueda integrar en sus conocimientos, pueda aplicarlo en la comprensión de su entorno vital, para ser más conscientes de su importancia y trabajar para su conservación y la consecución de un futuro sostenible.

Palabras clave: Plantas, mundo vegetal, evolución, adaptaciones, fisiología vegetal, ecosistemas, sostenibilidad, proyecto didáctico, aprendizaje activo.

Abstract

This Master's thesis presents and develops a didactic project for the subject Biology, Geology and Environmental Sciences in the first year of the baccalaureate. The main objective of the project entitled "The science of plants" is to teach the world of plants in a practical, motivating and integrated way. In this context students could appreciate the importance of plants in the functioning and maintenance of life. Through the development of four different learning situations, various aspects of plants will be worked on from different perspectives: evolution, plant physiology, ecosystems and sustainability; all of them encompassed in the context of the didactic project "The science of plants". It is hoped that the project will help students to understand the plant world from an integrated point of view to ensure meaningful learning which students can integrate into their knowledge and apply it to their understanding of their living environment, to be more aware of its importance and to work for its conservation and the achievement of a sustainable future.

Key words: Plants, plant world, evolution, adaptations, plant physiology, ecosystems, sustainability, didactic project, active learning.

ÍNDICE

1. Introducción y justificación.....	3
2. Objetivos generales y didácticos.....	4
3. Componentes del currículo en la Ley Orgánica de Modificación de la Ley Orgánica de Educación (LOMLOE).....	5
4. Metodología.....	7
5. Contexto educativo	8
6. Desarrollo del proyecto didáctico “La ciencia de las plantas”	9
6.1. Descripción del proyecto y temporalización	9
6.2. Objetivos didácticos específicos.....	13
6.3. Contenidos tratados en el proyecto	14
6.4. Metodología didáctica	16
6.5. Competencias específicas trabajadas a través del proyecto	17
6.6. Evaluación de las situaciones de aprendizaje dentro de la programación del curso.	19
6.7. Medidas de atención a la diversidad	22
6.8. Situaciones de aprendizaje	23
Situación de aprendizaje 1. Evolución y adaptaciones de las plantas.....	23
Situación de aprendizaje 2. “Trabajo de investigación. Cultivos hidropónicos”.	35
Situación de aprendizaje 3. “Salida de campo. El papel de las plantas en los ecosistemas”.	49
Situación de aprendizaje 4. Elaboración de un póster ilustrativo y exposición pública. Ilustrando la ciencia de las plantas.....	61
7. Conclusiones.....	69
8. Referencias	69
9. Anexos.....	73

1. Introducción y justificación

La vida en nuestro planeta, las relaciones entre los diferentes seres vivos, la biodiversidad y el camino hacia la sostenibilidad, no se pueden explicar sin la existencia de los organismos vegetales (Daily, 2009). Es por ello, que el conocimiento de estos organismos y sus relaciones con el ambiente cobran una especial importancia.

La visión antropocéntrica y zoocéntrica que se suele tener, hace que comprendamos más fácilmente las relaciones de los animales y su fisiología, mientras que las plantas quedan más lejanas, por lo que son más complicadas de entender. En este aspecto, se habla del concepto *Plantblindness* o ceguera hacia las plantas. En relación a este concepto, distintos estudios como el de Achurra (2022), señalan la importancia de vencer esa ceguera hacia las plantas para entenderlas y como motor necesario para conseguir un planeta futuro sostenible con el medio ambiente. Es necesario comprender, a través del estudio de las plantas y su relación con la especie humana, que los humanos formamos parte de un sistema que no puede ser objeto de dominación, sino de cuidado y admiración (Knapp, 2019). Además de curar los síntomas del *Plantblindness*, para acercarnos más al mundo vegetal, es importante entender correctamente procesos como el de la fotosíntesis y comprender así, desde la base, cuál es el impacto de las plantas en términos ecológicos, como su papel en las cadenas tróficas, su aporte energético y su importancia ante el cambio climático, así como entenderlo todo de una forma íntegra y no compartimentalizada (Jančaříková & Jančařík, 2022).

Conocer y motivar en el aprendizaje del mundo vegetal podría ser clave para conseguir un mundo en el que el desarrollo sostenible sea posible, ya que podría inspirar a los alumnos a profundizar en la materia en sus estudios futuros e investigar para frenar muchos de los problemas ambientales que tiene nuestro planeta (Naas, 2011).

La importancia del mundo vegetal es muy amplia. Las plantas dotan de energía y oxígeno a los ecosistemas, siendo la base que sustenta las diferentes formas de vida. Absorben dióxido de carbono de la atmósfera para generar energía para el sistema, previenen la erosión del suelo con sus raíces, fijan nitrógeno atmosférico para incorporarlo al ciclo del nitrógeno y enriquecer los suelos (Negrutiu *et al* 2019). Además, se está profundizando en el estudio de la importancia de las plantas para regular el ciclo del agua, gracias a sus impresionantes características para conseguir agua incluso en los ecosistemas más secos (Rockwell & Sage, 2022).

Aparte de los servicios ecosistémicos que aporta el mundo vegetal, no nos podemos olvidar de los servicios aportados por las plantas para el bienestar de los humanos como: la

alimentación, los usos medicinales, en biotecnología, las materias primas, como la explotación de madera de los bosques, el uso textil o toda la cultura que existe asociada a las plantas (Pandita *et al.*, 2021).

Por todo lo anterior, las plantas y sus relaciones tienen un papel crucial en el mantenimiento del equilibrio de los ecosistemas y en lo que nos aportan a los humanos. Sin embargo, la importancia y el potencial de las plantas, no suelen estar planteados en los contextos educativos con la relevancia que tienen (Bampi *et al.* 2014). A pesar de los numerosos estudios sobre la educación y el mundo vegetal, se suele tener una visión poco dinámica y motivadora de la enseñanza de esta materia (Mayoral García-Berlanga, 2019).

Por otra parte, promover, a nivel educativo, la preocupación por el medio ambiente a través de la conservación de las plantas, constituye una necesidad para la consecución de los Objetivos de Desarrollo Sostenible (Sharrock & Jackson, 2017). De forma general, una educación que integre el concepto de sostenibilidad y los Objetivos de Desarrollo Sostenible (Programa Naciones Unidas para el Desarrollo, 2015), es cada vez más necesaria. Para ello, es de vital importancia, acercar la ciencia a la escuela, conocer las implicaciones ambientales que tienen los actos que realizamos para poder tomar mejores decisiones para asegurar un futuro sostenible (Morduchowicz, 2018).

Dada la importancia de lo anteriormente expuesto, este Trabajo de Fin de Máster propone un proyecto didáctico denominado “La ciencia de las plantas” que se basa en el aprendizaje por competencias. El proyecto está dirigido a alumnos de primero de bachillerato, de la asignatura de Biología, Geología y Ciencias Ambientales, y está constituido por cuatro situaciones de aprendizaje integradas a lo largo del currículo, que confieren al alumnado distintas perspectivas sobre el aprendizaje de las plantas (evolución, fisiología y ecosistemas) para integrar los conocimientos y entenderlos de manera global. De una manera atractiva, práctica y motivadora, se trata de asegurar la adquisición, tanto de los conocimientos, como de la sensibilidad hacia las plantas en el ecosistema. Así como de despertar el interés científico para incrementar las posibilidades de éxito en futuros estudios científicos y en investigaciones aplicables que sean claves para la sostenibilidad de nuestro planeta.

2. Objetivos generales y didácticos

La ejecución del proyecto didáctico “La ciencia de las plantas” que presenta este Trabajo de Fin de Máster, persigue la consecución total o parcial de los siguientes objetivos generales y didácticos:

- Desarrollar, desde un punto de vista integrado, un proyecto didáctico que ponga de manifiesto la importancia del mundo vegetal.
- Elaborar situaciones de aprendizaje (SA) que favorezcan en el alumnado un aprendizaje significativo sobre el mundo vegetal y su importancia en el mantenimiento de la vida.
- Despertar la curiosidad y la motivación en el alumnado en el estudio de las plantas.
- Acercar al alumnado el trabajo que se realiza en proyectos de investigación científica.
- Despertar el interés por la investigación científica y, en concreto, dentro del mundo vegetal, como motor para el cambio hacia el desarrollo sostenible.
- Desarrollar en el alumnado una conciencia crítica sobre los servicios que nos aportan las plantas.
- Concienciar y sensibilizar al alumnado de la importancia del cuidado y conservación de las plantas como base del medio ambiente.

3. Componentes del currículo en la Ley Orgánica de Modificación de la Ley Orgánica de Educación (LOMLOE)

Este trabajo sigue las directrices de la nueva ley de educación, la Ley Orgánica de Modificación de la Ley Orgánica de Educación (LOMLOE). Los conceptos básicos de esta nueva legislación se irán detallando a lo largo del documento, siendo los principales, a tener en cuenta: los objetivos, los contenidos, las competencias clave, las competencias específicas, los criterios de evaluación y las situaciones de aprendizaje.

Para realizar la propuesta, se ha tenido en cuenta, concretamente, el Decreto 40/2022, de 29 de septiembre, por el que se establece la ordenación y el currículo del bachillerato en la Comunidad de Castilla y León para la asignatura de Biología, Geología y Ciencias Ambientales de primero de bachillerato. Esta materia contribuye a la adquisición de una serie de **objetivos de etapa** tales como *“la integración del alumnado en una sociedad democrática, responsable y tolerante, fomentando la construcción de una sociedad más justa y ecuánime”*. También desarrolla la madurez del alumnado, indispensable para la resolución de conflictos de la sociedad de una manera respetuosa. Así mismo, el proporcionar al alumnado diferentes situaciones de aprendizaje basadas en el mundo real, contribuye a que el alumnado desarrolle su capacidad crítica, emprendedora y colaborativa. Por otra parte, contribuye a la práctica de la expresión oral y escrita de la lengua, al uso de las tecnologías de la información y la comunicación, y al aprendizaje de la aplicación del método científico y de

la investigación en experiencias de laboratorio. Todo ello contribuye a fomentar una actitud comprometida con la lucha contra el cambio climático y la consecución del desarrollo sostenible.

El currículo de las diferentes asignaturas está dividido en diversos **bloques de contenidos** que ocupan todo el curso escolar y que contienen los contenidos que se van a aprender en clase.

Uno de los aspectos en los que esta ley pone el foco es en el alcance de las **competencias clave** por parte de los alumnos al finalizar la etapa de bachillerato. Las competencias clave son: la competencia lingüística, la competencia matemática y en ciencia y tecnología (STEM), la competencia digital, la competencia en conciencia y expresión culturales, competencia plurilingüe, competencia emprendedora, competencia plurilingüe, competencia emprendedora, competencia ciudadana y competencia social y de aprender a aprender. Estas competencias abarcan diferentes áreas, pero todas ellas están interrelacionadas, se solapan y engloban todas las materias. Cada una de ellas integra tres aspectos en cuanto a conocimientos (cognitivo), habilidades (instrumentales) y principios o valores (actitudinales). La consecución de las competencias permite que el alumno, no sólo adquiera unos conocimientos, sino que, además, sea capaz de aplicarlos en su vida en la sociedad con respeto y tolerancia.

En niveles más concretos, están las **competencias específicas**, que son diferentes en cada materia, y se relacionan con los criterios de evaluación, con los contenidos de cada materia y con las competencias clave a través de los descriptores de salida. Los descriptores de salida se representan con siglas que pertenecen a las competencias clave. Los **criterios de evaluación**, que se relacionan con las competencias, aseguran que haya una evaluación objetiva y competencial del alumnado, para que éstos puedan llevar un seguimiento y retroalimentación de su proceso de aprendizaje.

Un aspecto importante de la ley de educación (LOMLOE) son las **situaciones de aprendizaje**. Estas situaciones son conjuntos de actividades relacionadas entre sí y que contribuyen al desarrollo de las competencias. A la hora de diseñar las situaciones de aprendizaje, se ha de tener en cuenta que el aprendizaje debe ser competencial.

4. Metodología

Este trabajo se ha realizado mediante la búsqueda de bibliografía relacionada con el mundo vegetal y su didáctica. Para la búsqueda bibliográfica se han empleado fuentes como Google Scholar, Pubmed, Scopus, la revista Enseñanza de las Ciencias y Perplexity.

El principio del trabajo consistió en la lectura de múltiples artículos relacionados con las plantas y su importancia a través de varias perspectivas, y artículos de didáctica del mundo vegetal. A partir de ahí y junto con la ley de educación LOMLOE, se comenzaron a pensar y diseñar cuatro situaciones de aprendizaje que conforman el proyecto “La ciencia de las plantas”. Estas situaciones de aprendizaje son muy diferentes entre sí, pero están conectadas, por lo que se ha requerido una planificación adecuada.

El diseño de la **situación de aprendizaje 1** “Evolución y adaptaciones de las plantas” fue complejo en la búsqueda de artículos científicos adaptados al nivel de conocimientos del alumnado. Para lo que se optó por trabajar en el aula con una noticia referida a un artículo de investigación y con una figura del artículo original. Por otra parte, los alumnos tienen que hacer un trabajo de búsqueda de un artículo científico y llevar a cabo el análisis y síntesis de partes del mismo. Supone un esfuerzo cognitivo alto para el alumnado que servirá para acercar la forma de trabajar en la ciencia y los artículos científicos como fuentes fiables de información. La docente servirá de guía en el proceso para ayudar en caso de que tengan dudas o no entiendan algunos conceptos más complejos. Además, habrá una segunda opción de trabajo por si no encontraran un artículo concreto que puedan entender y sobre el que trabajar.

Para el diseño de la **situación de aprendizaje 2** “Trabajo de investigación. Cultivos hidropónicos”, se ha combinado el estudio en artículos científicos relacionados, con la visita de páginas webs especializadas en horticultura. De esta manera, se ha diseñado una forma de cultivo que puede ser aplicable en el laboratorio del instituto.

Para el diseño de la **situación de aprendizaje 3** “Salida de campo. El papel de las plantas en los ecosistemas”, se consultó el Cuarto Inventario Forestal Nacional de la provincia de Valladolid (2021) con el fin de obtener una lista de los espacios naturales cerca de la ciudad de Valladolid. Una vez elegida la Reserva Natural de las Riberas de Castronuño, se procedió a buscar una ruta en la que sería más conveniente realizar la visita. Esto se hizo a través de

experiencias previas y gracias a la página web de wikiloc, donde se pudo obtener el track y la información de la ruta.

A modo de cierre del proyecto de “La ciencia de las plantas”, dado su carácter integrador, era necesario hacerlo con una situación de aprendizaje que unificara todos los aprendizajes adquiridos. De ahí nace la **situación de aprendizaje 4** “Elaboración de un póster ilustrativo y exposición pública. Ilustrando la ciencia de las plantas”.

Tras el desarrollo de las situaciones de aprendizaje se procedió a dar forma al resto del trabajo, sin perder de vista el proyecto desarrollado como eje central de este Trabajo de Fin de Máster “La ciencia de las plantas”.

5. Contexto educativo

La propuesta didáctica se llevará a cabo en un instituto de la ciudad de Valladolid en la asignatura de Biología, Geología y Ciencias Ambientales del primer curso de bachillerato modalidad de ciencias. Este centro está situado en un barrio de clase socioeconómica media-baja, algunos de los alumnos del centro viven en esta zona, pero la gran parte de los estudiantes viven en pueblos cercanos a la ciudad. Estas circunstancias hacen que el centro escolar esté constituido por un alumnado heterogéneo.

La clase en la que se aplica este proyecto es de 18 alumnos que han escogido el itinerario científico y que, por lo general, están interesados en la asignatura. Es por ello que se espera que la propuesta tenga una buena acogida y sea inspiradora para el alumnado en sus proyectos futuros.

En este grupo hay un alumno con trastorno por déficit de atención e hiperactividad (TDAH) que suele responder bien a la heterogeneidad de las tareas y los distintos agrupamientos. Se tendrá en cuenta para el desarrollo del proyecto, según las directrices de la orientadora del centro. De todas maneras, alumnos con este trastorno funcionan bien con el uso de metodologías activas que aumenten su motivación y esto es, precisamente, una parte fundamental del proyecto.

6. Desarrollo del proyecto didáctico “La ciencia de las plantas”

6.1. Descripción del proyecto y temporalización

Este Trabajo de Fin de Máster propone un proyecto didáctico denominado “La ciencia de las plantas” que se realizará a lo largo del desarrollo de varios bloques de contenidos del 1º curso de bachillerato (Tabla 1), para la asignatura de Biología, Geología y Ciencias Ambientales. La Tabla 1 muestra los diferentes bloques en los que se divide el currículum de la asignatura y marcados en azul aquellos vinculados al proyecto.

Tabla 1.

Bloques en los que se divide el currículum de la asignatura. Los bloques vinculados con el proyecto están marcados en azul.

Distribución de los bloques del currículum de Biología, Geología y Ciencias Ambientales			
Bloque A “Proyecto científico”	Bloque B “Ecología y sostenibilidad”	Bloque C “Historia de la Tierra y la vida”	Bloque D “La dinámica y composición terrestres”
Bloque E “Fisiología e histología animal”	Bloque F “Fisiología e histología vegetal”	Bloque G “Los microorganismos y formas acelulares”	

El proyecto “La ciencia de las plantas” pretende una enseñanza de las plantas desde distintas perspectivas de estudio: como su evolución, su fisiología y su integración en los ecosistemas; es decir, con una visión integradora. Para ello, se han diseñado cuatro situaciones de aprendizaje diferentes atendiendo a estas perspectivas de estudio:

- **Situación de aprendizaje 1:** “Evolución y adaptaciones de las plantas”. Esta situación de aprendizaje se vincula principalmente con el Bloque C. “Historia de la tierra y de la vida” en el que se estudia la escala del tiempo geológico, el origen de la vida, la clasificación de la biodiversidad y su evolución, y con el Bloque F “Fisiología e histología vegetal”, que estudia las estructuras y funcionamiento de las plantas, así como sus adaptaciones y diversidad. El punto de unión entre estos dos bloques, aunque se estudien separados en el tiempo, son las adaptaciones, ya que éstas son clave para la diversificación y evolución. Se vincula también con el Bloque A. “Proyecto científico” por el peso que tiene en esta situación de aprendizaje la búsqueda de información científica. Este bloque es especial, ya que, sus contenidos se estudian de manera transversal repartidos en la programación.

- **Situación de aprendizaje 2:** “Trabajo de investigación. Cultivos hidropónicos”. Los contenidos de esta situación de aprendizaje corresponden a varios bloques ya que, a lo largo de todo el trabajo, se pretende transmitir los contenidos relacionados con el mundo vegetal de una forma integrada. De esta manera, esta situación de aprendizaje se vincula principalmente con el Bloque A “Proyecto científico” y Bloque F “Fisiología e histología vegetal” y establece relación con el Bloque B “Ecología y sostenibilidad”.
- **Situación de aprendizaje 3:** “Salida de campo. El papel de las plantas en los ecosistemas”. Esta situación de aprendizaje se vincula principalmente con el Bloque B. “Ecosistemas y sostenibilidad”, por ser el que se está cursando, pero está estrechamente ligado al Bloque F. “Fisiología e histología vegetal”. Con la situación de aprendizaje se pretende integrar los aprendizajes sobre las plantas en el ecosistema y por lo tanto ambos bloques se trabajarán de forma integrada. Además, la situación de aprendizaje también se vincula con el Bloque C. “Historia de la Tierra y la vida” en cuanto al conocimiento de la clasificación y la biodiversidad del mundo vegetal.
- **Situación de aprendizaje 4:** “Elaboración de un póster ilustrativo y exposición pública. Ilustrando la ciencia de las plantas”. Constituye la parte final del proyecto y trata de reunir diferentes aspectos de las plantas tratados a lo largo de todo el proyecto. En esta situación de aprendizaje, al tratarse de una situación de aprendizaje diseñada para realizarse al final del proyecto, trata de que el alumno en su realización englobe **contenidos de todos los bloques tratados en el proyecto** (A, B, C y F).

La intención de este proyecto es motivar a los alumnos para profundizar en el aprendizaje del mundo vegetal desde una visión integradora. El componente práctico de la propuesta es, sin duda, una de las características que puede resultar más estimulante para el conjunto del alumnado. De esta manera, el grado de implicación en su aprendizaje puede llegar a ser mucho mayor, pasando a ser agentes activos del proceso.

La información de la Tabla 2 y de la Figura 1 son complementarias. Así, en la Tabla 2 se muestra la organización de los bloques en unidades didácticas, que es una manera de partir los bloques en agrupaciones más pequeñas para realizar programaciones con más detalle agrupando contenidos. Además, se especifican las situaciones de aprendizaje del proyecto contextualizadas en cada bloque y unidad didáctica. Y, por último, la temporalización de cada situación de aprendizaje y a qué evaluación corresponde. Por otra parte, en la Figura 1, se muestra el calendario académico 23-24 y el desarrollo temporal de las cuatro situaciones de

aprendizaje, que constituyen el proyecto, en el calendario escolar. Se detallan tanto los días que ocupan los distintos bloques y las situaciones de aprendizaje, como las fechas de entrega de tareas. Todo ello con un código de colores para que sea más sencillo su seguimiento, siendo naranja lo relativo al Bloque C. “Historia de la Tierra y la vida”, verde, el Bloque F. “Fisiología e histología vegetal” y morado o rosa lo referente al desarrollo del Bloque B. “Ecología y ecosistemas”, diferenciando las dos situaciones de aprendizaje de ese bloque. La visualización de la Tabla 2 y la Figura 1, pretende ofrecer la comprensión del conjunto de la programación del curso.

Tabla 2.

Detalle de la programación del curso donde se incluye el proyecto “La ciencia de las plantas”.

Bloque	Unidades didácticas (UD)	Situaciones de Aprendizaje(SA)	Temporalización
C. Historia de la Tierra y la vida	UD1. Datación e historia de la Tierra UD2. Evolución y clasificación de los seres vivos	Proyecto: “La ciencia de las plantas Fase 1 SA1-Evolución y adaptaciones de las plantas	13 de septiembre al 6 de octubre Fase 1 SA1: 2 y 3 de octubre. Entrega 5 de octubre <i>(Primera evaluación)</i>
D. La dinámica y composición terrestres	UD3. Estructura de la Tierra. Tectónica de placas UD4. Procesos geológicos internos UD5. Procesos geológicos externos UD6. Minerales y rocas		9 de octubre al 6 de diciembre <i>(Primera evaluación)</i>
G. Los microorganismos y formas acelulares	UD7. Microorganismos y formas acelulares UD8. Niveles de organización de los seres vivos		11 de diciembre al 16 de febrero <i>(Segunda evaluación)</i>
E. Fisiología e histología animal	UD9. Nutrición animal UD10. Relación y reproducción animal UD11. Tejidos animales y vegetales		19 de febrero al 12 de marzo <i>(Segunda evaluación)</i>
F. Fisiología e histología vegetal	UD12. Función de nutrición en plantas UD0. Proyecto científico(Bloque A)	SA2-Trabajo de investigación. Cultivos hidropónicos	12 de marzo al 22 de marzo. SA2: 20 y 21 de marzo – Semana santa <i>(Tercera evaluación)</i>
	UD13. Función de relación, reproducción y adaptaciones en plantas	Fase 2 SA1- Evolución y adaptaciones de las plantas	3 de abril a 30 de abril. Fase 2 SA1: 24,25 y 29 de abril. Entrega: 6 de mayo. SA2: 3 de abril inicio mediciones, 22 y 23 de abril. Entrega: 2 de mayo. <i>(Tercera evaluación)</i>
B. Ecología y sostenibilidad	UD14. Ecosistemas UD15. Sostenibilidad y medio ambiente	SA3-Salida de campo. El papel de las plantas en los ecosistemas. SA4-Elaboración de un póster ilustrativo y exposición pública. Ilustrando la ciencia de las plantas	6 de mayo al 13 de junio SA3: 15 de mayo. Entrega y debate: 20 de mayo. SA4: 10-13 de junio. Entrega: 12 de junio. <i>(Tercera evaluación)</i>

CURSO 23/24 PROYECTO LA CIENCIA DE LAS PLANTAS

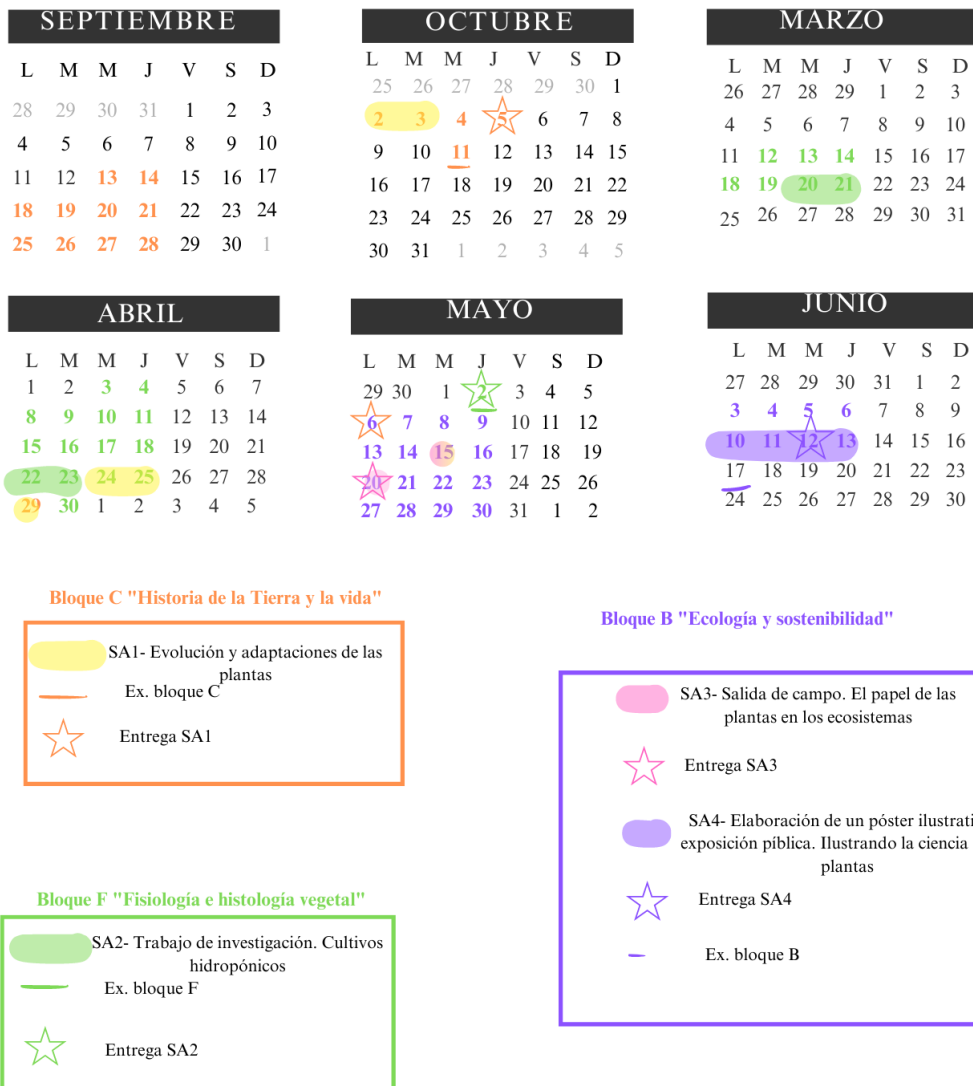


Figura 1. Calendario del curso académico 23-24 en el que se detalla el desarrollo del proyecto "La ciencia de las plantas" dentro de la programación del curso.

6.2. Objetivos didácticos específicos

- Aumentar el conocimiento y el interés por el mundo vegetal
- Concienciar sobre la importancia de conservar el mundo vegetal.
- Conocer la evolución de las plantas y saberlas situar en la escala de tiempo geológico.
- Conocer las adaptaciones de las plantas a su entorno.
- Entender las adaptaciones como algo propio de un lugar y sus características.
- Comprender que la adquisición de las adaptaciones son procesos lentos y que dependen de muchos factores.

- Valorar la complejidad y diversidad existente del mundo vegetal.
- Aprender a manejar información científica de artículos científicos.
- Conocer en qué consiste el método científico.
- Llevar a la práctica los conocimientos adquiridos de fisiología vegetal, a través del cultivo y control del crecimiento en el laboratorio (experiencia real) de diferentes especies vegetales.
- Llevar a la realidad de la naturaleza los contenidos teóricos.
- Reflexionar sobre la importancia de las plantas en los ecosistemas.
- Estudiar los ecosistemas como sistemas que integran elementos y cuya base son las plantas.
- Comprender el equilibrio necesario para el mantenimiento de los ecosistemas.
- Integrar todos los conocimientos adquiridos sintetizándolos de manera visual en un póster ilustrativo con ejemplos concretos.
- Exponer de forma clara los contenidos aprendidos.

6.3. Contenidos tratados en el proyecto

Los contenidos, según están contemplados en la legislación, constituyen los saberes mínimos que han de alcanzar los alumnos para completar la asignatura con éxito. Los contenidos en esta materia se dividen en bloques desde la “A” a la “F”, teniendo una variedad de temas que abarcan la globalidad de la Biología, Geología y Ciencias Ambientales. El proyecto didáctico engloba contenidos de los bloques A, B, C y F tal y como se indicó en el apartado 6.1. A continuación, se muestran únicamente los contenidos de los bloques que se van a trabajar con el proyecto.

Estos contenidos que se van a trabajar, se incluyen en los diferentes bloques en los que se divide el curso:

Bloque A. Proyecto científico

- Método científico: hipótesis, preguntas, problemas y conjeturas.
- Herramientas tecnológicas para la búsqueda de información, colaboración, interacción con instituciones científicas y comunicación de procesos, resultados o ideas en diferentes formatos (textos, presentación, gráficos, vídeo, póster o informe).
- Búsqueda, reconocimiento y utilización de fuentes veraces de información científica.
- Diseño, planificación y realización de experiencias científicas de laboratorio o de campo para contrastar hipótesis y responder cuestiones. Importancia de la

identificación de variables y del uso de controles para obtener resultados objetivos y fiables.

- Estrategias de comunicación de proyectos o resultados utilizando vocabulario científico y en distintos formatos (textos, informes, vídeos, modelos o gráficos).

Bloque B. Ecología y sostenibilidad

- Problemas sobre la dinámica de los ecosistemas. Flujos de energía, ciclos de la materia (carbono, nitrógeno, fósforo y azufre) y relaciones tróficas.
- Indicadores de sostenibilidad en las actividades de la vida cotidiana. Huella ecológica.
- Causas del cambio climático. Consecuencias del cambio climático y sus repercusiones para la salud, ecología, economía y sociedad.
- Pérdida de biodiversidad: causas y consecuencias ambientales y sociales.
- Iniciativas locales y globales para la implantación de un modelo de desarrollo sostenible. Objetivos de Desarrollo Sostenible: concepto y aplicación.
- Gestión medioambiental: instrumentos de gestión, acuerdos internacionales y legislación española.

Bloque C. Historia de la Tierra y la vida

- Cambios en los grandes grupos de seres vivos a lo largo de la historia de la vida en la Tierra a la luz de las teorías evolutivas. Extinciones masivas y sus causas.
- Biodiversidad. Filogenia y evolución: los grupos taxonómicos. Características fundamentales. Importancia de la conservación de la biodiversidad.

Bloque F. Fisiología e histología vegetal

- Función de nutrición en las plantas: procesos de obtención, transporte y composición de los nutrientes.
- Balance general del proceso de la fotosíntesis y su importancia para el mantenimiento de la vida en la Tierra.
- Función de relación en vegetales: tropismos, nastias y fitohormonas.
- Procesos implicados en la reproducción sexual de los vegetales (polinización, fecundación, dispersión de la semilla y el fruto) y la relación de estos con el ecosistema.
- Adaptaciones de determinadas especies vegetales y características del ecosistema en el que se desarrollan

6.4. Metodología didáctica

Tal y como dicta la ley de educación (Decreto 40/2022, de 29 de septiembre de 2022), en cuanto a la metodología de la asignatura de Biología, Geología y Ciencias Ambientales en la cual está enmarcada esta propuesta didáctica, el alumnado debe ser un agente activo de su aprendizaje, por lo que el estilo de enseñanza debe ser integrador y participativo. Así, en este proyecto se emplean metodologías activas, que sitúan al alumnado en el centro de su aprendizaje para favorecer la consecución de un aprendizaje significativo. Según Ausubel (1963) en su teoría del aprendizaje significativo, el aprendizaje tiene que ser una construcción, se trata de integrar los conocimientos previos a los conocimientos nuevos y obtener un nuevo conocimiento con un sentido aplicable a la vida. Este aprendizaje significativo, para que así sea, no debe ser arbitrario ni literal (Ausubel, 2002). Cabe resaltar que, aunque el proyecto de “La ciencia de las plantas” es mayoritariamente práctico, se sustenta sobre las clases teóricas magistrales correspondientes a los bloques de contenidos (Figura 1). Las clases prácticas son las que han sido desarrolladas para este proyecto con el fin de innovar y darle un protagonismo al alumnado como partícipe de su aprendizaje. Dentro de las situaciones de aprendizaje, se incluye también trabajo fuera del aula que deberán realizar siguiendo las pautas proporcionadas en clase. Si tuvieran dudas en el proceso fuera del aula, la profesora estará disponible para solventarlas, ya sea en clase o a través de la plataforma online que utilice el centro escolar.

Las metodologías activas utilizadas en este proyecto son:

- **Aprendizaje basado en proyectos**

Esta propuesta didáctica favorece un aprendizaje basado en proyectos (ABP), ya que la propuesta en sí es un proyecto formado por varias situaciones de aprendizaje relacionadas entre sí. El ABP tiene su base en el constructivismo desarrollado por John Dewey, Jerome Bruner o Lev Vygotsky. Por otra parte, está muy ligado a la metodología del aprendizaje por trabajo colaborativo, ya que el desarrollo de las competencias se ve más favorecido debido a la interacción entre iguales (Pascagaza & Bohórquez, 2019). Por otra parte, el ABP también necesita de estrategias metodológicas analítico-sintéticas para su desarrollo (Latorre & Seco, 2013).

- **Aprendizaje por trabajo colaborativo**

A lo largo de todo el proyecto hay una diversidad de agrupaciones, en parejas, en grupos o individualmente. En el diseño del proyecto se ha considerado la teoría de Vygotsky (1978) que señala que el conocimiento se construye gracias a la interacción social, ya que se produce

un intercambio y se colabora entre todas las partes. Considero que este tipo de aprendizaje, desde un punto social, es de especial importancia en las etapas de la educación secundaria y posterior, ya que uno de los objetivos principales de la educación es preparar al alumnado para la vida real, lo que pasa inevitablemente por instruirlos o favorecer el desarrollo de las habilidades sociales, como seres sociales que vivimos en sociedad.

- **Aprendizaje basado en la indagación y aprendizaje basado en problemas**

La indagación sobre una cuestión o problema concreto es una manera de colocar al alumnado en una posición central desde la que manejar su aprendizaje. Las indagaciones que se plantean son guiadas, donde la docente plantea un problema y el alumnado ha de resolverlo. Está muy relacionado con el aprendizaje basado en problemas (PBL en inglés *Problem Based Learning*). En esta metodología, los alumnos y alumnas se convierten en investigadores que son guiados por la figura docente. En esta metodología, se fomentan procesos mentales de análisis y síntesis, fundamentales para extraer los resultados de la investigación y poder comunicarlos de manera efectiva (Jáuregui *et al.* 2018).

Las salidas de campo permiten que el alumnado se pueda acercar a la naturaleza de una forma más consciente para así poder valorarla y respetarla. Como docentes, de las ciencias naturales, **la enseñanza de la naturaleza fuera del aula** es una estrategia didáctica esencial, ya que es nuestra tarea transmitir respeto por la naturaleza y los seres vivos que la habitan, Además, las salidas de campo rompen con la dinámica habitual de clase en el centro escolar, por lo que fomentan la motivación del alumnado (Aguilera, 2018). Los debates durante la salida al campo y dentro del aula constituyen una estrategia metodológica que asegura un aprendizaje significativo del alumnado.

Por último, en este proyecto se emplean técnicas metodológicas como la interpretación y realización de gráficos y tablas, realización de esquemas y la elaboración de un póster ilustrativo. Todo ello para organizar el aprendizaje de manera visual, facilitándolo.

6.5. Competencias específicas trabajadas a través del proyecto

La nueva Ley de educación (LOMLOE), enuncia unas competencias clave, que se enumeran a continuación, y unas competencias específicas de cada materia. Las competencias clave son: competencia en comunicación lingüística (CCL), competencia plurilingüe (CP), competencia matemática y en ciencia y tecnología, competencia digital (STEM), competencia personal, social y de aprender a aprender (CPSAA), competencia ciudadana (CC), competencia emprendedora (CE) y competencia en conciencia y expresión culturales

(CCEC). En cada asignatura se desarrollan las competencias específicas, que están relacionadas con las competencias clave a través de los descriptores de salida, enunciados por siglas y que corresponden a aspectos de las competencias clave. Las competencias específicas, que se van a trabajar en el proyecto, están subrayadas (1, 2, 3, 4 y 5).

Según el texto que muestra el BOCyL n. ° 190, Decreto 40/2022, del 29 de septiembre, se citan las competencias específicas de la materia de Biología, Geología y Ciencias Ambientales:

1. Interpretar y transmitir información y datos científicos, y argumentar sobre estos con precisión, empleando de forma correcta la terminología científica y utilizando diferentes formatos para analizar procesos, métodos, experimentos o resultados de las ciencias biológicas, geológicas y medioambientales.

Esta competencia específica se conecta con los siguientes descriptores: CCL1, CCL2, CCL3, CCL5, CP1, STEM1, STEM2, STEM4, CD2, CD3, CPSAA4, CC3, CCEC3.

2. Localizar y utilizar fuentes fiables, con el fin de identificar, seleccionar y organizar la información, evaluándola críticamente y contrastando su veracidad, para resolver preguntas planteadas de forma autónoma relacionadas con las ciencias biológicas, geológicas y medioambientales.

Esta competencia específica se conecta con los siguientes descriptores: CCL2, CCL3, CCL5, CP1, CP2, STEM2, STEM4, CD1, CD2, CD3, CD4, CPSAA4, CPSAA5, CC1, CC3.

3. Idear, diseñar, planear y desarrollar proyectos de investigación siguiendo los pasos del método científico, teniendo en cuenta los recursos disponibles de forma realista y buscando vías de colaboración, para indagar en aspectos relacionados con las ciencias biológicas, geológicas y medioambientales.

Esta competencia específica se conecta con los siguientes descriptores: CCL1, CCL5, CP1, STEM1, STEM2, STEM3, STEM4, CD1, CD2, CD3, CD4, CPSAA3.1, CPSAA3.2, CE1, CE3.

4. Buscar y utilizar estrategias en la resolución de problemas analizando críticamente las soluciones y respuestas halladas, y reformulando el procedimiento, si fuera necesario, para dar explicación a fenómenos relacionados con las ciencias biológicas, geológicas y medioambientales.

Esta competencia específica se conecta con los siguientes descriptores: CCL1, CCL2, CCL3, STEM1, STEM2, STEM4, CD1, CD5, CPSAA1.1, CPSAA1.2, CPSAA4, CPSAA5, CE1, CE2, CE3.

5. Diseñar, promover y ejecutar iniciativas relacionadas con la conservación del medioambiente, la sostenibilidad y la salud, basándose en los fundamentos de las ciencias biológicas, geológicas y ambientales, para fomentar hábitos sostenibles y saludables.

Esta competencia específica se conecta con los siguientes descriptores: CCL1, STEM2, STEM5, CD4, CPSAA2, CC3, CC4, CE1, CE3.

6. Analizar los elementos del registro geológico utilizando fundamentos científicos, para relacionarlos con los grandes eventos ocurridos a lo largo de la historia de la Tierra y con la magnitud temporal en que se desarrollaron.

Esta competencia específica se conecta con los siguientes descriptores: CCL3, CP1, STEM2, STEM5, CD1, CPSAA2, CC4, CCEC1.

6.6. Evaluación de las situaciones de aprendizaje dentro de la programación del curso

Para evaluar de manera competencial, hay que basarse en los criterios de evaluación, relacionados con las competencias específicas, a través de los indicadores de logro, que marca el Decreto 40/2022 de la LOMLOE. A continuación, se han detallado los criterios de evaluación a tener en cuenta para las competencias específicas (1,2,3,4 y 5), que se trabajan a lo largo del proyecto “La ciencia de las plantas”. Las siglas que acompañan a cada criterio de evaluación son los descriptores de salida, que conectan las competencias específicas con las 8 competencias clave. Además, se incluyen las situaciones de aprendizaje (SA) en las que se tiene en cuenta cada criterio para la evaluación.

Competencia específica 1

1.1 Analizar críticamente conceptos y procesos relacionados con los contenidos de Biología, Geología y Ciencias Ambientales interpretando información en diferentes formatos (modelos, gráficos, tablas, diagramas, fórmulas, esquemas, etc.), utilizando el pensamiento científico y seleccionando y contrastando de forma autónoma dicha información. (CCL2, CCL3, STEM1, STEM2, STEM4, CPSAA4). **SA4, SA1.**

1.2 Comunicar informaciones u opiniones razonadas relacionadas con los contenidos de la materia Biología, Geología y Ciencias Ambientales, transmitiéndolas de forma clara y rigurosa, utilizando la terminología y el formato adecuados: modelos, gráficos, tablas, vídeos, informes, diagramas, fórmulas, esquemas, símbolos o contenidos y herramientas digitales, y respondiendo de manera fundamentada a las cuestiones que puedan surgir durante el proceso. (CCL1, CP1, STEM4, CD2, CD3). **SA4, SA3, SA2, SA1.**

1.3 Argumentar sobre aspectos relacionados con los contenidos de la materia Biología, Geología y Ciencias Ambientales defendiendo una postura de forma razonada y no dogmática, con una actitud abierta, flexible, receptiva y respetuosa ante la opinión de los demás. (CCL1, CCL5, STEM2, CC3, CCEC3.2). **SA3.**

Competencia específica 2

2.1 Plantear y resolver cuestiones relacionadas con los contenidos de la materia Biología, Geología y Ciencias Ambientales localizando y citando fuentes adecuadas y seleccionando, organizando y analizando críticamente la información, desarrollando estrategias que permitan ampliar el repertorio lingüístico individual. (CCL2, CCL3, CP1, CP2, STEM2, STEM4, CD1, CD2, CD3, CD4, CPSAA4, CPSAA5).**SA4, SA1.**

2.2 Contrastar y justificar la veracidad de la información relacionada con los contenidos de la materia Biología, Geología y Ciencias Ambientales, con especial énfasis en los textos académicos, utilizando fuentes fiables y aplicando medidas de protección frente al uso de tecnologías digitales, y adoptando autonomía en el proceso de aprendizaje con una actitud crítica y escéptica hacia informaciones sin una base científica, como pseudociencias, teorías conspiratorias, creencias infundadas, bulos, etc., contribuyendo a la consolidación de su madurez personal y social. (CCL2, CCL3, STEM2, CD1, CPSAA4, CC1, CC3).**SA4, SA1**

Competencia específica 3

3.3 Realizar experimentos y tomar datos cuantitativos y cualitativos sobre fenómenos biológicos, geológicos y ambientales, identificando las variables implicadas, seleccionando y utilizando los controles, instrumentos, herramientas o técnicas adecuadas con corrección y precisión, asegurando la normativa básica de seguridad en el laboratorio. (STEM2, STEM3, CD1, CE3).**SA2**

3.4 Interpretar y analizar resultados obtenidos en el proyecto de investigación utilizando, cuando sea necesario, herramientas matemáticas y tecnológicas y reconociendo su alcance y limitaciones y obteniendo conclusiones razonadas y fundamentadas o valorando la imposibilidad de hacerlo. (STEM1, STEM2, STEM4, CD3, CE3).**SA2**

3.6 Presentar de forma oral, escrita y multimodal, con fluidez y rigurosidad, la introducción, metodología, resultados y conclusiones del proyecto científico utilizando el formato adecuado (tablas, gráficos, informes, etc.) y destacando el uso de herramientas digitales. (CCL1, CP1, STEM4, CD2, CD3, CE1, CE3).**SA2**

Competencia específica 4

4.1 Resolver problemas, responder con creatividad y eficacia o dar explicación de forma oral, escrita y multimodal, con fluidez y rigurosidad a procesos biológicos, geológicos o

ambientales buscando y utilizando recursos variados como conocimientos, datos e información, con especial énfasis en los textos académicos, razonamiento lógico, pensamiento computacional o recursos digitales. (CCL1, CCL2, CCL3, STEM1, STEM2, STEM4, CD1, CD5).**SA3, SA1**

Competencia específica 5

5.1 Analizar las causas y consecuencias ecológicas, sociales y económicas de los principales problemas medioambientales desde una perspectiva global concibiéndolos como grandes retos de la humanidad basándose en datos científicos y en los contenidos de la materia Biología, Geología y Ciencias Ambientales. (STEM2, CC4, CE1).**SA4, SA2**

5.2 Conocer problemas ambientales de ámbito local que afectan al entorno y poner en práctica hábitos, iniciativas, proyectos y soluciones tecnológicas sostenibles y saludables, y argumentar sobre sus efectos positivos y la urgencia de adoptarlos basándose en los contenidos de la materia Biología, Geología y Ciencias Ambientales. (CCL1, STEM5, CD4, CPSAA2, CC3, CC4, CE1, CE3).**SA3**

La evaluación del proyecto servirá para realizar un seguimiento de los aprendizajes del alumnado, para detectar si hubiera algún error de planteamiento y poder revertirlo y poder ofrecer una educación de calidad que prepare a los alumnos para la vida real. Así pues, según el Decreto 40/2022 de la LOMLOE, la evaluación ha de ser continua, diferenciada y formativa. Siguiendo estas premisas, se han diseñado una variedad de instrumentos de evaluación para cada Situación de Aprendizaje (Anexos I-IV y VII-IX) para asegurar una evaluación que sea inclusiva con las distintas capacidades del alumnado.

Como está estipulado en el departamento de Biología y Geología del centro según la normativa para bachillerato, en cada bloque se realiza un examen teórico que tendrá el 70% del peso de la nota del bloque. El **30%** restante constituye la parte práctica, es decir, las situaciones de aprendizajes realizadas en cada bloque. Por tanto, para cada bloque, las situaciones de aprendizaje desarrolladas pesarán un 30% de la nota. La fase 1 de la SA1 empieza a desarrollarse en el Bloque C, y continúa en su fase 2 en el Bloque F donde será evaluada. La SA2 se desarrolla en el Bloque F junto con el Bloque A, que es de carácter especial y no se evalúa como tal, sino que la nota pertenecerá al Bloque F. La SA3 y SA4 pertenecen ambas a la evaluación del Bloque B. Siendo al final todas recogidas en la tercera evaluación como se muestra en la Tabla 3.

Tabla 3.

Detalle de la evaluación de las Situaciones de Aprendizaje (SA) dentro de la programación del curso.

Bloques/evaluación	SA	Entregas	Instrumentos de evaluación	Porcentajes	Criterios de evaluación
Bloque C/1ªev Bloque F/3ªev	SA1 fase 1 SA1 fase 2	-Esquema -Informe de adaptaciones -Informe de artículos científicos	Anexos I-III	-10% esquema -40% informe de adaptaciones -40% informe de artículos científicos -10% actitud y participación	1.1 1.2 2.1 2.2 4.1
Bloque A y F/3ªev	SA2	-Informe de laboratorio -Artículo científico	Anexos IV y V	-30% Actitud e implicación -70% Informe de laboratorio/artículo científico	1.2 3.3 3.4 3.6 5.1
Bloque B/3ªev	SA3	-Guion de la salida de campo -Debate	Anexo VII	-60% guion -20% debate	1.2 1.3 4.1 5.2
Bloque B/3ªev	SA4	-Póster -Exposición	Anexos VIII y IX	-60% póster -40% exposición	1.1 1.2 2.1 2.2 5.1

6.7. Medidas de atención a la diversidad

Como docentes tenemos la tarea de tratar de incluir a todo el alumnado en el desarrollo de las asignaturas que se imparten. Para ello, lo primero es tener claro que hay una diversidad de alumnos y alumnas con distintas capacidades y necesidades. A la hora de diseñar propuestas didácticas, se deben tener en cuenta los principios DUA (Diseño Universal para el aprendizaje), a fin de asegurar una inclusión del conjunto del alumnado. Estos principios son: proporcionar múltiples formas de implicación, proporcionar múltiples formas de representación y proporcionar múltiples formas de Acción y Expresión (Alba, 2018).

Dado el contexto de la clase en la que se realiza el proyecto “La ciencia de las plantas”, se tendrán en cuenta algunas adaptaciones para un alumno con TDAH. Además, es de vital importancia estar en contacto con la orientadora del centro para atender totalmente a sus necesidades y poder adaptarse a cualquier situación.

Para alumnos con TDAH es muy positivo el trabajo colaborativo en las tareas, para ayudarse los unos a los otros y desarrollar habilidades sociales. Es aconsejable que estas tareas sean heterogéneas, es decir, que sean variadas para dar la oportunidad de éxito en distintos ámbitos. La organización visual de la información también es muy importante para la

correcta adquisición de los contenidos por parte de estos alumnos. Otro aspecto a destacar y que les resulta motivador, es el cambio de espacios para la impartición de las sesiones. En concreto, en este trabajo se hace una salida de campo y se acude al laboratorio en diferentes sesiones.

Por último, destacar que, para incluir a alumnos que necesitan unas medidas de atención individualizadas, se debe considerar evaluarlos de manera flexible atendiendo a sus necesidades.

6.8. Situaciones de aprendizaje

Como ya ha sido mencionado anteriormente, en este apartado se expondrán las situaciones de aprendizaje que forman parte del proyecto “**La ciencia de las plantas**”. Para la planificación y diseño de estas situaciones de aprendizaje, se han seguido las recomendaciones del decreto 40/2022, de 29 de septiembre, por el que se establece la ordenación y el currículo del bachillerato en la Comunidad de Castilla y León referente a la LOMLOE, Ley Orgánica 3/2020, de 29 de diciembre, por la que se modifica la Ley Orgánica 2/2006, de 3 de mayo, de Educación.

Situación de aprendizaje 1. Evolución y adaptaciones de las plantas.

Hace aproximadamente 480 millones de años aparecían las primeras embriofitas o plantas con embrión, como las conocemos, que son las plantas como tal. Hasta entonces, los organismos fotosintetizadores eran algas y algunas bacterias (Zhang *et al.*, 2022). Es por ello que tiene una importancia especial estudiar la evolución del mundo vegetal, ya que preceden al resto de seres vivos y sin ellas no sería posible la vida en el planeta.

Un aspecto clave a la hora de hablar de evolución, son las adaptaciones, que son cambios que se han ido produciendo a lo largo de la historia evolutiva y que han dotado de una ventaja para la supervivencia de la especie en un determinado ecosistema. Estas adaptaciones están influidas por una gran cantidad de factores como son las condiciones ambientales (suelo, agua, temperatura, luz), la polinización, el cambio climático (natural y artificial), ecosistemas extremos, etc. En esta situación de aprendizaje, se observará cómo se han adaptado algunas plantas a cambios climáticos pasados. Se trabajará sobre un artículo científico, que presenta un caso en concreto, para también que los alumnos se familiaricen con este tipo de escritos.

1. Desarrollo de la situación de aprendizaje

La situación de aprendizaje se dividirá en dos fases. La primera fase, se realizará con la unidad didáctica 2(UD2) “Evolución y clasificación de los seres vivos” perteneciente al bloque C “Historia de la Tierra y la vida”. La segunda fase, se desarrollará en la tercera evaluación, al final de la unidad didáctica 13(UD13) “Función de relación, reproducción y adaptaciones en plantas”.

1.1. Primera fase. “La evolución de las plantas”.

Esquema temporal de la evolución de las plantas

En las unidades didácticas 1 y 2 del Bloque C “Historia y vida de la Tierra”, el alumnado estudió el tiempo geológico y se familiarizó con escalas de tiempo geológico. Así que, con la ayuda de lo estudiado en clase en relación al tiempo geológico, se trabajará a lo largo de dos sesiones con el artículo científico de Zhenhua Zhang y colaboradores “Origin and evolution of greenplants in the light of key evolutionary events” (2022). De este artículo se ha seleccionado parte de él (resumen, introducción y una imagen) para trabajarlo conjuntamente en clase. Para ello, en una primera sesión, se hará una lectura en alto del resumen, donde habla de tres eventos clave en la evolución de las plantas. En la introducción se nombran y se explican brevemente esos eventos. De manera que, su trabajo consistirá en leer por parejas la introducción e ir subrayando en el texto esos eventos claves para, posteriormente, hablar de ellos en la clase. En una segunda sesión, se visualizará la imagen seleccionada del texto (Figura 2), como ejemplo de esquema de evolución y clasificación de las plantas, y para observar la gran biodiversidad de plantas existente y extinta, y cómo de complejos pueden llegar a ser los esquemas de clasificación. Basándose en esta imagen y por parejas, tendrán que realizar un esquema propio, más sencillo, de la evolución y la clasificación de las plantas, señalando la filogenia de los grupos de briófitas, pteridófitas, gimnospermas y angiospermas y los 3 eventos clave en la evolución de las plantas, que son: la contribución de las algas verdes para cambiar el planeta en cuanto a atmósfera y dar lugar al desarrollo de la biosfera, la evolución de las algas carófitas y plantas terrestres a partir de las algas verdes ancestrales, y la gran diversificación de las angiospermas. Por otra parte, en este esquema se dará importancia a las adaptaciones, ya que cada escalón evolutivo corresponde a unas adaptaciones distintas. Desde las primeras plantas que colonizaron los ambientes terrestres, a las primeras plantas vasculares con un sistema de transporte de nutrientes y agua, primeras plantas con semilla o primeras plantas con flores. El trabajo de las adaptaciones servirá de

preludio a la segunda fase de la situación de aprendizaje, distanciadas entre sí en la programación y enlazadas a través de las adaptaciones de las plantas al entorno. El esquema lo realizarán en un folio o cartulina A2, incluyendo dibujos y utilizando diferentes colores, para que puedan visualizar y adquirir correctamente estos contenidos. Las sesiones tendrán lugar los días 2 y 3 de octubre (Figura 1). El esquema diseñado lo entregarán el 5 de octubre, al finalizar la primera fase de la situación de aprendizaje, aunque se evaluará al final de la situación de aprendizaje el día 6 de mayo (Tabla 2, Figura 1).

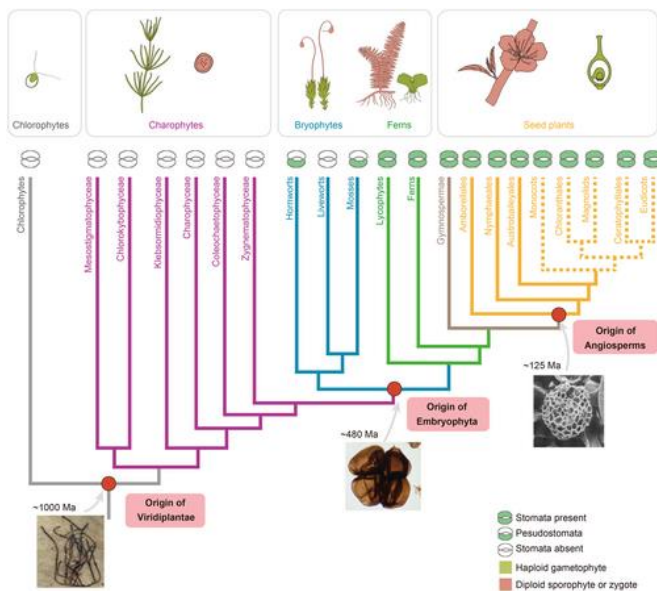


Figura 2.

Ejemplo de esquema de evolución y clasificación de las plantas. Tomado de “Origin and evolution of green plants in the light of key evolutionary events” (p.518), por Z.Zhang et al., 2022, Journal of Integrative Plant Biology, 64(2) 516-535.

1.2.Segunda fase. “Las plantas se adaptan”.

En la unidad didáctica 13 del Bloque F “Fisiología e histología vegetal” se estudian las diferentes adaptaciones de las plantas a su entorno. Contenidos que ya fueron introducidos durante la primera fase de la presente situación de aprendizaje en el desarrollo del Bloque C “Historia y vida de la Tierra” en relación a la evolución y el tiempo geológico. Esta segunda fase se llevará a cabo en 3 sesiones los días 24, 25 y 29 de abril (Tabla 2, Figura 1).

Presentación de imágenes de plantas y sus adaptaciones a su entorno natural

En la primera sesión, que se llevará a cabo el 24 de abril, se va a reproducir en clase una presentación de diapositivas de diversas plantas, donde sean visibles las adaptaciones de cada una para habitar en los ecosistemas en los que se encuentran.

Esta presentación se ha realizado con la aplicación Genial.ly para poder trabajar con ella en línea: <https://view.genial.ly/64849518e8d6b30018af67c4/presentation-plantadaptaciones>. Una vez reproducida en clase estará disponible en la plataforma online con la que se trabaje en el centro. Por grupos, en clase, tendrán que deducir para qué les son útiles esas adaptaciones en el entorno en el que habitan y anotarlo para poder ampliar este trabajo fuera del aula. Así, en grupos fuera del aula, tendrán que comprobar si sus deducciones sobre las adaptaciones de las distintas plantas eran correctas indagando sobre las características de los ecosistemas en los que habitan. El trabajo se resumirá en un informe en el que asociarán, las adaptaciones de las diferentes especies de plantas y su utilidad para sobrevivir en los ecosistemas donde habitan. El trabajo de indagación grupal se explicará en clase el día 29 de abril. La explicación en clase la realizará un portavoz elegido por cada grupo, para ello, seleccionarán 3 de las adaptaciones en las que han indagado, y que han descrito en una ficha de adaptaciones. Tendrán que explicar características de las adaptaciones, especies vegetales y para qué ambiente concreto están adaptadas. Será una explicación informal para comprobar que han hecho el trabajo adecuadamente, pero la explicación como tal no se evalúa, lo que contará en la evaluación es la entrega del informe.

Artículo científico de adaptaciones de especies vegetales a cambios climáticos a lo largo del tiempo geológico

Esta segunda actividad se llevará a cabo durante la segunda sesión, que tendrá lugar el día 25 de abril en el aula, y se mandará un trabajo adicional para realizar fuera del aula. Se dará en primer lugar una breve introducción sobre los contenidos a trabajar. Así, la parte de adaptaciones del Bloque F. “Fisiología e histología vegetal” y contenidos del Bloque C. “Historia de la Tierra y la vida” y una explicación de términos que pueden entrañar dificultad en la comprensión.

Se realizará en clase la lectura en alto, por turnos, de la siguiente noticia: “Una investigación revela que las plantas respondieron a cambios climáticos en el pasado modificando su ecología” (<https://www.upo.es/diario/ciencia/2018/05/una-investigacion-revela-que-las-plantas-respondieron-a-cambios-climaticos-en-el-pasado-modificando-su-ecologia/>), basada en un trabajo de investigación realizado por un grupo de investigadores españoles y publicado en la revista *Molecular Ecology*. A partir del contenido de la lectura, y del análisis de la Figura 3 que aparece en el artículo científico en el que se basa la noticia y en donde se comparan las distribuciones, en el plioceno y actualmente, de especies del género *Carex*, los alumnos responderán por parejas a las siguientes preguntas:

- ¿Qué cambios climáticos fueron ocurriendo a partir del Plioceno? Fijarse en las latitudes de las distribuciones de estas especies en el pasado y en el presente.
- ¿Qué climas toleran mejor estas especies?
- ¿Cómo es posible que el estudio haga una comparación de las distribuciones con plantas del Plioceno?

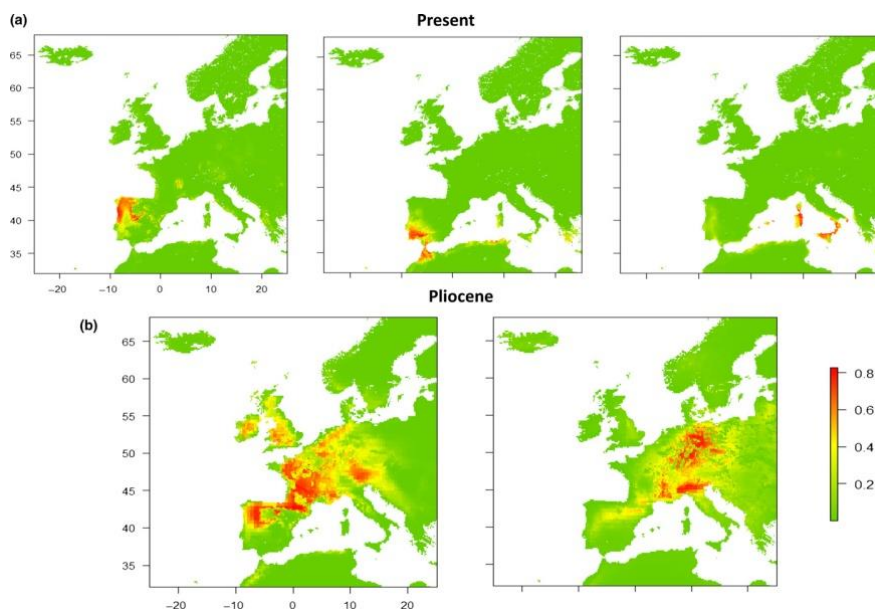


Figura 3.

Distribuciones potenciales y proyectadas en el presente (Carex reuteriana reuteriana, Carex reuteriana mauritanica y Carex panormitana) y en el Plioceno medio (complejo de especies C.reuteriana-C.panormitana) de las especies Carex. Tomado de “Pliocene–Pleistocene ecological niche evolution shapes the phylogeography of a Mediterranean plantgroup” por C. Benítez-Benítez, et al., 2018, Molecular Ecology, 27(7).

Para completar la actividad, y como tarea por parejas fuera del aula, tendrán que buscar en la base de datos bibliográfica Google Académico un artículo de investigación en el que se haya estudiado: las adaptaciones de plantas a alteraciones en su entorno natural. Cuando tengan el artículo seleccionado, leerán el título, el resumen y tratarán de comprender algún resultado obtenido, que esté representado en gráficas o tablas, como en el caso anterior visto en clase. Escribirán un breve informe en el que se escriban datos sobre la publicación (título, autores del trabajo, revista en la que se ha publicado el trabajo, año de publicación), también la figura o tabla analizada y un resumen personal de lo que se ha comprendido.

La situación de aprendizaje se da por finalizada el 6 de mayo (Tabla 2, Figura 1), día en el que tendrán que entregar el informe, por parejas, que incluya tanto las preguntas contestadas respecto al primer artículo, como lo relacionado con el artículo que buscan por su cuenta.

2. Contenidos tratados en la situación de aprendizaje

Al tratarse de una situación de aprendizaje perteneciente al proyecto de “La ciencia de las plantas”, que se desarrolla a lo largo de todo el curso, los contenidos que se trabajan en ella y, según lo establecido por el Decreto 40/2022, de 29 de septiembre de 2022, pertenecen a diferentes bloques de la programación que son:

Bloque C. Historia de la Tierra y la vida: biodiversidad. Filogenia y evolución: los grupos taxonómicos. Características fundamentales. Importancia de la conservación de la biodiversidad.

Bloque F. Fisiología e histología vegetal: adaptaciones de determinadas especies vegetales y características del ecosistema en el que se desarrollan.

Bloque A. Proyecto científico: búsqueda, reconocimiento y utilización de fuentes veraces de información científica.

Esta situación de aprendizaje se vincula principalmente con el Bloque C. “Historia de la tierra y de la vida” en el que se estudia la escala del tiempo geológico, el origen de la vida, la clasificación de la biodiversidad y su evolución, y con el Bloque F “Fisiología e histología vegetal”, que estudia las estructuras y funcionamiento de las plantas, así como sus adaptaciones y diversidad. El punto de unión entre estos dos bloques, aunque se estudien separados en el tiempo, son las adaptaciones, ya que éstas son clave para la diversificación y evolución. Se vincula también con el Bloque A. “Proyecto científico” por el peso que tiene en esta situación de aprendizaje la búsqueda de información científica. Este bloque es especial, ya que, sus contenidos se estudian de manera transversal repartidos en la programación.

3. Temporalización

La situación de aprendizaje 1 (SA1) está programada para realizarse en dos fases. La primera fase (2 sesiones) se realizará a lo largo del desarrollo de las unidades didácticas UD1 Datación e historia de la Tierra y UD2. Evolución y clasificación de los seres vivos pertenecientes al Bloque C “Historia de la Tierra y la vida” (Tabla 2). La segunda fase (3 sesiones) se realizará a lo largo del desarrollo de la UD13 Función de relación, reproducción y adaptaciones en plantas perteneciente al Bloque F “Fisiología e histología vegetal” (Tabla 2). La Tabla4 muestra el desarrollo de esta situación de aprendizaje realizada en dos fases separadas en el tiempo a lo largo del programa.

Para la fase 1. “La evolución de las plantas”, se utilizarán dos sesiones programadas para el 2 y 3 de octubre. El esquema de la evolución de las plantas, lo entregarán el 5 de octubre y se evaluará en ese momento, para que puedan aprender de los posibles errores. Para la fase 2.

“Las plantas se adaptan”, se necesitarán 3 sesiones para la presentación de imágenes de plantas y sus adaptaciones a su entorno natural (24 y 25 de abril) y 1 sesión para la actividad relacionada con un artículo científico de adaptaciones de especies vegetales a cambios climáticos a lo largo del tiempo geológico (29 de abril). El informe de la fase dos, lo entregarán el 6 de mayo, una semana después de la finalización de la situación de aprendizaje, para que puedan tener tiempo de realizarlo adecuadamente.

Tabla 4.
Temporalización de la situación de aprendizaje 1.

	Tarea	Fecha
Fase 1. “La evolución de las plantas”(2 sesiones) -Esquema de la evolución de las plantas	Fase 1-Sesión1: -Lectura del resumen e introducción de un artículo científico.	2 de octubre
	Fase 1-Sesión2: -Análisis por parejas de una figura del artículo y elaboración de un esquema temporal de la evolución y clasificación de las plantas. -Entrega del esquema realizado.	3 de octubre 5 de octubre
Fase 2. “Las plantas se adaptan” (3 sesiones) -Presentación de imágenes de plantas y sus adaptaciones a su entorno natural	Fase 2-Sesión 1: -Visualización de una presentación sobre adaptaciones de plantas. - Inicio del trabajo grupal de deducción sobre la utilidad de las adaptaciones vegetales en su hábitat. -Continuación del trabajo grupal de deducción y de indagación <i>fuera del aula</i> .	24 de abril 29 de abril
	Fase 2-Sesión 3: -Explicación en clase del trabajo de deducción e indagación realizado.	
	Fase 2-Sesión 2: -Lectura de una noticia divulgativa sobre un artículo científico. -Responder por parejas a preguntas relacionadas con la lectura. -Trabajo, <i>fuera del aula</i> realizado por parejas, de búsqueda en internet y de análisis de un artículo científico. Finalización de la SA 1 -Entrega del informe final realizado.	25 de abril 6 de mayo
-Artículo científico de adaptaciones de especies vegetales a cambios climáticos a lo largo del tiempo geológico		

4. Metodología

Como en el resto del proyecto, dado su carácter práctico, en esta situación de aprendizaje se apuesta por utilizar una metodología activa. En las metodologías activas se trata de situar al alumnado en el centro del aprendizaje, de manera que se involucren en una mayor medida en el desarrollo de las clases y aumente su motivación. Para que el aprendizaje sea significativo, se recomienda que haya una combinación de varias metodologías.

Se hace uso de la metodología de **aprendizaje basado en problemas (PBL)** en el análisis de una noticia de divulgación científica, referente a un artículo científico, sobre la evolución y clasificación de las plantas, ya que a partir de la información presentada en la noticia, y del análisis de una figura del artículo científico original, y teniendo en cuenta los conocimientos previos adquiridos a través de clases magistrales de las unidades didácticas 1 y 2 del Bloque C. “Historia de la Tierra y la vida”, los alumnos tendrán que resolver algunas preguntas y realizar un esquema propio de la evolución de las plantas. Para ello, dentro de esta metodología los alumnos utilizarán procesos mentales de análisis y síntesis. Esta metodología está estrechamente relacionada con la metodología de **aprendizaje por trabajo colaborativo**, en el trabajo colaborarán en parejas, compartiendo sus ideas y elaborando un trabajo conjunto.

También se hace uso de la metodología de **aprendizaje basado en la indagación** ya que, a partir de las imágenes de las adaptaciones de las plantas a sus ambientes, que se expondrá en clase, el alumnado tendrá que indagar sobre estas adaptaciones de especies concretas y reunir la información necesaria para poder realizar el informe que deben entregar.

Como parte de estas metodologías y en esta situación en concreto, se utilizarán técnicas metodológicas, que facilitan el aprendizaje, como la técnica de **interpretación de gráficos o tablas** para responder a preguntas relacionadas, y tratar de comprender los resultados de los artículos científicos, lo que les permitirá acercarse a la realidad del trabajo científico, y, por otro lado, la **elaboración de esquemas**, muy útil para organizar el aprendizaje de manera visual.

5. Contribución de la SA a las competencias específicas que se trabajan

En el diseño de la situación de aprendizaje se ha tenido en cuenta que su realización por parte del alumnado puede contribuir a la adquisición de las competencias específicas que se detallan y justifican a continuación, a fin de cumplir con los objetivos de la etapa descritos en el Decreto 40/2022, de 29 de septiembre de 2022 de la LOMLOE.

Competencia específica 1. Interpretar y transmitir información y datos científicos, y argumentar sobre estos con precisión, empleando de forma correcta la terminología científica y utilizando diferentes formatos para analizar procesos, métodos, experimentos o resultados de las ciencias biológicas, geológicas y medioambientales.

Esta competencia se trabaja tanto en la fase 1, interpretando la figura del artículo referente a la evolución y clasificación de las plantas, como en la fase 2, ya que tienen que interpretar y

comentar resultados que aparezcan representados en gráficas o tablas de los artículos científicos.

Competencia específica 2. Localizar y utilizar fuentes fiables, con el fin de identificar, seleccionar y organizar la información, evaluándola críticamente y contrastando su veracidad, para resolver preguntas planteadas de forma autónoma relacionadas con las ciencias biológicas, geológicas y medioambientales.

Para la explicación de las adaptaciones de las plantas a distintos ambientes, tienen que hacer una indagación sobre el tema, contribuyendo de esa manera a la práctica de esta competencia específica, buscando en fuentes fiables la información y seleccionándola.

Competencia específica 4. Buscar y utilizar estrategias en la resolución de problemas analizando críticamente las soluciones y respuestas halladas, y reformulando el procedimiento, si fuera necesario, para dar explicación a fenómenos relacionados con las ciencias biológicas, geológicas y medioambientales.

En la fase 2 relativa a las adaptaciones de las plantas, la búsqueda de información está basada precisamente en intentar dar explicación a fenómenos relacionados con la biología, geología y ciencias ambientales, que en este caso son las adaptaciones de las plantas a alteraciones del entorno.

6. Evaluación

Para obtener unos indicadores de logro, se han tenido en cuenta los siguientes criterios de evaluación establecidos según el BOCyL n. ° 190, Decreto 40/2022, del 29 de septiembre, que están relacionados con las competencias específicas 1, 2 y 4 cuyo desarrollo se pretende a través de esta situación de aprendizaje:

1.1 Analizar críticamente conceptos y procesos relacionados con los contenidos de Biología, Geología y Ciencias Ambientales interpretando información en diferentes formatos (modelos, gráficos, tablas, diagramas, fórmulas, esquemas, etc.), utilizando el pensamiento científico y seleccionando y contrastando de forma autónoma dicha información.

1.2 Comunicar informaciones u opiniones razonadas relacionadas con los contenidos de la materia Biología, Geología y Ciencias Ambientales, transmitiéndolas de forma clara y rigurosa, utilizando la terminología y el formato adecuados: modelos, gráficos, tablas, vídeos, informes, diagramas, fórmulas, esquemas, símbolos o contenidos y herramientas digitales, y respondiendo de manera fundamentada a las cuestiones que puedan surgir durante el proceso.

2.1 Plantear y resolver cuestiones relacionadas con los contenidos de la materia Biología, Geología y Ciencias Ambientales localizando y citando fuentes adecuadas y seleccionando,

organizando y analizando críticamente la información, desarrollando estrategias que permitan ampliar el repertorio lingüístico individual.

2.2 Contrastar y justificar la veracidad de la información relacionada con los contenidos de la materia Biología, Geología y Ciencias Ambientales, con especial énfasis en los textos académicos, utilizando fuentes fiables y aplicando medidas de protección frente al uso de tecnologías digitales, y adoptando autonomía en el proceso de aprendizaje con una actitud crítica y escéptica hacia informaciones sin una base científica, como pseudociencias, teorías conspiratorias, creencias infundadas, bulos, etc., contribuyendo a la consolidación de su madurez personal y social.

4.1 Resolver problemas, responder con creatividad y eficacia o dar explicación de forma oral, escrita y multimodal, con fluidez y rigurosidad a procesos biológicos, geológicos o ambientales buscando y utilizando recursos variados como conocimientos, datos e información, con especial énfasis en los textos académicos, razonamiento lógico, pensamiento computacional o recursos digitales.

Para la evaluación de la situación de aprendizaje, se tendrán en cuenta varios instrumentos de evaluación, que serán: el esquema de la evolución y clasificación de las plantas (Anexo I), el informe de las adaptaciones basado en visualización de imágenes y en un trabajo de indagación fuera del aula (Anexo II) y el trabajo de interpretación de figuras de un artículo científico dado y la posterior búsqueda e interpretación de otro artículo científico que trate sobre las adaptaciones de las plantas a alteraciones del entorno (Anexo III).

Los indicadores de logro de esta situación de aprendizaje son: representan correctamente en un esquema la evolución y diferenciación de los grupos de plantas, extraen, a partir de una imagen, ideas y conclusiones sobre las adaptaciones, contrastan la información con fuentes fiables, investigan a partir de la lectura de artículos científicos sobre un determinado tema, sintetizan la información conseguida en un informe utilizando vocabulario científico.

El peso en la nota de la situación de aprendizaje por porcentajes es el siguiente: 10% esquema, 40% informe adaptaciones, 40% informe sobre los artículos científicos y 10% participación y actituden el trabajo en aula.

7. Resumen de la situación de aprendizaje

Tabla 5.

Resumen de la SAI. “Evolución y adaptaciones de las plantas”.

SITUACIÓN DE APRENDIZAJE 1. “Evolución y adaptaciones de las plantas”		
Contexto: Biología, Geología y Ciencias ambientales, 1º de bachillerato, itinerario científico		
Contextualización: Se estudiarán las adaptaciones de las plantas y su evolución y clasificación a través de ejemplos reales y mediante la indagación.	Temporalización: 5 sesiones	
Justificación: Las adaptaciones de las plantas en términos de evolución puede parecer complejo de imaginar en un primer lugar, por ello, tras esta situación de aprendizaje, se espera que de forma práctica, se facilite la comprensión de este tema y asegurar un aprendizaje significativo.		
Objetivos: Situar en la escala de tiempo geológica la aparición de las plantas en sus diferentes grupos, comprender que las adaptaciones son procesos lentos y que dependen de muchos factores, entender las adaptaciones como algo propio de un lugar y sus características, aprender a manejar información científica de artículos científicos, aplicar la teoría en casos prácticos.		
Metodología: activa, aprendizaje basado en la indagación, aprendizaje basado en problemas, aprendizaje por trabajo colaborativo.		
Recursos: artículos científicos sobre la evolución de las plantas y adaptaciones, presentación de diapositivas de las adaptaciones,		
Producto final: Esquema de la evolución de las plantas, informe sobre adaptaciones e informe sobre los artículos.		
Competencias específicas	Criterios de evaluación	Descriptorios operativos
CE1	1.1 1.2 2.1	CCL1, CCL2, CCL3, CP1, STEM1, STEM2, STEM4, CD2, CD3, CPSAA4
CE2	2.2 4.1	CCL2, CCL3, CP1, CP2, STEM2, STEM4, CD1, CD2, CD3, CD4, CPSAA4, CPSAA5, CC1, CC3

CE4		CCL1, CCL2, CCL3, STEM1, STEM2, STEM4, CD1, CD5
<p>Contenidos:</p> <p>Búsqueda, reconocimiento y utilización de fuentes veraces de información científica.</p> <p>Biodiversidad. Filogenia y evolución: los grupos taxonómicos. Características fundamentales. Importancia de la conservación de la biodiversidad.</p> <p>Adaptaciones de determinadas especies vegetales y características del ecosistema en el que se desarrollan.</p>		
Evaluación		
Instrumentos de evaluación	Indicadores de logro	Porcentajes
Esquema Informe adaptaciones Informe artículos científicos	<p>Representa correctamente en un esquema la evolución y diferenciación de los grupos de plantas.</p> <p>Extrae, a partir de una imagen, ideas y conclusiones sobre las adaptaciones.</p> <p>Contrasta la información con fuentes fiables.</p> <p>Investiga a partir de la lectura de artículos científicos sobre un determinado tema.</p> <p>Sintetiza la información conseguida en un informe utilizando vocabulario científico.</p>	<p>10% esquema</p> <p>40% informe adaptaciones</p> <p>40% informe artículos científicos</p> <p>10% actitud y participación</p>
Agrupamientos: Parejas y en los grupos del proyecto.	DUA: utilización de diferentes métodos y espacios.	ODS: 13. Acción por el clima y 15. Vida de ecosistemas terrestres.

Situación de aprendizaje 2. “Trabajo de investigación. Cultivos hidropónicos”.

Se realizará un trabajo de investigación empleando la técnica de cultivo hidropónico. A través de este trabajo, el alumnado puede acercarse a la forma de trabajo que requieren los proyectos de investigación, de tal manera que les pueda motivar para formarse en este aspecto para su vida profesional y, por otra parte, al llevarlo a la práctica en el laboratorio, permitirá al alumnado la adquisición de distintos aprendizajes incluidos en el currículo relacionados con la fisiología vegetal, como son: la función de nutrición, el proceso de fotosíntesis y los requerimientos para que se pueda producir la evapotranspiración.

Los cultivos hidropónicos son un tipo de cultivo que no necesita un suelo con tierra para cultivarse. Según los criterios 2050 establecidos por Levin y Stevenson de la World Wildlife Fund (WWF) (2012), la humanidad necesitará producir más alimento en los próximos 40 años que en los últimos 8.000 años de agricultura. Actualmente, la expansión en la urbanización está limitando las superficies de suelo fértil. Por ello, la sociedad del futuro tendrá que dedicar también los espacios urbanosal cultivo y éste tendrá que ser lo más eficiente posible (Fussy & Papenbrock, 2022). Por estos motivos, la hidroponía, es una buena alternativa para obtener plantas en espacios reducidos y suele estar relacionada con plantas de uso culinario o especies tradicionales de huerto. Conocer esta forma de cultivar es importante para dar valor al consumo de frutas y verduras de una manera sostenible, haciendo un uso del suelo más eficiente, disminuyendo los productos agroquímicos y aprovechando los recursos (Benavides& Ramos, 2021). En general, se distinguen dos tiposde cultivos hidropónicos, los que carecen de sustrato (las raíces están suspendidas en agua directamente) y los que tienen un sustrato orgánico como soporte. En esta actividad, se utilizarán los que tienen sustrato orgánicocomo soporte, que será de fibra de coco.

La situación de aprendizaje 2 (SA2) está programada para realizarse a lo largo del desarrollo de las unidades didácticas UD0. Proyecto científico, UD12. Función de nutrición en plantas y UD13. Función de relación, reproducción y adaptaciones de plantas (Tabla 2).

1. Desarrollo de la situación de aprendizaje

Se iniciará la actividad con una breve introducción de la agricultura hidropónica, donde se explicará qué es, cómo surge, las implicaciones que tiene, qué aporta este cultivo a la sostenibilidad. Seguidamente comenzará el trabajo de laboratorio consistente en la preparación de las soluciones nutritivas para los cultivos, el montaje de la estructura de los

cultivos y finalmente el trasplante de las plántulas. Antes del trasplante, se pesará y anotará el peso fresco en gramos de cada una de las plántulas al inicio del cultivo. Todo esto se realizará en dos sesiones, los días 20 y 21 de abril (Tabla 2, Figura 1).

La actividad consistirá en que cada uno de los grupos cultive a través de cultivo hidropónico una de las cuatro especies vegetales: lechuga, espinaca, albahaca y perejil. Para ello, se prepararán en el laboratorio las soluciones nutritivas, a la par que se realiza la construcción de los continentes del cultivo para su posterior trasplante. En la metodología del cultivo hidropónico se tendrán en cuenta dos variables: estructura del cultivo y origen/composición del aporte de nutrientes. Se tratará de comprobar cómo los cambios en estas variables afectan al crecimiento de las diferentes especies vegetales.

En la Figura 4 se muestran dos tipos de estructura del cultivo; el tipo A en el que el cultivo estará al descubierto y el tipo B en el que el cultivo estará recubierto por un cuello de botella transparente para estudiar el efecto de la evapotranspiración. Por otra parte, el origen/composición del aporte de nutrientes va a ser de dos tipos; el tipo 1 que consiste en una mezcla de nutrientes caseros obtenidos de restos de plátanos, posos de café, lentejas y ceniza de maderadisueltos en el agua del cultivo, y el tipo 2 que consiste en una mezcla comercial que contiene concentraciones exactas de los siguientes nutrientes: nitrógeno, potasio, calcio y fósforo, disueltos en el agua de cultivo.

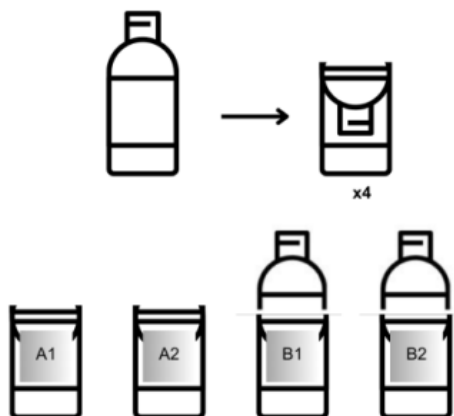


Figura 4.

Esquema de los tipos de cultivo que realizarán cada grupo. Diseño propio.

Alternando las dos variables, cada grupo realizará un total de cuatro cultivos: A1-estructura del cultivo tipo A y aporte de nutrientes tipo 1, cultivo A2-estructura del cultivo tipo A y aporte de nutrientes tipo 2, cultivo B1-estructura del cultivo tipo B y aporte de nutrientes tipo

1, y cultivo B2-estructura del cultivo tipo B y aporte de nutrientes tipo 2. Cada grupo se encargará del cultivo de una especie vegetal. Los cultivos se colocarán, junto a una ventana del laboratorio, en una estructura tipo estantería/jardín vertical que será proporcionada por el departamento de Tecnología, de esta manera, todas las plantas estarán en las mismas condiciones de luz y espacio.

Tras el cultivo de las plántulas, cada grupo llevará a cabo mediciones periódicas, y a lo largo de un mes de crecimiento, de parámetros que afectan al crecimiento: la temperatura (empleando termómetro de laboratorio), pH (empleando papel indicador de pH) y el control del volumen de la solución (Manual de hidroponía, 2019). Para ver el volumen de la solución que se va perdiendo, en cada medida que se haga, se marcará sobre la botella por donde está la solución. El 3 de abril, miércoles, se harán las primeras mediciones de los parámetros y se repetirán cada miércoles siguiente hasta el final del crecimiento del cultivo el 22 de abril (Figura 1). Estas mediciones se harán en el recreo, vendrán, al menos, dos integrantes de cada grupo que se turnarán a la semana siguiente. Los controles se efectuarán de forma muy cuidadosa para no alterar los cultivos y se irán anotando en la Tabla 6 (aportada por la docente), que estará replicada cuatro veces en cada grupo, una por cada tipo de cultivo. Con todos estos datos, al final tendrán que realizar gráficas para discutir los resultados.

Tabla 6.

Tabla para el control semanal (S) de parámetros que afectan a los cultivos.

Grupo:	S1	S2	S3	S4
Especie vegetal:				
Tipo de cultivo:				
Temperatura(°C)				
pH				
Volumen solución(ml)				

A las cuatro semanas del inicio del cultivo, el día 22 de abril, comienza la fase de toma de resultados referentes al crecimiento de las distintas especies. Se medirá el peso fresco de cada planta en gramos utilizando una balanza de laboratorio (Benavides y Ramos, 2021). Así, los distintos grupos de trabajo tendrán que rellenar la Tabla 7 (aportada por la docente) con el

peso fresco (g) de las diferentes plantas en las distintas condiciones experimentales, tomando como valor de referencia para el crecimiento, el peso fresco de las plántulas antes del cultivo.

Tabla 7.

Resultados del peso fresco de cada especie vegetal en los cuatro tipos de cultivo.

Especie vegetal/ cultivo	A1(g)		A2 (g)		B1 (g)		B2 (g)	
	t0	tF	t0	tF	t0	tF	t0	tF
Lechuga								
Espinaca								
Albahaca								
Perejil								

Nota. Resultados expresados en gramos (g) inicial (t0) y final (tF)

Los datos recogidos en las Tablas 6 y 7 por cada grupo se compartirán con el resto de grupos para que cada grupo realice el análisis de los resultados globales. La sesión del 23 de abril se dedicará a orientar a los alumnos en el análisis y representación de datos en tablas y figuras y en la redacción de un artículo científico, simplificado, que realizará cada grupo como trabajo fuera del aula. Tras el análisis de resultados, los diferentes grupos tendrán que aceptar o rechazar y discutir de forma razonada las hipótesis planteadas en clase al inicio de la actividad:

- El aporte de concentraciones controladas de nutrientes a la planta aumenta el éxito de crecimiento.
- Las especies vegetales estudiadas responden de diferente manera aplicando las mismas concentraciones de nutrientes.
- El aporte del agua que pierde la planta por evapotranspiración es positivo para el crecimiento de la planta.

Así mismo, tendrán que entregar un informe que deberá seguir la estructura de un artículo científico con una introducción, las hipótesis formuladas, materiales y métodos, resultados obtenidos representados a través de gráficas y tablas, discusión de los resultados y conclusiones. Al ser una experiencia práctica de investigación, no hay unos resultados correctos o no, se trata de estudiar los casos y justificar los resultados según los saberes

básicos que se han trabajado. El día del examen del Bloque F. “Fisiología e histología vegetal”, es el 2 de mayo, tendrán que entregar también el informe.

El día 6 de mayo coincidiendo con el inicio del Bloque B. “Ecología y sostenibilidad” (Tabla 2, Figura 1) al entregar los informes, la docente mostrará los resultados y las gráficas de los trabajos y hará algunos comentarios y reflexiones sobre el proyecto.

Trabajo en el laboratorio

1.-Materiales necesarios para preparar la solución de nutrientes casera (aporte de nutrientes tipo 1) para 4 grupos:

- 250g lentejas
- 4 cáscaras de plátano
- 250g posos de café
- 500g de cenizas de madera (se pueden comprar, normalmente alguien tiene chimenea).
- 6 L agua
- Balanza de laboratorio
- Calentador eléctrico
- Espátulas
- Licuadora
- Embudo
- Colador
- Filtros
- Vasos de precipitados
- Probetas

2.-Preparación de la solución de nutrientes casera

En primer lugar, se prepararán las soluciones componentes a partir de lentejas, cáscaras de plátano, cenizas de madera y posos de café.

Preparación de la solución de lentejas

Para esta solución, se mezclará 1 litro de agua con 250 gramos de lentejas y se tritura en la licuadora. El licuado se pasaa través de un embudo en el que se ha colocado un filtro de papel y el filtrado se diluye en otro litro de agua. La solución de lentejas obtenida es una fuente de nitrógeno, calcio y zinc.

Preparación de la solución de cáscara de plátano

Para conseguir extraer los nutrientes necesarios, las 4 cáscaras troceadas de plátano se hervirán, durante 15 minutos, en una cacerola con 1L de agua. Después, se retiran los restos de las cáscaras mediante filtración y quedará una solución con un tono marrón. Para diluir más la solución, se le añade otro litro de agua. La solución de cáscara de plátano es una fuente de potasio.

Preparación de la solución de cenizas de madera

Primero de todo, se tienen que tamizar las cenizas de madera, para ello, se utilizará un colador. Cuando ya solo quedé ceniza en polvo, se disolverán 500 gramos de cenizas de madera en 1 litro de agua, habrá que remover la mezcla con una espátula hasta que quedé un color blanquecino homogéneo. La solución de cenizas de madera es una fuente de fósforo.

Preparación de la solución de posos de café

Se añaden 250 gramos de posos de café a 1 litro de agua. Se tiene que dejar reposar un día. Después, se filtra con un filtro de café y quedará una solución acuosa con un color marrón. La pesada del café tiene que ser muy exacta ya que si se añade más podría acidificar mucho el cultivo. Los posos de café diluidos en agua son fuente de magnesio, nitrógeno, fósforo, calcio y azufre.

Cuando ya estén todas las preparaciones listas se dejarán en la mesa de laboratorio de la docente, adonde cada grupo irá a por el aporte de nutrientes para sus plantas. Cada grupo tendrá que rellenar los cultivos de tipo 1 (A1 y B1) con 100 ml de cada una de estas disoluciones. Los cultivos, aunque tienen capacidad de 1,5 L cada uno, solo se rellenan hasta un volumen de 400 ml, para no sobrecargar el cultivo de nutrientes. La cantidad añadida será el aporte de nutrientes y agua para los cultivos de tipo 1.

3.-Preparación de la solución de nutrientes de la mezcla comercial

Por otro lado, para preparar la solución de nutrientes del tipo 2 a partir de una mezcla de nutrientes comercial, se pesan 250 gramos de los nutrientes en polvo, y se añaden, en un vaso de precipitado, a 1 litro de agua agitando. Posteriormente, se extraen 40 mL de esa solución y se diluyen en 2 litros de agua. De esta última solución, los alumnos extraerán 400 mL que añadirán a sus cultivos de tipo 2 (A2 y B2).

4.-Montaje de las estructuras de los cultivos

Las estructuras de los cultivos (Figura 5) serán la base donde puedan crecer las plantas que se van a cultivar. Como ya se ha mencionado anteriormente, éstas estarán formadas por botellas de 2 litros y un sustrato de fibra de coco.

Materiales necesarios por grupo para el montaje de las estructuras de los cultivos:

- 5 botellas de 2 litros
- Sustrato de fibra de coco para 16 cultivos
- Una mecha para cada cultivo
- Cúter
- Tijeras



Figura 5.

Resultado del montaje de la estructura. Tomado de: Portal frutícola [Fotografía], 2018, (<https://www.portalfruticola.com/noticias/2018/08/06/hidroponia-para-ninos-construyendo-un-jardin-hidroponico-paso-a-paso/>)

5.-Preparación de las bases de los cultivos

Para que las raíces de las plantas se puedan agarrar a algo y crezcan fuertes, se utilizará un sustrato de fibra de coco. Esta va a ser la única función del sustrato, ya que se trata de un cultivo hidropónico y los nutrientes se aportan desde el agua. Para su montaje, se utilizará el cuello de las botellas, que habrá que cortar justo por donde empieza la curvatura que lleva al extremo del tapón de la botella. Este cuello de botella se rellenará con la fibra de coco.

6.- Trasplante de los plantones y montaje final del cultivo

Una vez preparadas las soluciones nutritivas y las bases de los cultivos, se procederá al montaje del cultivo. La parte del tapón de la botella es la que va a contener la planta y la otra parte, la solución con agua y nutrientes. Estas dos partes están conectadas por la mecha, que hay que pasar por el sustrato, por la boquilla de la botella, para conectar el sustrato con el

agua con nutrientes. La mecha, al estar sumergida y en contacto con el sustrato y las raíces, dotará a la planta de agua y nutrientes (Figura 6).



Figura 6.

Detalle del montaje de la estructura del cultivo. Nota. La mecha conecta la parte del sustrato y la solución acuosa con los nutrientes. Tomado de Portal frutícola [Fotografía], 2018, <https://www.portalfruticola.com/noticias/2018/08/06/hidroponia-para-ninos-construyendo-un-jardin-hidroponico-paso-a-paso/>

Para el trasplante de los plantones de las distintas especies vegetales al sustrato, es necesario humedecer un poco el sustrato y hacer un hueco en el centro para introducir las raíces de los plantones. Después, hay que añadir un poco más de fibra de coco para dar estabilidad al plantón y que se mantenga erguido.

En el caso de los cultivos del tipo B se colocará la mitad de otra botella como si fuera una urna transparente (ver Figura 4), de esta manera el agua de la evapotranspiración no se escapará del cultivo.

2. Contenidos tratados en la situación de aprendizaje

Los contenidos de esta situación de aprendizaje corresponden a varios bloques ya que, a lo largo de todo el trabajo, se pretende transmitir los contenidos relacionados con el mundo vegetal de una forma integrada. De esta manera, esta situación de aprendizaje se vincula principalmente con el Bloque A “Proyecto científico” y Bloque F “Fisiología e histología vegetal” y establece relación con el Bloque B “Ecología y sostenibilidad”. Los contenidos englobados en los diferentes bloques son:

Bloque A. “Proyecto científico”: Método científico: hipótesis, preguntas, problemas y conjeturas.

Bloque F. “Fisiología e histología vegetal”: Función de nutrición en las plantas: procesos de obtención, transporte y composición de los nutrientes. Balance general del proceso de la fotosíntesis y su importancia para el mantenimiento de la vida en la Tierra.

Bloque B. “Ecología y sostenibilidad”: Indicadores de sostenibilidad en las actividades de la vida cotidiana. Huella ecológica. Problema de los residuos. Los compuestos xenobióticos: los plásticos y sus efectos sobre la naturaleza y sobre la salud humana y de otros seres vivos. Iniciativas locales y globales para la implantación de un modelo de desarrollo sostenible. Objetivos de Desarrollo Sostenible: concepto y aplicación.

3. Temporalización

Esta situación de aprendizaje está programada para comenzar los dos días antes de semana santa, 20 y 21 de marzo. En la primera sesión, se hará una breve explicación del proyecto y se prepararán las mezclas con los nutrientes para los cultivos. Es importante hacer la preparación de la muestra de café en esta primera sesión, ya que tiene que reposar durante 24 horas aproximadamente. En la segunda sesión, si no ha dado tiempo a terminar las mezclas de los nutrientes, se terminan de preparar y, paralelamente en cada grupo, se construirá la estructura contenedora del cultivo para hacer el trasplante de los plantones.

Después de semana santa, habrán pasado 10 días, de tal manera que, si todo el cultivo se ha montado correctamente, las plantas tendrían aporte de agua, nutrientes y luz suficientes para crecer de forma autónoma. El 3 de abril, miércoles, se harán las primeras mediciones de parámetros que afectan al crecimiento y se repetirán cada miércoles siguiente hasta el final de la investigación. Estas mediciones se harán en el recreo, vendrán, al menos, dos integrantes de cada grupo que se turnarán a la semana siguiente. Al mes de la siembra, que ya habrán crecido (día 22 de abril), se medirán los datos referentes al crecimiento de las plantas (peso fresco en gramos). La cuarta y última sesión se dedicará a orientar a los alumnos en la redacción de un artículo científico, simplificado, que realizarán en los grupos del proyecto con los resultados globales de todos los grupos. El día del examen del bloque de fisiología, es el 2 de mayo, tendrán que entregar también el artículo científico. El día 6 de mayo la docente entregará los informes revisados a los diferentes grupos. Mostrará los resultados obtenidos y cada grupo participará en el análisis y discusión de los resultados y en la reflexión global sobre el proyecto de investigación realizado.

4. Metodología

El Decreto 40/2022, de 29 de septiembre de 2022, según el cual se rige el currículo de esta asignatura establece una serie de orientaciones metodológicas para la contribución a la adquisición de las competencias específicas de la materia. Así, se concreta que metodológicamente, el alumnado ha de ser el agente activo del aprendizaje, aumentando el uso de metodologías activas.

Por ello, esta situación de aprendizaje, es un trabajo de investigación, y, en ella, se sigue una metodología de **aprendizaje basado en proyectos (ABP)**, donde el alumnado realiza un trabajo experimental basado en la aplicación del método científico.

Para llevar a cabo esta situación de aprendizaje se formarán grupos de trabajo lo que permitirá un **aprendizaje por trabajo colaborativo**, en la que todos los miembros del grupo trabajarán para conseguir un objetivo común. También en esta situación de aprendizaje, los alumnos tendrán que utilizar procesos mentales de análisis y síntesis, que serán necesarios en el proceso de elaboración de un artículo científico simplificado, en el que se sintetizará la información buscada sobre cultivos hidropónicos, y se representarán los datos obtenidos mediante gráficas o tablas, lo que facilitará extraer información y llegar a unas conclusiones, de vital importancia en la aplicación del método científico.

Otra parte relevante en cuanto a la metodología es el uso de los distintos espacios. De manera que el alumno no tenga una sensación de monotonía, sino que esté motivado por el cambio y la novedad. En este caso concreto, se trabajará parte del proyecto en el laboratorio, ya que los cultivos crecerán en este espacio.

5. Contribución de la SA a las competencias específicas que se trabajan

Con el desarrollo de la situación de aprendizaje, se pretende contribuir a la adquisición de las siguientes competencias específicas 1,3 y 5.

Competencia específica 1. Interpretar y transmitir información y datos científicos, y argumentar sobre estos con precisión, empleando de forma correcta la terminología científica y utilizando diferentes formatos para analizar procesos, métodos, experimentos o resultados de las ciencias biológicas, geológicas y medioambientales.

Competencia específica 3. Idear, diseñar, planear y desarrollar proyectos de investigación siguiendo los pasos del método científico, teniendo en cuenta los recursos disponibles de forma realista y buscando vías de colaboración, para indagar en aspectos relacionados con las ciencias biológicas, geológicas y medioambientales.

Las competencias 1 y 3 se van a trabajar intrínsecamente, ya que, al ser un proyecto de investigación en el laboratorio, que deberán desarrollar siguiendo el método científico, los alumnos y alumnas tendrán que interpretar, analizar, representar gráficamente y a través de tablas de los resultados que obtengan y transmitirlos en el informe que realicen utilizando un vocabulario científico adecuado.

Competencia específica 5. Diseñar, promover y ejecutar iniciativas relacionadas con la conservación del medioambiente, la sostenibilidad y la salud, basándose en los fundamentos de las ciencias biológicas, geológicas y ambientales, para fomentar hábitos sostenibles y saludables.

El fin de esta situación de aprendizaje es provocar reflexiones sobre la posibilidad de utilizar diferentes formas de cultivo que sean respetuosas con el medio ambiente, que traten de optimizar los recursos y aumentar la eficacia de los cultivos, promoviendo la sostenibilidad en la sociedad del futuro y fomentando el consumo de frutas y verduras cultivadas de forma respetuosa con la naturaleza.

6. Evaluación

Los criterios de evaluación que están relacionados con las competencias específicas 1, 3 y 5 especificadas en el apartado anterior, y en los que se basa la evaluación de la situación de aprendizaje son los siguientes:

1.2 Comunicar informaciones u opiniones razonadas relacionadas con los contenidos de la materia Biología, Geología y Ciencias Ambientales, transmitiéndolas de forma clara y rigurosa, utilizando la terminología y el formato adecuados: modelos, gráficos, tablas, vídeos, informes, diagramas, fórmulas, esquemas, símbolos o contenidos y herramientas digitales, y respondiendo de manera fundamentada a las cuestiones que puedan surgir durante el proceso.

3.3 Realizar experimentos y tomar datos cuantitativos y cualitativos sobre fenómenos biológicos, geológicos y ambientales, identificando las variables implicadas, seleccionando y utilizando los controles, instrumentos, herramientas o técnicas adecuadas con corrección y precisión, asegurando la normativa básica de seguridad en el laboratorio.

3.4 Interpretar y analizar resultados obtenidos en el proyecto de investigación utilizando, cuando sea necesario, herramientas matemáticas y tecnológicas y reconociendo su alcance y limitaciones y obteniendo conclusiones razonadas y fundamentadas o valorando la imposibilidad de hacerlo.

3.6 Presentar de forma oral, escrita y multimodal, con fluidez y rigurosidad, la introducción, metodología, resultados y conclusiones del proyecto científico utilizando el formato adecuado (tablas, gráficos, informes, etc.) y destacando el uso de herramientas digitales.

5.1 Analizar las causas y consecuencias ecológicas, sociales y económicas de los principales problemas medioambientales desde una perspectiva global concibiéndolos como grandes retos de la humanidad basándose en datos científicos y en los contenidos de la materia Biología, Geología y Ciencias Ambientales.

A partir de estos criterios, se formulan los indicadores de logro, que son parámetros que permiten conocer el grado de éxito que ha adquirido el alumno en la situación de aprendizaje. Los indicadores de logro para la situación de aprendizaje 2 “Trabajo de investigación. Cultivos hidropónicos” son: presentan una actitud positiva en el laboratorio, hacen uso del lenguaje científico, trabajan en equipo con implicación para realizar el experimento (Anexo IV), interpretan correctamente los resultados, son capaces de elaborar un informe que recoja sus experiencias en el laboratorio (Anexo V) y saben aplicar lo aprendido en el proyecto en la vida real, entendiendo el concepto de sostenibilidad (observacional a través de la reflexión global en el aula).

En esta situación de aprendizaje será calificado con un 70% el informe grupal en formato artículo científico sobre el trabajo experimental realizado y el 30% restante será la actitud mostrada en el desarrollo de la actividad, que se evaluará según las observaciones de la docente en clase y el laboratorio.

7. Resumen de la situación de aprendizaje

Tabla 8.

Resumen de la SA 2: “Trabajo de investigación. Cultivos hidropónicos”.

SITUACIÓN DE APRENDIZAJE 2. “Trabajo de investigación. Cultivos hidropónicos”
Contexto: Biología, Geología y Ciencias ambientales, 1º de bachillerato, itinerario científico
Contextualización: Realización de una investigación científica relacionada con los cultivos hidropónicos y sus requerimientos nutritivos utilizando el método científico.

Justificación: Se trabajan conceptos de fisiología vegetal directamente observando los resultados de manera experimental, lo que puede resultar atractivo y asegurar una correcta adquisición de los conocimientos. Además, el tipo de cultivo realizado, está muy relacionado con el aprovechamiento de los recursos y la sostenibilidad.

Objetivos: Introducir a los alumnos a los proyectos de investigación y experimentación, concienciar sobre la necesidad del aprovechamiento de los recursos para la sostenibilidad, aplicar los conceptos aprendidos en la teoría de la fisiología vegetal, llevar a cabo el método científico.

Metodología: activa, aprendizaje basado en proyectos, aprendizaje por trabajo colaborativo.

Recursos: materiales necesarios para el montaje de la estructura del cultivo y materiales para la preparación de las mezclas de nutrientes detallados en la memoria. Plantones de las especies vegetales a cultivar. Acceso al laboratorio de ciencias y su material.

Producto final: informe de laboratorio en forma de artículo científico basado en el trabajo de investigación realizado con los cultivos hidropónicos.

Competencias específicas	Criterios de evaluación	Descriptorios operativos
CE1	1.2 3.3	CCL1, CP1, STEM4, CD2, CD3
CE3	3.4 3.6	CCL1, CP1, STEM1, STEM2, STEM3, STEM4, CD1, CD2, CD3, CE1, CE3
CE5	5.1	STEM2, CC4, CE1

Contenidos:

Bloque A “Proyecto científico”: Método científico: hipótesis, preguntas, problemas y conjeturas.

Bloque F “Fisiología e histología vegetal”: Función de nutrición en las plantas: procesos de obtención, transporte y composición de los nutrientes. Balance general del proceso de la fotosíntesis y su importancia para el mantenimiento de la vida en la Tierra.

Bloque B “Ecología y sostenibilidad”: Indicadores de sostenibilidad en las actividades de la vida cotidiana. Huella ecológica. Problema de los residuos. Los compuestos xenobióticos: los plásticos y sus efectos sobre la naturaleza y sobre la salud humana y de otros seres vivos. Iniciativas locales y globales para la implantación de un modelo de desarrollo sostenible. Objetivos de Desarrollo Sostenible: concepto y aplicación.

Evaluación		
Instrumentos de evaluación	Indicadores de logro	Porcentajes
<p>Anotaciones de actitud durante el proyecto</p> <p>Informe de laboratorio-artículo científico</p>	<p>Presenta una actitud positiva en el laboratorio.</p> <p>Hace uso del lenguaje científico.</p> <p>Trabaja en equipo con implicación para realizar el experimento.</p> <p>Interpreta correctamente los resultados.</p> <p>Puede elaborar un informe que recoja sus experiencias en el laboratorio.</p> <p>Es capaz de aplicar lo aprendido en el proyecto en la vida real, entendiendo el concepto de sostenibilidad.</p>	<p>Actitud e implicación 30%</p> <p>Informe de laboratorio-artículo científico 70%</p>
<p>Agrupamientos: Grupos de 4-5 personas</p>	<p>DUA: trabajo colaborativo y experiencias prácticas.</p>	<p>ODS: 2. Hambre cero, 11. Ciudades y comunidades sostenibles, 12. Producción y consumo responsables y 13. Acción por el clima.</p>
<p>Medidas de atención a la diversidad: para los alumnos que tienen TDAH, los cambios de espacio como el laboratorio y el aula son positivos. Además, el trabajo colaborativo presenta muchas ventajas en su aprendizaje.</p>		<p>Limitaciones de la propuesta: podría ser que hubiese problemas con los cultivos en caso de algún tipo de plagas, en todo caso se justificaría de esa manera, igual que puede ocurrir todas las investigaciones que se llevan a cabo.</p>

Situación de aprendizaje 3. “Salida de campo. El papel de las plantas en los ecosistemas”.

El estudio de los ecosistemas y las relaciones que se dan en la naturaleza, no puede ser exclusiva de dentro del aula. Es de vital relevancia salir al exterior para observar y valorar la naturaleza en su conjunto y poder entender de manera más efectiva sus relaciones. Además, al salir al campo, se rompe con la dinámica general de las clases, lo que hace que sea una buena herramienta para motivar al alumnado.

Por ello, se realizará una salida de campo semidirigida con guion, para que los alumnos puedan relacionar los contenidos tratados en clase con la realidad en la naturaleza desde un enfoque que señale la importancia de las plantas en los ecosistemas. En concreto, se realizará una visita a la Reserva Natural de Riberas de Castronuño, en la provincia de Valladolid. Este espacio atravesado por el río Duero, se caracteriza por su vegetación palustre asociada al agua y que da forma a una zona óptima para el refugio y nidificación de muchas aves. Además, las zonas de bosque de ribera y los fragmentos de pinar dotan al paisaje de una heterogeneidad que se traduce en una importante diversidad de especies.

Previo al inicio de la visita se explicará qué es una Reserva Natural y por qué es importante proteger esta zona. Las diferentes figuras de protección existentes, tienen por objetivo proteger y conservar distintos aspectos de la naturaleza. En el caso de las Reservas Naturales, se pone el foco en ecosistemas, comunidades o elementos biológicos que tienen una rareza, fragilidad, importancia o singularidad por la que tienen que ser valoradas y conservadas. En el caso concreto de la Reserva Natural de Riberas de Castronuño, la importancia del espacio radica en que es un espacio frágil por la cantidad de especies, algunas de ellas amenazadas, que tienen en esta área su refugio y lugar de reproducción, es zona de cría de algunas especies de aves escasas, también por la cantidad de hábitats que acoge el bosque de ribera y los bosques de pino piñonero y por constituir un ecosistema con elementos bióticos singulares y paisajísticos.

La ruta que se completará en la Reserva Natural de Riberas de Castronuño será la “Senda de los almendros. Es un recorrido fácil, contando con las explicaciones necesarias, de aproximadamente 3 horas de duración y que consta de cuatro paradas indicadas en la Figura 7. A lo largo de esta senda se podrán observar hasta dos ecosistemas diferentes como son el bosque de ribera, asociado al río Duero, donde también se observa el embalse de San José y el pinar de pino piñonero.

La Situación de aprendizaje 3 (SA3) está programada para el 15 de mayo de 2024, al final de la unidad didáctica UD14. “Ecosistemas” y finalizará el 20 de mayo.



Figura 7.

Mapa del recorrido de la ruta con las paradas señalizadas. Nota. En rojo las paradas siendo 0 el inicio, 1, 2, 3, 4 las paradas y F final de la ruta. Adaptado de wikiloc con modificaciones propias en los puntos de las paradas.

1. Desarrollo de la situación de aprendizaje

Para la salida al campo, los equipos de trabajo serán los formados para la totalidad del proyecto. Al inicio, se entregará a cada alumno un guion (Anexo VI), con toda la información relativa al lugar y a las actividades que se llevarán a cabo. Así como con las preguntas que deberán responder de forma individual y grupal. Se recomendará llevar un cuaderno de campo personal en el que anotar las respuestas a preguntas formuladas en la guía o tomar nota de información que les llame la atención o que crean que les puede servir para el examen.

Las respuestas y comentarios a las preguntasse pondrán en común en la última parada, y serán entregados a la docente para su valoración y su puesta en común en clase. En cuanto a las preguntas de indagación que se formulan, los diferentes grupos tendrán queresponderlas como trabajo fuera del aula,apoyándose en lecturas y enlos contenidos de los bloques de

fisiología vegetal y ecología y sostenibilidad que se estudiarán en clase a lo largo del periodo correspondiente a la tercera evaluación. Con el fin de ir integrando conocimientos en las respuestas a estas preguntas el día 20 de mayo, 5 días después de la salida, tendrán que entregar el trabajo realizado por grupos respondiendo a las preguntas indagatorias. Ese mismo día, en clase, se realizará un debate y la reflexión final de la salida (Figura 1)

El desarrollo de la ruta y lo que se trabaja en cada parada es el siguiente:

- **Parada 1: Mirador del Teso Sombrero.** Permitirá realizar una primera observación del paisaje en su conjunto. Desde esta parada se avista todo el mosaico de vegetación asociado al bosque de ribera en los alrededores del río Duero, donde además se observa una presa que delimita el embalse de San José. Además, se pueden avistar diferentes especies de aves ligadas al medio acuático.

En esta parada el docente ayudará al alumnado a observar de forma integrada el paisaje, para ello, cada uno se colocará mirando con atención hacia una parte de la panorámica durante un minuto en silencio. Después, cada uno describirá al resto lo que ha observado, para obtener una visión detallada y en conjunto de los aspectos del ecosistema. Una vez observado con atención el paisaje y que el alumnado se haya familiarizado con el mismo, se destinará un tiempo para responder de forma individual a las siguientes cuestiones planteadas.

- Las preguntas a las que el alumnado tiene que responder, y que se encuentran en la guía del alumno (Anexo VI), son las siguientes:
 - ¿Qué sentimientos te despierta la visión de este paisaje?
 - ¿Qué elementos del ecosistema (biotopo, biocenosis) observas?
 - Respecto a la vegetación, ¿cómo está organizada? ¿se pueden distinguir varias zonas en las que la vegetación cambia?
 - Comenta 3 aspectos de la vegetación de este paisaje que sean positivos para el ecosistema y los seres vivos que habitan en él.
 - ¿Qué pasaría si eliminamos el río Duero de este paisaje? Contesta lo más detalladamente posible según lo que estás observando.
 - ¿Qué presencia tiene o ha tenido el ser humano en este paisaje? Comenta los posibles usos del paisaje.

Esta pregunta se podrá contestar fácilmente tras la observación y el paseo por el camino, ya que se habrán podido observar zonas de antiguos cultivos agrícolas, antiguas zonas de pescadores que se

encuentran señalizadas o la construcción de una presa que da lugar al embalse de San José.

- **Parada 2: Adentrándonos en el bosque de ribera.** En este tramo se camina por un sendero bajo la cobertura de diversas especies vegetales propias del bosque de ribera como los chopos, sauces, alisos, olmos o higueras. Además, al haber grandes zonas de sombra y por la presencia de agua del río, el ambiente es húmedo y da lugar a la presencia abundante de musgos y algún helecho. Al estar todo rodeado de árboles, las aves encuentran aquí su refugio y es un buen lugar para escuchar sus cantos. Los alumnos tendrán un tiempo para moverse, observar el entorno y la vegetación que está presente, teniendo en cuenta lo estudiado anteriormente en cuanto a sus requerimientos, sus adaptaciones y su relación e importancia en el ecosistema. Seguidamente cada grupo de trabajo deberá identificar, con la ayuda de la app Plantnet y de guías de campo proporcionadas, al menos 9 especies distintas, 3 de tipo arbóreo, 3 de tipo herbáceo o de baja altura y otras 3 de tipo matorral, describir el entorno en el que se encuentran las diferentes especies e identificar alguna especie animal que encuentren y se destinará un tiempo para responder de forma grupal a las siguientes cuestiones planteadas.
 - Las preguntas a las que el alumnado tiene que responder, y que se encuentran en la guía del alumno (Anexo VI), son las siguientes:
 - A primera vista, ¿qué diferencias observáis con la parada anterior? (cobertura vegetal, elementos de la antropización del paisaje, etc.)
 - Desde un punto de vista vegetal, ¿cómo podríais describir la zona? Includ en la descripción las 9 especies vegetales que habéis identificado y razonad su clasificación en los diferentes tipos: arbóreo, herbáceo y de matorral.
 - ¿Habéis podido identificar alguna especie animal? ¿os ha llamado la atención en algún aspecto?

En esta parada, y de forma paralela, a cada grupo se le asignará un grupo de plantas que serán: briófitas (musgos y hepáticas), pteridófitas (helechos), angiospermas y gimnospermas. En cada grupo, por parejas, deberán identificar y hacer un dibujo o fotografía de una especie concreta perteneciente al grupo asignado, tomando nota del entorno en el que se encuentra, para después en clase, realizar una ficha con las características generales de su planta que constituirá parte de la situación de

aprendizaje 4 “Elaboración de un póster ilustrativo y exposición pública. Ilustrando la ciencia de las plantas”, que se realizará a final de curso, los días del 10 al 13 de junio (Figura 1)

- **Parada 3: Observatorio de aves.** El observatorio de aves se localiza en el camino que va al lado del curso del río Duero, en una zona que se ensancha. Consiste en una caseta de tipo “hide” para observar a las aves acuáticas sin molestarlas y sin ser vistos. La caseta tiene una abertura horizontal para observar desde ahí estando cómodamente sentados. Para la adecuada observación se proporcionará unos prismáticos a cada grupo. En esta parada se pueden observar algunas aves ligadas al agua como son: el Cormorán grande, Somormujo, Zampullín, Garza real e imperial, Fochas, Martín pescador o Aguilucho lagunero. Desde este espacio preparado para la observación de aves, los diferentes grupos observarán con atención el comportamiento de las aves, tratarán de identificar algunas de las especies que habitan el espacio y reflexionarán sobre la relación de éstas con el mundo vegetal. Anotarán todas sus observaciones y tendrán un tiempo para responder de forma grupal a las siguientes cuestiones planteadas.
 - Las preguntas a las que el alumnado tiene que responder, y que se encuentran en la guía del alumno (Anexo VI) son las siguientes:
 - Describid algún comportamiento que os haya asombrado ¿Ossurge alguna pregunta, alguna reflexión?
 - ¿Cuántas especies de aves diferentes observáis? ¿En qué características os basáis para su diferenciación?
 - ¿Qué elementos del ecosistema son fundamentales para que puedan habitar en este lugar?
 - ¿Qué relación tienen estas aves con la vegetación presente?
- **Parada 4: Pinar de pino piñonero.** En la zona más alta del recorrido se encuentra este pinar que además es un mirador por su posición. Se trata de un pinar de pino piñonero sobre suelo arenoso. La vegetación asociada a los pinos en estas zonas suelen ser los cantuesos y tomillos, berceos como *la Stipa gigantea* y algunas herbáceas anuales arenícolas y representantes de la familia de las leguminosas como la escoba y el codeso.

Se compararán las diferencias entre este ecosistema y el bosque de ribera en elementos referidos a la biodiversidad existente entre este pequeño ecosistema, como pueden ser

las características del suelo como el color o la humedad, si hay mucha hojarasca, cómo es la disponibilidad de agua y luz, la altura en la que se encuentra el pinar respecto al bosque de ribera, etc.

Podrán observar las características de las coníferas con el ejemplo del pino piñonero (*Pinus pinea*), características referentes a la altura de los árboles, su tronco, sus raíces (si son visibles), cómo son sus hojas, sus semillas y a qué seres vivos sirve como refugio. Anotarán todas sus observaciones y tendrán un tiempo para responder de forma grupal a las siguientes cuestiones planteadas.

- Las preguntas a las que el alumnado tiene que responder, y que se encuentran en la guía del alumno (Anexo VI) son las siguientes:
 - ¿Qué diferencias observáis entre este ecosistema y el del bosque de ribera? (Cobertura vegetal, diversidad de especies vegetales y animales, sombra, humedad...)
 - Según lo que se puede observar y a grandes rasgos, ¿dónde habría una mayor diversidad de especies vegetales, en el bosque de ribera o en el pinar?
- **Parada final.** La parada final se realizará en la explanada que hay justo antes del aparcamiento donde parará el autobús para el regreso. Aquí el grupo se sentará media hora aproximadamente antes de marchar, para hacer una última valoración. En esta parada la profesora, a modo de cierre, hará un resumen general de lo que se ha tratado y cada equipo elegirá un portavoz que destacará lo que han aprendido, lo que más les ha llamado la atención y si pueden aportar alguna reflexión al grupo. Para finalizar, se hablará del estado de conservación de los ecosistemas de la “Senda de los almendros”, y de sus posibles amenazas.

En el guion de la salida (Anexo VI) figuran unas preguntas de indagación que se responderán como trabajo fuera del aula de forma grupal, para así poder compartir búsquedas e ideas y enriquecer el proceso de aprendizaje.

- Preguntas indagatorias:
 - Si tuvierais que plantar una especie vegetal de la familia de las leguminosas en alguno de los lugares que hemos visitado, ¿cuál escogerías? ¿por qué?
 - Según lo que habéis observado en esta Reserva Natural, ¿considerarías que esta zona necesita tener una figura de protección mayor?

- Exponed alguna medida de conservación que aplicarías en la Reserva Natural de las Riberas de Castronuño en los siguientes casos, posteriormente, lo debatiremos en clase.
 - La población de anfibios que habitan la ribera se ha visto reducida dramáticamente.
 - En la zona de la ribera donde hemos observado las aves, cría una especie en peligro de extinción entre los meses de marzo y junio.
 - En el pinar visitado de pino piñonero hay una plaga de chinche americano que hace que las piñas produzcan menos piñones.
- ¿Por qué han sido importantes los pinares para el ser humano? ¿qué beneficios pueden obtener los seres humanos de los pinares?

2. Contenidos tratados en la situación de aprendizaje

Esta situación de aprendizaje se vincula principalmente con el Bloque B. “Ecosistemas y sostenibilidad”, por ser el que se está cursando, pero está estrechamente ligado al Bloque F. “Fisiología e histología vegetal”. Con la situación de aprendizaje se pretende integrar los aprendizajes sobre las plantas en el ecosistema y por lo tanto ambos bloques se trabajarán de forma integrada. Además, la situación de aprendizaje también se vincula con el Bloque C. “Historia de la Tierra y la vida” en cuanto al conocimiento de la clasificación y la biodiversidad del mundo vegetal.

Los contenidos englobados en los diferentes bloques son:

Bloque B. “Ecosistemas y sostenibilidad”: problemas sobre la dinámica de los ecosistemas. Flujos de energía, relaciones tróficas. Pérdida de biodiversidad: causas y consecuencias ambientales y sociales. Gestión medioambiental: instrumentos de gestión, acuerdos internacionales y legislación española.

Bloque F. “Fisiología e histología vegetal”: función de nutrición en las plantas: procesos de obtención, transporte y composición de los nutrientes. Procesos implicados en la reproducción sexual de los vegetales (polinización, fecundación, dispersión de la semilla y el fruto) y la relación de estos con el ecosistema. Adaptaciones de determinadas especies vegetales y características del ecosistema en el que se desarrollan.

Bloque C. “Historia de la Tierra y la vida”. Biodiversidad: filogenia y evolución: los grupos taxonómicos. Características fundamentales. Importancia de la conservación de la biodiversidad.

3. Temporalización

La salida de campo está programada para el 15 de mayo de 2024, al final de la unidad didáctica UD14. “Ecosistemas”. Ese mismo día, al finalizar la salida se entregarán las respuestas de las preguntas de la guía del alumnado de la salida. El día 20 de mayo, se entregarán las preguntas indagatorias y se realizará el debate que cierra la situación de aprendizaje.

4. Metodología

En esta situación de aprendizaje se recurre a la **enseñanza de la naturaleza fuera del aula** como estrategia didáctica. La realización de salidas de campo permite que se establezca una conexión entre el alumnado con el medio natural, valorando así la belleza, la importancia de la naturaleza y la necesidad de su conservación. Además, la enseñanza en espacios naturales no es frecuente y por ello, tal como explica Aguilera (2018) las salidas al campo generan en los y las alumnas una motivación extra, ya que constituye una situación novedosa en la dinámica de las clases.

Una metodología activa empleada en esta situación de aprendizaje es el **aprendizaje basado en la indagación**. Los alumnos tendrán que contestar a preguntas indagatorias que se plantean en el guion de la situación de aprendizaje (Anexo VI). Para ello, utilizarán los conocimientos adquiridos en la salida de campo, durante el desarrollo de la UD14 “Ecosistemas” y a partir de algunos de los contenidos de los Bloques F y C(especificados en el apartado “Contenidos”) y se complementará con búsqueda de información fuera del aula.

Además, gran parte del trabajo que se va a realizar en esta situación de aprendizaje es grupal, por lo que se trata de un **trabajo colaborativo** en el que todos los integrantes del grupo participarán en la resolución de las cuestiones grupales y de indagación planteadas en el guion como objetivo común último del equipo. El trabajo grupal se combina con un trabajo reflexivo realizado individualmente.

Los alumnos también tendrán que emplear su capacidad **analítica y sintética** para las reflexiones finales y la participación en el debate que se llevará a cabo el último día en clase.

5. Contribución de la SA a las competencias específicas que se trabajan

Dentro de las competencias específicas fijadas para la asignatura de Biología, Geología y Ciencias Ambientales según el Decreto 40/2022 del BOCyL, se indican y justifican a continuación aquellas para cuya adquisición y desarrollo se trabaja con esta situación de aprendizaje:

Competencia específica 1. Interpretar y transmitir información y datos científicos, y argumentar sobre estos con precisión, empleando de forma correcta la terminología científica y utilizando diferentes formatos para analizar procesos, métodos, experimentos o resultados de las ciencias biológicas, geológicas y medioambientales.

A través de la teoría expuesta en clase sobre ecosistemas, algunos de los contenidos incluidos en los Bloques F. “Fisiología e histología vegetal” y C. “Historia de la tierra y la vida” y las observaciones *in situ* en el campo, se pretende que sean capaces de interpretar el paisaje, extraer conclusiones y transmitirlos correctamente.

Competencia específica 4. Buscar y utilizar estrategias en la resolución de problemas analizando críticamente las soluciones y respuestas halladas, y reformulando el procedimiento, si fuera necesario, para dar explicación a fenómenos relacionados con las ciencias biológicas, geológicas y medioambientales.

Además de dar explicación a fenómenos que se observen en la naturaleza, los alumnos tendrán que hacer un trabajo posterior indagatorio en el que tendrán que solucionar una serie de problemas que se les plantean, trabajando en el desarrollo de esta competencia específica.

Competencia específica 5. Diseñar, promover y ejecutar iniciativas relacionadas con la conservación del medioambiente, la sostenibilidad y la salud, basándose en los fundamentos de las ciencias biológicas, geológicas y ambientales, para fomentar hábitos sostenibles y saludables.

La salida misma está englobada en el bloque de ecosistemas y sostenibilidad, se realizará la visita a una Reserva Natural, por lo que las iniciativas para la conservación del medio ambiente están implícitas a lo largo de toda la situación de aprendizaje.

6. Evaluación

Los criterios de evaluación que están relacionados con las competencias específicas 1, 4 y 5 especificadas en el apartado anterior, y en los que se basa la evaluación de la situación de aprendizaje son los siguientes:

1.2 Comunicar informaciones u opiniones razonadas relacionadas con los contenidos de la materia Biología, Geología y Ciencias Ambientales, transmitiéndolas de forma clara y rigurosa, utilizando la terminología y el formato adecuados: modelos, gráficos, tablas, vídeos, informes, diagramas, fórmulas, esquemas, símbolos o contenidos y herramientas digitales, y respondiendo de manera fundamentada a las cuestiones que puedan surgir durante el proceso.

1.3 Argumentar sobre aspectos relacionados con los contenidos de la materia Biología, Geología y Ciencias Ambientales defendiendo una postura de forma razonada y no

dogmática, con una actitud abierta, flexible, receptiva y respetuosa ante la opinión de los demás.

4.1 Resolver problemas, responder con creatividad y eficacia o dar explicación de forma oral, escrita y multimodal, con fluidez y rigurosidad a procesos biológicos, geológicos o ambientales buscando y utilizando recursos variados como conocimientos, datos e información, con especial énfasis en los textos académicos, razonamiento lógico, pensamiento computacional o recursos digitales.

5.2 Conocer problemas ambientales de ámbito local que afectan al entorno y poner en práctica hábitos, iniciativas, proyectos y soluciones tecnológicas sostenibles y saludables, y argumentar sobre sus efectos positivos y la urgencia de adoptarlos basándose en los contenidos de la materia Biología, Geología y Ciencias Ambientales.

De estos criterios se extraen los indicadores de logro, que indican lo que el alumnado habrá obtenido si realiza con éxito la situación de aprendizaje. Los indicadores de logro generales de la situación de aprendizaje son los siguientes: contestan a las preguntas de la guía con vocabulario científico, extraen las ideas principales y elaboran un informe de síntesis, son capaces de argumentar sus ideas con rigor científico, reflexionan y determinan posibles soluciones ante un problema ambiental.

La situación de aprendizaje será evaluada de forma heterogénea, es decir, la nota total corresponderá a varios instrumentos de evaluación.

El debate de cierre de la situación de aprendizaje se evaluará de manera grupal, con una lista de control en la que se valorará la ejecución del ejercicio, la participación, actitud y la expresión (Anexo VII). Los indicadores de logro para el debate en referencia al grupo son: presentan ordenadamente sus respuestas, utilizan argumentos relevantes y convincentes, hacen uso de ejemplos, se comunican de forma clara y fluida, utilizan un lenguaje apropiado, tienen una postura y expresión corporal adecuadas, participan de forma equitativa incluyendo a todo el equipo, colaboran y se apoyan entre los miembros del equipo, y respetan los turnos de palabra.

Las respuestas y comentarios a las preguntas de la salida de campo, tanto las individuales como las grupales, se entregarán en la última parada de la salida. Ésta será la primera parte del trabajo escrito y constituirá el 30% de la nota.

Las preguntas indagatorias, que se contestarán de forma grupal y serán entregadas el día 20 de mayo, supondrán el 30% de la nota de la situación de aprendizaje. De esta manera la fusión de los trabajos escritos suma el 60% del total.

El 20% del total de la nota de la situación de aprendizaje será del debate que se desarrollará en clase el día 20 de mayo. El restante 20% constituirá la actitud y la asistencia, que se evaluará con el cuaderno de notas observacionales de la profesora.

7. Resumen de la situación de aprendizaje

Tabla 9.

Resumen de la SA 3 “Salida de campo. El papel de las plantas en los ecosistemas”.

SITUACIÓN DE APRENDIZAJE 3. “Salida de campo. El papel de las plantas en los ecosistemas”		
Contexto: Biología, Geología y Ciencias ambientales, 1º de bachillerato, itinerario científico		
Contextualización: Se realiza una salida de campo tras la impartición del tema de ecosistemas para observar <i>in situ</i> lo aprendido en clase y adquirir un aprendizaje significativo mediante observaciones y reflexiones.		
Justificación: El contenido estudiado referente a los ecosistemas no puede quedarse en el aula y en los libros de texto, para ser comprendido en su totalidad, es necesario el contacto directo con la naturaleza y sus componentes.		
Objetivos: Llevar a la realidad lo teórico, reflexionar sobre la importancia de las plantas en los ecosistemas, comprender el equilibrio necesario en los ecosistemas, valorar la naturaleza y concienciar acerca de la importancia de la conservación de la naturaleza.		
Metodología: Activa, enseñanza en la naturaleza fuera del aula, aprendizaje basado en la indagación, aprendizaje por trabajo colaborativo.		
Recursos: autobús para llegar al lugar, guías de campo, app Plantnet, guía del alumno/a, prismáticos		
Producto final: Elaboración de un informe final recogiendo todas las preguntas de la guía del alumno/a y debate final sobre las medidas de conservación.		
Competencias específicas	Criterios de evaluación	Descriptorios operativos
CE1	1.2	CCL1, CCL5, CP1, STEM1, STEM2, STEM3, STEM4, CD1, CD2, CD3, CD4, CPSAA3.1, CPSAA3.2, CE1, CE3
	1.3	
CE4	4.1	CCL1, STEM2, STEM5, CD4, CPSAA2, CC3, CC4, CE1, CE3
	5.2	

CE5		CCL1, STEM5, CD4, CPSAA2, CC3, CC4, CE1, CE3
<p>Contenidos:</p> <p>Bloque B. “Ecología y sostenibilidad”: Problemas sobre la dinámica de los ecosistemas. Flujos de energía, ciclos de la materia (carbono, nitrógeno, fósforo y azufre) y relaciones tróficas. Pérdida de biodiversidad: causas y consecuencias ambientales y sociales. Gestión medioambiental: instrumentos de gestión, acuerdos internacionales y legislación española.</p> <p>Bloque C “Historia de la Tierra y la vida”: Biodiversidad. Filogenia y evolución: los grupos taxonómicos. Características fundamentales. Importancia de la conservación de la biodiversidad.</p> <p>Bloque F “Fisiología e histología vegetal”: Adaptaciones de determinadas especies vegetales y características del ecosistema en el que se desarrollan.</p>		
Evaluación		
Instrumentos de evaluación	Indicadores de logro	Porcentajes
Guion de la salida de campo Lista de control del debate	Contesta a las preguntas de la guía con vocabulario científico Extrae las ideas principales y elabora un informe de síntesis Es capaz de argumentar sus ideas con rigor científico Reflexiona y determina posibles soluciones ante un problema ambiental	60% guion 20% debate 20% actitud
Agrupamientos: Individual, grupos de 4-5.	DUA: cambio de espacios, diferentes agrupamientos y diferentes instrumentos de evaluación.	ODS: 13. Acción por el clima, 15. Vida en ecosistemas terrestres.
Medidas de atención a la diversidad: para los alumnos que tienen TDAH, una salida de campo es estimulante, la salida del aula y los cambios de espacio, son buenas estrategias para integrarlos con el resto de alumnos.		Limitaciones de la propuesta: para organizar la salida se necesitará la aceptación del profesorado de otras asignaturas, ya que se utilizarían todas las horas lectivas del día de la salida en cuestión.

Situación de aprendizaje 4. Elaboración de un póster ilustrativo y exposición pública. Ilustrando la ciencia de las plantas

Con esta situación de aprendizaje, y a modo de cierre del proyecto de “La ciencia de las plantas”, se pretende que el alumnado haga una recopilación, de todos los contenidos tratados a lo largo del proyecto del mundo vegetal. En este sentido y llegados a este punto del curso, el alumnado habrá adquirido los conocimientos relativos a las plantas tratados en los diferentes bloques de la programación, y a través del desarrollo del proyecto en su conjunto. Así, tendrán conocimientos sobre: la clasificación, evolución y adaptaciones de las plantas, trabajado en la primera situación de aprendizaje; histología vegetal, trabajado a partir de clases magistrales conjuntamente con la histología animal; fisiología vegetal, tratado a través de clases magistrales y a través de la situación de aprendizaje dos relativa a cultivos hidropónicos; la ecología de las plantas, con conceptos de ecología y ecosistemas tratados en clase y en la situación de aprendizaje tres de la salida de campo. El objetivo de esta última situación de aprendizaje es recoger todos estos conocimientos en un póster ilustrativo que se expondrá públicamente.

1. Desarrollo de la situación de aprendizaje

Los diferentes grupos de trabajo, tendrán que elaborar un póster referido a un grupo vegetal concreto (briófitas, pteridófitas, gimnospermas y angiospermas). Dentro de cada grupo de cuatro personas y, por parejas, profundizarán en dos especies vegetales. De esta manera, en cada póster habrá información que corresponde a generalidades del grupo vegetal y dos especies de plantas concretas. La realización del póster tiene que ser gestionada por cada grupo de trabajo como trabajo fuera del aula, con asesoramiento y seguimiento por parte del profesor.

En la situación de aprendizaje 3. “Salida de campo. El papel de las plantas en el ecosistema”, a cada grupo se le asignará uno de los grupos vegetales arriba indicados y, en cada grupo, por parejas, tendrán que identificar y hacer un dibujo o fotografía de una especie concreta perteneciente al grupo asignado, tomando nota del entorno en el que se encontraba. Como trabajo fuera del aula, tendrán que completar una ficha con las características generales de su planta. A partir de toda esta información comenzará la elaboración de un póster integrador de conocimiento.

Para que el póster sea un compendio de todo el conocimiento adquirido, tienen que mostrarse los siguientes apartados:

-Apartado que exponga las características generales del grupo y de las 2 especies elegidas. Así como el momento evolutivo en el que aparece, la estructura de las hojas y las semillas o frutos, adaptaciones que tienen a su ecosistema, y una descripción de su hábitat, haciendo referencia y adjuntando fotografías o ilustraciones tomadas durante la salida a la Reserva Natural de las Riberas de Castronuño (SA3).

-Apartado que exponga aspectos de su fisiología como la fotosíntesis, el transporte de nutrientes, la reproducción (ciclo reproductivo) y tejidos vegetales asociados. En este apartado se quiere poner especial relieve en la ilustración, en que sean capaces de describir, a través de ilustraciones, dibujos o esquemas, procesos complejos que contengan toda la información necesaria para comprenderlos. Las ilustraciones, dibujos o esquemas tienen que ser de diseño propio y deberán realizarse a mano o a ordenador, pero empleando creando las imágenes con programas de creación y edición.

-Apartado que exponga la problemática ambiental asociada al grupo vegetal, su estado de conservación y posibles usos.

-Apartado valorando la importancia de las plantas para la vida en la Tierra.

En la rúbrica (Anexo VIII) se encuentran los aspectos a evaluar del poster para que ellos mismos valoren la importancia de cada uno de los apartados y los sitúen como les parezca más oportuno para la comprensión e integración de todo el conocimiento.

Para asegurar un seguimiento y acompañamiento a fin de facilitar la tarea a los alumnos, al final de cada clase, desde la finalización de la SA3 el día 20 de mayo, se dispondrá de unos minutos para que los diferentes grupos expliquen aspectos concretos que van trabajando sobre su grupo vegetal y pregunten posibles dudas. En clase contarán con dos días, 10 y 11 de junio, para finalizar el póster antes de la exposición que se realizará en otros dos días, 12 y 13 de junio, al final de la SA4 (Tabla 2, Figura 1). Tras la exposición de los pósteres, los 3 de mejor puntuación según la rúbrica, se expondrán en el hall del instituto. Con las presentaciones de cada grupo, toda la clase podrá tener una visión en conjunto del mundo vegetal y serán conscientes de la importancia y la gran variedad que tienen las plantas.

2. Contenidos tratados en la situación de aprendizaje

En esta situación de aprendizaje, al tratarse de una situación de aprendizaje diseñada para realizarse al final del proyecto, trata de que el alumno en su realización englobe contenidos de varios de los bloques descritos en la ley de educación (Decreto 40/2022, de 29 de septiembre de 2022).

Esta situación de aprendizaje se vincula con el Bloque F “Fisiología e histología vegetal” ya que se desarrolla al final del curso y de este bloque en concreto se tratan aspectos como las características de las plantas o su funcionamiento. De igual manera, se trata de vincular con los otros bloques del proyecto como el Bloque C “Historia de la Tierra y la vida”, al incluir en el póster características evolutivas, clasificación y adaptaciones, y el Bloque B “Ecología y sostenibilidad” en cuanto a problemas ambientales y conservación. Además, se trabajarán parte de los contenidos del Bloque A “Proyecto científico”, un bloque de carácter especial, que se imparte de manera transversal en el curso. De esta manera, los contenidos según el currículo que se trabajarán en esta situación de aprendizaje son:

Bloque F “Fisiología e histología vegetal”: principales tejidos vegetales: estructura y función. Función de nutrición en las plantas: procesos de obtención, transporte y composición de los nutrientes. Procesos implicados en la reproducción sexual de los vegetales (polinización, fecundación, dispersión de la semilla y el fruto) y la relación de estos con el ecosistema. Ciclos biológicos: análisis de los tipos de reproducción desde el punto de vista evolutivo. Adaptaciones de determinadas especies vegetales y características del ecosistema en el que se desarrollan.

Bloque C “Historia de la Tierra y la vida”: biodiversidad. Filogenia y evolución: los grupos taxonómicos. Características fundamentales. Importancia de la conservación de la biodiversidad.

Bloque B. “Ecología y sostenibilidad”: problemas sobre la dinámica de los ecosistemas, gestión medioambiental: instrumentos de gestión, acuerdos internacionales y legislación española.

Bloque A “Proyecto científico”: estrategias de comunicación de proyectos o resultados utilizando vocabulario científico y en distintos formatos (textos, informes, vídeos, modelos o gráficos).

3. Temporalización

Tal como se muestra en la Tabla 2 que resume la temporalización del proyecto “La ciencia de las plantas”, la situación de aprendizaje 4 se realiza en la parte final del curso. De esta manera se cierra el proyecto de la ciencia de las plantas con el final del curso.

La situación de aprendizaje 4 se presentará e iniciará como trabajo grupal, y por parejas dentro de cada grupo, durante la salida al campo (SA3) que se llevará a cabo el 15 de mayo. A partir de esa fecha se iniciará la preparación del póster ilustrado como trabajo fuera de aula.

Los días 10 y 11 de junio se han destinado para terminar los pósteres en clase, y en los días 12 y 13 de junio se harán las exposiciones por los grupos del proyecto.

4. Metodología

En esta situación de aprendizaje, consistente en la elaboración del póster ilustrativo integrado y su exposición, se va a emplear la metodología activa: aprendizaje basado en proyectos y el aprendizaje por trabajo colaborativo. El objetivo de la elaboración del póster es la integración de todo el contenido del mundo vegetal estudiado a lo largo del proyecto, por lo que forma parte de la metodología del **aprendizaje basado en proyectos (ABP)**. Esta metodología permitirá que haya un aprendizaje significativo, donde los alumnos para realizar el póster ilustrativo han de buscar información nueva y relacionarla con los conocimientos adquiridos a lo largo de todo el curso para ello, emplearán procesos mentales de análisis y síntesis. En la elaboración del póster realizarán ilustraciones y esquemas para organizar el aprendizaje de manera visual.

Así mismo, la exposición del póster, es una estrategia metodológica que también asegura un aprendizaje significativo del alumnado, ya que se tiene que comprender la información para exponerla y hacerla entendible a sus compañeros y compañeras.

Por otra parte, la división del alumnado en grupos de trabajo permite el **aprendizaje por trabajo colaborativo**, donde cada alumno, tiene diferentes tareas para llegar a un objetivo final común. En este caso, trabajarán por parejas, dentro de grupos de cuatro personas, y plasmarán en el póster el trabajo por parejas y el grupal, creando un conjunto unificado.

5. Contribución de la SA a las competencias específicas que se trabajan

La presente situación de aprendizaje se ha diseñado para que ayude al alumnado en la adquisición de las competencias específicas 1, 2 y 5 de la forma en que se explica a continuación para cada una de ellas.

Competencia específica 1. Interpretar y transmitir información y datos científicos, y argumentar sobre estos con precisión, empleando de forma correcta la terminología científica y utilizando diferentes formatos para analizar procesos, métodos, experimentos o resultados de las ciencias biológicas, geológicas y medioambientales.

Competencia específica 2. Localizar y utilizar fuentes fiables, con el fin de identificar, seleccionar y organizar la información, evaluándola críticamente y contrastando su veracidad,

para resolver preguntas planteadas de forma autónoma relacionadas con las ciencias biológicas, geológicas y medioambientales.

Estas dos primeras competencias específicas se trabajan directamente a través de la elaboración del póster, ya que los alumnos han de localizar, interpretar y transmitir la información encontrada en fuentes fiables y en diferentes formatos.

Competencia específica 5. Diseñar, promover y ejecutar iniciativas relacionadas con la conservación del medioambiente, la sostenibilidad y la salud, basándose en los fundamentos de las ciencias biológicas, geológicas y ambientales, para fomentar hábitos sostenibles y saludables.

Conociendo y aprendiendo sobre las plantas, su ecología, su fisiología o su importancia, se estarán sentando las bases en el alumnado para fomentar una correcta conservación de las mismas y del medioambiente. De esta manera, se puede despertar el interés de los alumnos por la materia y para abordar los retos de sostenibilidad a los que nos enfrentamos.

6. Evaluación

Los criterios de evaluación, establecidos por el decreto 40/2022 que están relacionados con las competencias específicas 1, 2 y 5 para cuya adquisición se trabaja en esta situación de aprendizaje, y a partir de los cuales se establecen los indicadores de logro son los siguientes:

1.1 Analizar críticamente conceptos y procesos relacionados con los contenidos de Biología, Geología y Ciencias Ambientales interpretando información en diferentes formatos (modelos, gráficos, tablas, diagramas, fórmulas, esquemas, etc.), utilizando el pensamiento científico y seleccionando y contrastando de forma autónoma dicha información.

1.2 Comunicar informaciones u opiniones razonadas relacionadas con los contenidos de la materia Biología, Geología y Ciencias Ambientales, transmitiéndolas de forma clara y rigurosa, utilizando la terminología y el formato adecuados: modelos, gráficos, tablas, vídeos, informes, diagramas, fórmulas, esquemas, símbolos o contenidos y herramientas digitales, y respondiendo de manera fundamentada a las cuestiones que puedan surgir durante el proceso.

2.1 Plantear y resolver cuestiones relacionadas con los contenidos de la materia Biología, Geología y Ciencias Ambientales localizando y citando fuentes adecuadas y seleccionando, organizando y analizando críticamente la información, desarrollando estrategias que permitan ampliar el repertorio lingüístico individual.

2.2 Contrastar y justificar la veracidad de la información relacionada con los contenidos de la materia Biología, Geología y Ciencias Ambientales, con especial énfasis en los textos académicos, utilizando fuentes fiables y aplicando medidas de protección frente al uso de

tecnologías digitales, y adoptando autonomía en el proceso de aprendizaje con una actitud crítica y escéptica hacia informaciones sin una base científica, como pseudociencias, teorías conspiratorias, creencias infundadas, bulos, etc., contribuyendo a la consolidación de su madurez personal y social.

5.1 Analizar las causas y consecuencias ecológicas, sociales y económicas de los principales problemas medioambientales desde una perspectiva global concibiéndolos como grandes retos de la humanidad basándose en datos científicos y en los contenidos de la materia Biología, Geología y Ciencias Ambientales.

Los indicadores de logro para la situación de aprendizaje 4 “Elaboración de un póster ilustrativo y exposición pública. Ilustrando la ciencia de las plantas” tendrán en cuenta, por una parte, los aspectos presentados en la rúbrica (Anexo VIII) referentes a la elaboración del póster, y a los referentes a la exposición del mismo (Anexo IX). Estas rúbricas se les darán a los alumnos, con el fin de que conozcan cómo se les va a evaluar. Los indicadores de logro generales son: presentan la información en el poster de forma organizada, clara y estéticamente atractiva, aportan información verídica y fiable, comunican de forma oral con vocabulario preciso y científico.

Teniendo en cuenta el tiempo de trabajo y dedicación de los alumnos a esta situación de aprendizaje, se evaluará de forma grupal y se valorará con un 60% de la nota correspondiente a la actividad, a la elaboración del poster, y el 40% restante será la nota de la exposición del mismo.

7. Resumen de la situación de aprendizaje

Tabla 10.

Resumen de la SA4. “Elaboración de un póster ilustrativo y exposición pública. Ilustrando la ciencia de las plantas”.

SITUACIÓN DE APRENDIZAJE 4. “Elaboración de un póster ilustrativo y exposición pública. Ilustrando la ciencia de las plantas”
Contexto: Biología, Geología y Ciencias ambientales, 1º de bachillerato, itinerario científico
Contextualización: se sitúa en la parte final del proyecto de la ciencia de las plantas a modo de recopilación y exposición de lo aprendido, para cerrar el proyecto.

Justificación: después de todo el desarrollo del proyecto, es necesario hacer un buen cierre que termine de poner en valor la importancia de las plantas y su biodiversidad.

Objetivos: obtener una visión en conjunto de lo estudiado, conocer las características de su planta y las de sus compañeros de forma global, valorar la gran diversidad de plantas y su importancia, exponer de forma clara los contenidos aprendidos, aprender a elaborar un poster.

Metodología: aprendizaje basado en proyectos y aprendizaje por trabajo colaborativo.

Recursos: cartulina A1, ordenador, acceso a internet, programas de edición (en caso de hacerlo en ordenador), rotuladores (en caso de hacerlo a mano).

Producto final: poster ilustrativo a ordenador o a mano y exposición.

Competencias específicas	Criterios de evaluación	Descriptorios operativos
CE1	1.1 1.2 2.1	CCL1, CCL2, CCL3, CP1, STEM1, STEM2, STEM4, CD2, CD3 CPSAA4
CE2	2.2 5.1	CCL2, CCL3, CP1, CP2, STEM2, STEM4, CD1, CD2, CD3, CD4, CPSAA4, CPSAA5, CC1, CC3
CE5		STEM2, CC4, CE1

Contenidos:

Bloque A “Proyecto científico”: estrategias de comunicación de proyectos o resultados utilizando vocabulario científico y en distintos formatos (textos, informes, vídeos, modelos o gráficos).

Bloque B. “Ecología y sostenibilidad”: problemas sobre la dinámica de los ecosistemas, gestión medioambiental: instrumentos de gestión, acuerdos internacionales y legislación española.

Bloque C “Historia de la Tierra y la vida”: biodiversidad. Filogenia y evolución: los grupos taxonómicos. Características fundamentales. Importancia de la conservación de la biodiversidad.

Bloque F “Fisiología e histología vegetal”: principales tejidos vegetales: estructura y función. Función de nutrición en las plantas: procesos de obtención, transporte y composición de los nutrientes. Procesos implicados

en la reproducción sexual de los vegetales (polinización, fecundación, dispersión de la semilla y el fruto) y la relación de estos con el ecosistema. Ciclos biológicos: análisis de los tipos de reproducción desde el punto de vista evolutivo. Adaptaciones de determinadas especies vegetales y características del ecosistema en el que se desarrollan.

Evaluación

Instrumentos de evaluación	Indicadores de logro	Porcentajes
<p>Póster</p> <p>Exposición</p>	<p>Presenta la información en el poster de forma organizada, clara y estéticamente atractiva.</p> <p>Aporta información verídica y fiable.</p> <p>Comunica de forma oral con vocabulario preciso y científico.</p>	<p>60% póster</p> <p>40% exposición</p>
<p>Agrupamientos: grupos del proyecto y por parejas</p>	<p>DUA: trabajo por parejas. Organización de la información. Flexibilidad a la hora de evaluar.</p>	<p>ODS: 4. Educación de calidad, 15. Vida de los ecosistemas terrestres.</p>
<p>Medidas de atención a la diversidad: el trabajo por parejas es de gran ayuda para este tipo de alumnos. Además, la elaboración de un poster ordenado es positiva para su aprendizaje.</p>	<p>Limitaciones de la propuesta: al ser al final de curso, es posible que los alumnos ya estén algo cansados y su motivación sea menor. Se tendrá en cuenta esta variable.</p>	

7. Conclusiones

La comprensión de la Biología, Geología y las Ciencias Ambientales para trabajar hacia una sociedad de futuro competente en términos de desarrollo sostenible, es de vital importancia para la supervivencia del planeta. En concreto, entender que el conocimiento del mundo vegetal es la clave para un futuro sostenible abrirá las puertas a nuevas ideas e iniciativas que ayuden a afrontar los retos presentes y futuros. Por ello, se necesita incentivar al alumnado a entender la ciencia y a abrir la posibilidad de poder dedicarse a ella, lo que radica en diseñar proyectos motivadores que les acerquen al mundo de la ciencia en la vida real. Con este proyecto didáctico, se pretende precisamente eso. Mediante cuatro situaciones de aprendizaje y con la temática central de las plantas estudiadas desde distintas perspectivas, se pretenderá llegar de otra forma al alumnado, de manera que comprendan de forma integrada los conceptos del mundo vegetal y no como hechos aislados. A final de curso, los alumnos y las alumnas podrán tener una visión mucho más amplia de la ciencia de las plantas, desde su evolución, clasificación y adaptaciones a su fisiología y ser capaces de comprender su papel en los ecosistemas como base de la vida.

A la hora de diseñar este proyecto, era importante optimizar el proceso de aprendizaje, de manera que se pueda conseguir un aprendizaje significativo por parte del alumnado. Para ello, ha sido vital el uso de metodologías activas que favorezcan la motivación y aumenten las posibilidades de éxito entre el alumnado.

Diseñar un proyecto didáctico como el que se presenta aquí supone un esfuerzo extra como docentes, si bien es cierto que, su implementación puede tener resultados muy satisfactorios. Algo que me queda claro es que la vida docente implica un gran esfuerzo, pero también es muy gratificante. Tenemos que tener claro que la educación tiene la capacidad de transformarlo todo, como dijo Malala Yousafzai, Premio Nobel de la Paz: “Un niño, un profesor, un libro y un lápiz pueden cambiar el mundo”.

8. Referencias

Artículos de revista

- Achurra, A. (2022). Plant blindness: A focus on its biological basis. *Frontiers in Education*, 7. <https://doi.org/10.3389/feduc.2022.963448>
- Aguilera, D. (2018). La salida de campo como recurso didáctico para enseñar ciencias. Una revisión sistemática. *DOAJ (Directory of Open Access Journals)*. <https://doi.org/10.25267/reveurekaensendivulgcienc.2018.v15.i3.3103>

- Bampi, A., Scur, L., & Scopel, J. M. (2014). Environmental Awareness on the Importance of Plants at the Caxias do Sul Botanical Garden. *Scientia cum Industria*, 2(2), 77-81. <http://www.ucs.br/etc/revistas/index.php/scientiacumindustria/article/download/3158/pdf/314>
- Benítez-Benítez, C., Escudero, M. L., Rodríguez-Sánchez, F., Martín-Bravo, S., & Jiménez-Mejías, P. (2018b). Pliocene-Pleistocene ecological niche evolution shapes the phylogeography of a Mediterranean plant group. *Molecular Ecology*, 27(7), 1696-1713. <https://doi.org/10.1111/mec.14567>
- Daily, G. C., Polasky, S., Goldstein, J. N., Kareiva, P., Mooney, H. A., Pejchar, L., Ricketts, T. H., Salzman, J., & Shallenberger, R. (2009). Ecosystem services in decision making: time to deliver. *Frontiers in Ecology and the Environment*, 7(1), 21-28. <https://doi.org/10.1890/080025>
- Fussy, A., & Papebrock, J. (2022). An Overview of Soil and Soilless Cultivation Techniques—Chances, Challenges and the Neglected Question of Sustainability. *Plants*, 11(9), 1153. <https://doi.org/10.3390/plants11091153>
- Jančaříková, K., & Jančařík, A. (2022). How to Teach Photosynthesis? A Review of Academic Research. *Sustainability*, 14(20), 13529. <https://doi.org/10.3390/su142013529>
- Jáuregui, P. A., Goienetxe, R. M. A., & Vidales, K. B. (2017). El aprendizaje basado en la indagación en la enseñanza secundaria. *RIE (Revista de Investigación Educativa)*, 36(1), 109. <https://doi.org/10.6018/rie.36.1.278991>
- Knapp, S. (2019). Are humans really blind to plants? *Plants, people, planet*, 1(3), 164-168. <https://doi.org/10.1002/ppp3.36>
- Mayoral, O. (2019). Las plantas como recurso didáctico. La botánica en la enseñanza de las ciencias. *Flora Montiberica*, 73, 93-99.
- Naas, H. (2011). Teaching Photosynthesis in a Compulsory School Context. Students' Reasoning, Understanding and Interactions. *Nordic Studies in Science Education*, 7(1):104
- Naciones Unidas (2015): Transformar nuestro mundo: la Agenda 2030 para el Desarrollo Sostenible. Resolución aprobada por la Asamblea General el 25 de septiembre de 2015. A/RES/70/1, 21 de octubre.
- Negrutiu, I., Frohlich, M. W., & Hamant, O. (2020). Flowering Plants in the Anthropocene: A Political Agenda. *Trends in Plant Science*, 25(4), 349-368. <https://doi.org/10.1016/j.tplants.2019.12.008>
- Pandita, D., Pandita, A., Wani, S. H., Abdelmohsen, S. A. M., Al-Yousef, H. A., Abdelbacki, A. M. M., Al-Yafrasi, M. A., Al-Mana, F. A., & Elansary, H. O. (2021). Crosstalk of Multi-Omics Platforms with Plants of Therapeutic Importance. *Cells*, 10(6), 1296. <https://doi.org/10.3390/cells10061296>
- Pascagaza, E. F., & Bohórquez, B. B. (2019). El aprendizaje basado en proyectos y su relación con el desarrollo de competencias asociadas al trabajo colaborativo. *Revista amauta*, 17(33), 103-118. <https://doi.org/10.15648/am.33.2019.8>
- Rockwell, F. E., & Sage, R. F. (2022). Plants and water: the search for a comprehensive understanding. *Annals of Botany*, 130(3), i-viii. <https://doi.org/10.1093/aob/mcac107>

- Sharrock, S., & Jackson, P. (2017). Plant Conservation and the Sustainable Development Goals: A Policy Paper Prepared for the Global Partnership for Plant Conservation. *Annals of the Missouri Botanical Garden*, 102(2), 290-302. <https://doi.org/10.3417/d-16-00004a>
- Zhang, Z., Ma, X., Liu, Y., Yang, L., Shi, X., Wang, H., Diao, R., & Zhong, B. (2022). Origin and evolution of green plants in the light of key evolutionary events. *Journal of Integrative Plant Biology*. <https://doi.org/10.1111/jipb.13224>

Libros

- Ausubel, D. P. (1963). *The Psychology of Meaningful Verbal Learning*. W.B. Saunders Company.
- Ausubel, D. P. (2002). *Adquisición y retención del conocimiento: una perspectiva cognitiva*. Grupo Planeta (GBS).
- Levin, J. & Stevenson, M. (2012). *The 2050 Criteria: Guide to Responsible Investment in Agricultural, Forest, and Seafood Commodities*. WWF Report, Washington D.C. 45-50.
- Manual de hidroponía. (2019). Oasis Grower Solutions, Easy Plant Sustratos Hidropónicos.
- Morduchowicz, R. (2018). *Ruidos en la web. Cómo se informan los adolescentes en la era digital*. Buenos Aires, Argentina: Ediciones B.
- Vygotsky, L. S. (1978). *El desarrollo de los procesos psicológicos superiores*. Primera edición. Barcelona: Grijalbo.

Trabajos de tesis y similares

- Alba, P. (2018). Diseño Universal para el Aprendizaje: un modelo teórico-práctico para una educación inclusiva de calidad. *Participación educativa*. Universidad Complutense de Madrid. 55-65.
- Benavides, C.A., & Ramos, J.J. (2021). *Evaluación de cuatro soluciones nutritivas en el rendimiento de siete especies de hortalizas de hoja cultivadas simultáneamente bajo la técnica de flujo laminar de nutrientes*. [TFG, Universidad Jorge Tadeo Lozano]. <http://hdl.handle.net/20.500.12010/20579>
- Latorre, M. & Seco, J. (2013). *Metodología, estrategias y técnicas metodológicas*. Universidad Marcelino Champagnat.

Leyes

- Cuarto Inventario Forestal Nacional de la provincia de Valladolid*. (2021). Ministerio para la Transición Ecológica y el Reto Demográfico (MITECO).
- Decreto 40/2022, de 29 de septiembre, por el que se establece la ordenación y el currículo del bachillerato en la Comunidad de Castilla y León. *Boletín Oficial de Castilla y León*, 190 de 30 de septiembre de 2022. <https://bocyl.jcyl.es/boletines/2022/09/30/pdf/BOCYL-D-30092022-4.pdf>
- Ley Orgánica 3/2020, de 29 de diciembre, por la que se modifica la Ley Orgánica 2/2006, de 3 de mayo, de Educación. *Boletín Oficial del Estado*, 340, de 30 de diciembre de 2020. <https://www.boe.es/eli/es/lo/2020/12/29/3/con>

Webs

Abbas, N. (2023, 5 abril). Cómo hacer fertilizantes orgánicos caseros. *ecologiaverde.com*. <https://www.ecologiaverde.com/como-hacer-fertilizantes-organicos-caseros-1559.html>

Categorías. (s. f.). https://www.miteco.gob.es/es/biodiversidad/temas/espacios-protegidos/espacios-naturales-protegidos/enp_categorias.aspx

Nateras, K. (2023, 27 enero). Agua de lentejas: cómo utilizarlo de fertilizante para las plantas. *Architectural Digest*. <https://www.admagazine.com/articulos/agua-de-lentejas-como-utilizarlo-de-fertilizante-para-las-plantas>

Senda de los Almendros (VA-PRC-09) - Valladolid - R.N. «Riberas de Castronuño-Vega del Duero». (2021, 21 octubre). Wikiloc | Rutas del Mundo. <https://es.wikiloc.com/rutas-senderismo/senda-de-los-almendros-va-prc-09-valladolid-r-n-riberas-de-castronuno-vega-del-duero-41745342>

PDF:

López, C., Espinosa, J. & Bengoa, J. (2009). Mapa de vegetación de Castilla y León. Síntesis 1:400000. [Archivo PDF].

http://www.jcyl.es/junta/cma/20110309Mapa_Vegetacion.pdf

Dossier de la Reserva Natural de Riberas de Castronuño [Archivo PDF]

https://patrimonionatural.org/ficheros/castronunoapdf221010_135254.pdf

9. Anexos

Anexo I. SA1

Lista de control para evaluar el esquema, por parejas, de la evolución de las plantas

Indicadores	Si	No
Incluye todos los grupos de plantas estudiados		
Señala los 3 eventos clave de los que habla el artículo		

Anexo II. SA1

Lista de control para evaluar el informe grupal sobre las adaptaciones expuestas en la presentación.

Indicadores	Sí	No
Explica las adaptaciones de todas las especies vistas en clase		
Relaciona correctamente las adaptaciones con el entorno		
La información está organizada		
Entregan el informe en la fecha señalada		

Anexo III. SA1

Rúbrica para evaluar el informe de los artículos científicos.

Indicadores	Sí	No
Se contestan correctamente las preguntas relacionadas con la figura del artículo		
Realizan un resumen completo de lo que han comprendido del artículo escogido		
Analizan correctamente una de las figuras de resultados del artículo escogido		
Son capaces de citar correctamente el artículo escogido		

Anexo IV. SA2

Rúbrica para evaluar el trabajo grupal en el laboratorio

Criterio	Insuficiente (1)	Bien (2)	Excelente (3)
Organización y reparto de tareas			
Realización de las tareas a tiempo			
Mediciones completas			
Cuidado del material			
Trabajo en equipo			
Actitud general			

Anexo V. SA2

Rúbrica para evaluar el informe grupal

Criterio	Insuficiente	Bien	Sobresaliente
Completan los apartados de un artículo científico			
Utilizan fuentes fiables			
Uso de lenguaje adecuado y científico			
Diferentes apartados			
Introducción	No incluyen todos los apartados de una introducción, información poco ordenada.	Presentan una introducción con los apartados necesarios, objetivos, hipótesis. Redacción poco ordenada y poco clara.	Presentan una introducción completa sobre el tema, con objetivos e hipótesis de la investigación. Con la información bien redactada y ordenada.
Materiales y métodos	Proceso y materiales incompletos	Proceso y materiales completos, poco organizados y poco claros.	Proceso y materiales completos y bien organizados
Resultados	Resultados incorrectos o representación poco clara	Resultados correctos pero representación poco clara	Resultados correctos y representación poco clara
Discusión	Discusión de los resultados incorrecta, poco precisa o mal organizada	Discusión de los resultados correcta, pero poco clara o mal organizada	Discusión de los resultados correcta y clara

Anexo VI. SA3. Guíadel alumno/a.

Visitamos la Reserva Natural de Riberas de Castronuño, en la ribera del río Duero y el embalse de San José, al oeste de la provincia de Valladolid limitando con Zamora. Para empezar, debemos saber que las Reservas Naturales son espacios naturales cuya creación tiene como finalidad la protección de ecosistemas, comunidades o elementos biológicos que, por su rareza, fragilidad, importancia o singularidad, merecen una valoración especial.

Grupos de trabajo de 4 personas, los mismos que para otras Situaciones de Aprendizaje.

¡Empezamos con la ruta!



Los números en los círculos rojos indican las paradas de la ruta que realizaremos.

Primera parada: Mirador del Teso Sombrero.

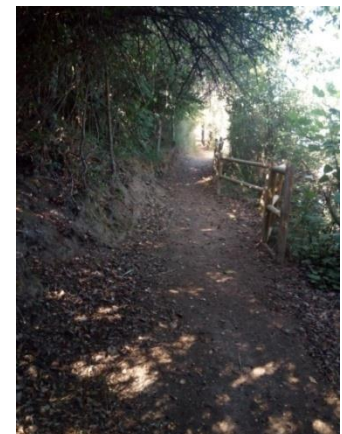
Responded individualmente:

- ¿Qué sentimientos te despierta la visión de este paisaje?
- ¿Qué elementos del ecosistema observas? Enumera los elementos que forman parte del biotopo y la biocenosis del lugar.
- Respecto a la vegetación, ¿cómo está organizada? ¿Se pueden distinguir varias zonas en las que la vegetación cambia?
- Comenta 3 aspectos de la vegetación de este paisaje que sean positivos para el ecosistema y los seres vivos que habitan en él.
- ¿Qué pasaría si eliminamos el río Duero de este paisaje? Contesta lo más detalladamente posible según lo que estás observando.
- ¿Qué presencia tiene o ha tenido el ser humano en este paisaje? Comenta los posibles usos del paisaje.



Parada 2: Adentrándonos en el bosque de ribera.

- Identificad, con la ayuda de la app Plantnet y de las guías de campo proporcionadas: 9 especies vegetales, siendo 3 de tipo arbóreo, 3 de baja altura y 3 de tipo matorral. Describid el entorno en el que se encuentran las diferentes especies.
- Identificad alguna especie animal que hayas encontrado y te haya llamado la atención.



Asignación a cada grupo de un grupo de plantas:

Briófitas (musgos y hepáticas), Pteridófitas (helechos), Angiospermas y Gimnospermas.

En cada grupo y por parejas identificad y haced un dibujo o tomad una fotografía de una especie concreta perteneciente al grupo asignado. Anotad el entorno en el que se encuentra. Con todas vuestras anotaciones realizaréis en clase una ficha que muestre las características generales de las especies seleccionadas. Toda esta información os servirá para la realización de la Situación de aprendizaje 4: “Elaboración de un póster ilustrado y exposición pública-Ilustrando la ciencia de las plantas” que pondrá fin al proyecto “La ciencia de las plantas”.

Responded grupalmente:

- A primera vista, ¿qué diferencias observáis con la parada anterior? (cobertura vegetal, elementos de la antropización del paisaje, etc.)
- Desde un punto de vista vegetal, ¿cómo podríais describir la zona? incluid en la descripción las 9 especies vegetales que habéis identificado y razonad su clasificación en los diferentes tipos: arbóreo, herbáceo y de matorral.
- ¿Habéis podido identificar alguna especie animal? ¿os ha llamado la atención en algún aspecto?

Parada 3: Observatorio de aves.

Responded grupalmente:

- Describid algún comportamiento que te haya asombrado ¿Os surge alguna pregunta, alguna reflexión?
- ¿Cuántas especies de aves diferentes observáis? ¿En qué características os basáis para su diferenciación?
- ¿Qué elementos del ecosistema son fundamentales para que puedan habitar en este lugar?
- ¿Qué relación tienen estas aves con la vegetación presente?



Parada 4: Pinar de pino piñonero.

- ¿Qué diferencias observáis entre este ecosistema y el del bosque de ribera? (Cobertura vegetal, diversidad de especies vegetales y animales, sombra, humedad...)
- Según lo que se puede observar y a grandes rasgos, ¿dónde habría una mayor diversidad de especies vegetales, en el bosque de ribera o en el pinar?



Parada final. Valoración final de cada portavoz de los grupos. Reflexiones.

Preguntas indagatorias (trabajo en casa):

- Si tuvierais que plantar una especie vegetal de la familia de las leguminosas en alguno de los lugares que hemos visitado, ¿cuál escogerías? ¿por qué?
- Según lo que habéis observado en este Reserva Natural, ¿considerarías que esta zona necesita tener una figura de protección mayor?
- Exponed alguna medida de conservación que aplicarías en la Reserva Natural de las Riberas deCastronuño en los siguientes casos, posteriormente, lo debatiremos en clase.
 - La población de anfibios que habitan la ribera se ha visto reducida dramáticamente.
 - En la zona de la ribera donde hemos observado las aves, cría una especie en peligro de extinción entre los meses de marzo y junio.
 - En el pinar visitado de pino piñonero hay una plaga de chinche americano que hace que las piñas produzcan menos piñones.
- ¿Por qué han sido importantes los pinares para el ser humano? ¿qué beneficios pueden obtener los seres humanos de los pinares?

Las preguntas indagatorias del guion que tenéis que trabajar en grupo las entregareis el día 20 de mayo y ese mismo día se realizará un debate y reflexión final de la salida al campo. La actividad complementaria no hay que entregarla en esa fecha, sino que será parte de la última situación de aprendizaje que se llevará a cabo del 10 al 13 de junio, por lo que esa parte tiene que estar hecha para dichas fechas.

Anexo VII. SA3

Lista de control para la evaluación del debate grupal.

Criterio	Sí	No
Presentación ordenada de sus respuestas		
Argumentos relevantes y convincentes		
Uso de ejemplos		
Comunicación clara y fluida		
Lenguaje apropiado		
Postura y expresión corporal adecuadas		
Participación equitativa del equipo		
Colaboración y apoyo entre los miembros del equipo		
Respeto de turnos de palabra		

Anexo VIII. SA4

Rúbrica para evaluar la elaboración del póster ilustrativo.

Criterios	Sobresaliente	Notable	Aceptable	Insuficiente
Características generales del grupo	Descripción detallada, precisa y visual del grupo	Descripción clara del grupo aunque no del todo atractiva	Descripción básica del grupo	No hay descripción o no aborda el criterio
Características de las 2 especies seleccionadas	Descripción detallada, precisa y visual de las especies seleccionadas	Descripción clara de las especies seleccionadas aunque no del todo atractiva	Descripción básica de las especies seleccionadas	No hay descripción o no aborda el criterio
Estructura de las hojas	Representación visual clara, atractiva y precisa de la estructura de las hojas de las especies seleccionadas	Representación visual clara de la estructura de las hojas de las especies seleccionadas aunque no del todo atractiva	Representación visual básica o inexacta de la estructura de las hojas	No tiene una representación visual o no aborda el criterio
Estructura de las semillas o frutos	Representación visual clara, atractiva y precisa de la estructura de las semillas o frutos de las especies seleccionadas	Representación visual clara, aunque no del todo atractiva, de la estructura de las semillas o frutos de las especies seleccionadas	Representación visual básica o inexacta de la estructura de las semillas o frutos	No tiene una representación visual o no aborda el criterio
Adaptaciones al ecosistema	Representación visual clara, atractiva y precisa de las adaptaciones que tienen las especies al ecosistema	Representación visual clara, aunque no del todo atractiva, de las adaptaciones que tienen las especies al ecosistema	Representación visual básica o inexacta de las adaptaciones al ecosistema	No hay representación visual o no aborda el criterio

Descripción del hábitat	Descripción clara y detallada del hábitat en el que se desarrollan las especies seleccionadas	Descripción básica del hábitat en el que se desarrollan las especies seleccionadas	Descripción limitada o inexacta del hábitat en el que se desarrollan las especies seleccionadas	No presenta una descripción o no aborda el criterio
Aspectos de la fisiología	Representación visual clara, precisa y atractiva de los aspectos de la fisiología de las especies seleccionadas	Representación visual clara, aunque no del todo atractiva, de los aspectos de la fisiología de las especies seleccionadas	Representación visual básica o inexacta de los aspectos de la fisiología	No hay una representación visual
Tejidos vegetales	Representación visual clara, precisa y atractiva de los tejidos vegetales de las especies seleccionadas	Representación visual clara, aunque no del todo atractiva, de los tejidos vegetales de las especies seleccionadas	Representación visual básica o inexacta de los tejidos vegetales	No hay una representación visual
Problemática ambiental asociada a las plantas	Descripción clara y detallada de la problemática ambiental asociada a las plantas	Descripción básica de la problemática ambiental asociada a las plantas	Descripción limitada o inexacta de la problemática ambiental asociada a las plantas	No presenta una descripción
Estado de conservación	Evaluación clara y precisa del estado de conservación de las especies seleccionadas	Evaluación básica del estado de conservación de las especies seleccionadas	Evaluación incompleta del estado de conservación de las especies seleccionadas	No presenta una evaluación del estado de conservación de las especies seleccionadas
Posibles usos	Descripción clara y detallada de los posibles usos de las especies seleccionadas	Descripción básica de los posibles usos de las especies seleccionadas	Descripción limitada de los posibles usos de las especies seleccionadas	No presenta una descripción de los posibles usos
Importancia de las plantas para la vida	Descripción clara y detallada de la importancia de las plantas para la vida	Descripción básica de la importancia de las plantas para la vida	Presenta una descripción limitada de la importancia de las plantas para la vida	No presenta una descripción de la importancia de las plantas para la vida

Anexo IX. SA4

Rúbrica para evaluar la exposición del póster ilustrativo.

Criterio	Sobresaliente (4)	Notable (3)	Aceptable (2)	Insuficiente (1)
Contenido	El contenido está completo, relevante y bien desarrollado. Se demuestra un dominio profundo del tema.	El contenido es adecuado y se presenta de manera clara y coherente. Se abordan los puntos clave del tema.	El contenido es básico y se presenta de manera comprensible, pero puede haber algunas lagunas o falta de detalles.	El contenido es limitado, poco claro o inadecuado para el tema.
Organización	La exposición tiene una estructura clara y lógica. La información se presenta en un orden adecuado y se utilizan transiciones efectivas.	La exposición sigue una estructura generalmente clara. La información se presenta en un orden coherente con algunas transiciones adecuadas.	La exposición tiene una estructura básica, pero la organización puede ser confusa en algunos puntos. Se necesitan mejoras en las transiciones.	La exposición carece de una estructura clara y las ideas se presentan de manera desordenada o incoherente.
Habilidades de Presentación	El habla es clara y fluida, con un tono y volumen adecuados. Se utiliza un lenguaje técnico y académico apropiado. Se mantiene una postura y contacto visual adecuados con el público.	El habla es en su mayoría clara y fluida, aunque puede haber algunas pausas o titubeos. El tono y el volumen son adecuados, pero pueden faltar algunas habilidades de pronunciación o énfasis. Se mantiene una postura y contacto visual mayormente adecuados.	El habla puede ser poco clara o insegura en algunos momentos. El tono y el volumen pueden ser inconsistentes. La postura y el contacto visual son limitados o poco consistentes.	El habla es ininteligible o extremadamente insegura. El tono y el volumen dificultan la comprensión. La postura y el contacto visual son inadecuados.
Participación y Respuestas	Se participa activamente, responde a las preguntas con claridad y demuestra un profundo conocimiento del tema. Se establece una conexión con el público y se fomenta la participación de la audiencia.	Se participa de manera adecuada, responde a la mayoría de las preguntas con claridad y muestra un buen conocimiento del tema. Se intenta fomentar la participación de la audiencia.	La participación es limitada o poco clara, y las respuestas pueden ser vagas o incorrectas. La interacción con la audiencia es mínima.	La participación es escasa o inexistente.