



**UNIVERSIDAD
DE BURGOS**

Facultad de Educación

TRABAJO FIN DE MÁSTER
MÁSTER EN PROFESOR DE ESO Y BACH, FP Y ENSEÑANZA DE IDIOMAS

***UNA PROPUESTA PARA LA EXPERIMENTACIÓN EN EL
LABORATORIO Y ANÁLISIS DEL EFECTO DE UNA
PRÁCTICA DE LABORATORIO EN ALUMNOS DE 1º DE
BACHILLERATO***

Autor/a: Pedro Arratíbel González

Especialidad: Biología y Geología

Tutor/a: Patricia Fresnillo Herrero

Curso académico: 2022-2023

TABLA DE CONTENIDO

1. MARCO TEÓRICO	1
1.1. El trabajo práctico para lograr un aprendizaje significativo.....	1
1.2. Argumentos a favor y en contra de las prácticas de laboratorio.....	2
1.3. Evolución histórica del laboratorio y las prácticas como recurso didáctico.....	3
1.4. El laboratorio como modelo didáctico y su relación con otras metodologías activas.	5
2. JUSTIFICACIÓN	7
2.1. Justificación teórica	7
2.2. Justificación personal	12
3. OBJETIVOS	12
4. DISEÑO DE LA PROPUESTA DIDÁCTICA	13
4.1. Justificación de la propuesta didáctica.	13
4.2. Objetivos de la propuesta de intervención.....	13
4.3. Contexto curricular	14
4.4. Diseño de la propuesta.....	15
4.5. Evaluación de la propuesta de intervención.	26
4.6. Atención a la diversidad.	28
5. INTERVENCIÓN EN EL AULA	30
5.1. Introducción.....	30
5.2. Metodología.....	31
5.3. Desarrollo de la actividad.....	31
5.4. Resultados del estudio.	34
5.5. Discusión de los resultados.....	38
5. DISCUSIÓN GENERAL	40
6. CONCLUSIONES	42
7. REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS	42
8. ANEXO I	50
9. ANEXO II	85
10. ANEXO III	89

ÍNDICE DE FIGURAS

Figura 1. Material empleado en la práctica (derecha) y cestitas con los plátanos elaboradas por los alumnos (izquierda).	33
Figura 2. Resultados de la práctica, en los que se aprecia un menor crecimiento de las plántulas germinadas en presencia de plátano, por el efecto del etileno.	33
Figura 3. Respuestas a la primera pregunta en el cuestionario inicial (A) y final (B). Fuente: Elaboración propia con Excel.	34
Figura 4. Porcentaje de respuestas a la segunda pregunta en el cuestionario inicial (A) y final (B). Fuente: Google forms	35
Figura 5. Porcentaje de las distintas opciones en la tercera pregunta del cuestionario inicial (A) y final (B). Fuente: Google forms.	35
Figura 6. Gráficos que muestran las respuestas de los alumnos a la cuarta pregunta en el cuestionario inicial (A) y final (B). Fuente: Elaboración propia con Excel.....	36
Figura 7. Respuestas de los alumnos a la novena pregunta en el cuestionario inicial (A) y en el final (B). Fuente: Elaboración propia con Excel.....	37

ÍNDICE DE TABLAS

Tabla 1. Comparativa de los argumentos que se utilizan a favor y en contra de las prácticas de laboratorio. Fuente: Elaboración propia.	3
Tabla 2. Saberes básicos enfocados a la experimentación en la materia de Biología, Geología y Ciencias Ambientales de 1º Bachillerato. Fuente: Anexo III del Real Decreto 217/2022.	5
Tabla 3. Descripción de la SA1 sobre hormonas vegetales. Fuente: Elaboración propia.	15
Tabla 4. Descripción de la SA2 sobre reproducción animal. Fuente: Elaboración propia.	17
Tabla 5. Descripción de la SA3 sobre bacterias del yogur. Fuente: Elaboración propia.	18
Tabla 6. Descripción de la SA5 sobre secuencias estratigráficas. Fuente: Elaboración propia.	19
Tabla 7. Descripción de la SA5 sobre anatomía comparada. Fuente: Elaboración propia.	21
Tabla 8. Descripción de la SA6 sobre riesgos geológicos externos. Fuente: Elaboración propia.	22
Tabla 9. Descripción de la SA7 sobre bioindicadores de contaminación. Fuente: Elaboración propia.	24
Tabla 10. Criterios de evaluación y productos evaluables asociados a cada una de las prácticas de laboratorio. Fuente: Elaboración propia.	26
Tabla 11. Temporalización de la intervención (actividades, objetivos y duración). Fuente: Elaboración propia.	32

ÍNDICE DEL ANEXO I

1. Competencias específicas de Biología, Geología y Ciencias Ambientales..... 50
2. Guiones de las prácticas de laboratorio propuestas..... 51

ÍNDICE DEL ANEXO II

1. Teoría sobre la práctica de laboratorio desarrollada en la intervención. 85
2. Presentación con diapositivas para la explicación de la práctica. 85

INDICE DEL ANEXO III

1. Cuestionario empleado para el estudio (inicial y final)..... 89
2. Pregunta adicional del cuestionario final sobre planteamiento y diseño de experimentos .. 89
3. Evaluación de las prácticas de laboratorio (Rúbrica)..... 90

RESUMEN

Las prácticas de laboratorio constituyen una herramienta de gran utilidad en la didáctica de ciencias experimentales, como Biología y Geología. El uso del laboratorio proporciona una gran cantidad de beneficios al alumnado, puesto que rompe la brecha existente entre teoría y práctica y muestra aplicaciones reales. A la vista de la nueva ley de educación, LOMLOE, centrada en la adquisición de competencias y habilidades, el laboratorio se antoja como un modelo didáctico esencial para transmitir experiencias variadas al alumnado.

En el presente Trabajo de Fin de Máster, se proponen siete prácticas representativas de todos los bloques de saberes básicos establecidos en el currículo de la materia de Biología, Geología y Ciencias Ambientales de 1º de Bachillerato. Además, se muestra un estudio efectuado con tres grupos de alumnos para determinar la contribución de una práctica sobre hormonas vegetales al aprendizaje del alumnado. Los resultados de los cuestionarios efectuados al inicio y al final de la intervención, muestran una mejoría general de los conocimientos y las competencias desarrolladas por el alumnado, permitiendo comprobar la efectividad del trabajo práctico en este contexto.

Palabras clave: competencia STEM, fitohormonas, laboratorio, práctica.

ABSTRACT

Laboratory experiences are a very useful tool in experimental sciences education, such as Biology and Geology. The use of laboratory provides a great number of benefits for students, as it breaks the gap between theory and practice, and it shows real life applications. In view of the new education law, LOMLOE, which focuses on the acquisition of competences and skills, the laboratory seems to be an essential didactic model for providing a wide range of experiences to students.

In this project, seven practices are proposed which include all the basic knowledge blocks established in the curriculum of the subject Biology, Geology and Environmental Sciences in the first year of *Bachillerato*. In addition, a study carried out with three groups of students in this course is shown in order to determine the contribution of a practice on phytohormones to of such student learning. The results of the tests made at the beginning and in the end of the activity show a general improvement in the knowledge and skills developed by the students, showing the effectiveness of practical work in this situation.

Keywords: STEM competence, phytohormones, laboratory, practice

1. MARCO TEÓRICO

1.1. El trabajo práctico para lograr un aprendizaje significativo.

El trabajo práctico, aquel que permite a los estudiantes manipular y observar objetos reales y materiales, es considerado uno de los aspectos más característicos de la educación científica, y además constituye una diferencia importante frente a la didáctica de otras materias (Abrahams y Millar, 2008). En muchos países, **las prácticas** suponen una parte fundamental del aprendizaje y son determinantes para lograr una enseñanza eficaz. En Reino Unido, por ejemplo, el Comité de Ciencia y Tecnología (2002) señala en una de sus publicaciones que el trabajo práctico, incluyendo las salidas al campo, supone una parte vital del aprendizaje, ya que permite que los alumnos entiendan que la ciencia se basa en evidencias.

Igualmente, los alumnos también consideran que el aprendizaje práctico es realmente útil e indican que las prácticas son actividades dinámicas con las que disfrutan aprendiendo. Por ejemplo, en un estudio efectuado por Cerini, Murray y Reiss en 2003 con cerca de 1400 alumnos, el 71% de los estudiantes eligió la experimentación práctica como uno de los tres mejores métodos para aprender ciencia.

Uno de los principales objetivos de la enseñanza en ciencias es preparar a los alumnos para adaptarse a una sociedad en evolución constante, y que, de esta forma, sean capaces de beneficiarse de las últimas novedades científicas y tecnológicas (Duban *et al.*, 2019). Para cumplir este objetivo, los docentes tienen el deber de guiar a sus alumnos e introducirles en el mundo de la **investigación científica**. En este contexto, los laboratorios y el trabajo práctico desempeñan un rol crucial como recursos didácticos para rellenar la brecha existente entre la vida práctica y la teoría (Cullin *et al.*, 2017).

Varios autores señalan que los docentes deberían otorgar una **importancia mayor** al trabajo en el laboratorio, puesto que puede convertirse en una herramienta determinante para que los alumnos logren comprender conceptos complejos y eviten posibles errores conceptuales que puedan surgir (Duban *et al.*, 2019). Asimismo, mediante el trabajo práctico, los alumnos adquieren nuevas habilidades y competencias que los ayudarán a distintos niveles (cognitivo, afectivo e incluso psicomotor) (Madhuri *et al.*, 2012).

1.2. Argumentos a favor y en contra de las prácticas de laboratorio

La didáctica de las ciencias debe ser un espacio variado, diverso y rico en diálogos y debates. Además, las ideas que surjan sobre ciencia entre el alumnado deben ser cuestionables, pudiendo ser transformadas, criticadas o sustituidas por la aparición de otras (Moreno *et al.*, 2012). Las ciencias son campos con un marcado **carácter experimental** que no se debe rehuir y es que, precisamente, la ruptura entre la parte teórica y la experimentación práctica es una de las causas que se encuentra detrás de la desmotivación y el desinterés de los estudiantes hacia el estudio de materias como Biología y Geología (Espinosa-Ríos *et al.*, 2016). En este contexto, el trabajo práctico surge como una de las principales alternativas para aprender ciencia, otorgando a los alumnos un rol activo en el aula.

En segundo lugar, las prácticas de laboratorio proporcionan a los estudiantes una oportunidad perfecta para comprobar cómo se construye el conocimiento dentro de la comunidad científica (Milena *et al.*, 2012). Además, varios trabajos muestran que las prácticas de laboratorio incrementan **la motivación y el aprendizaje significativo** entre los alumnos de ciencias. El laboratorio supone un espacio activo donde el alumnado puede desarrollar una visión integral sobre las ciencias naturales a través de la observación, el descubrimiento y la experimentación (Acosta Faneite y Sánchez Castillo, 2022).

Por otra parte, las prácticas pueden suponer una importante fuente de **conflictos cognitivos** (Espinosa-Ríos *et al.*, 2016). Al hablar sobre conflictos cognitivos se hace referencia a los cambios de mentalidad que pueden surgir tras la realización de las prácticas, puesto que al analizar los resultados o los procedimientos puede ser que ideas preconcebidas en el aula de forma teórica se conviertan en erróneas. Igualmente, el trabajo práctico enseña a los alumnos a discernir entre acontecimientos verídicos o fenómenos que carecen de evidencias científicas (Acosta Faneite y Sánchez Castillo, 2022).

No obstante, todavía existen docentes que se oponen al uso del laboratorio y el trabajo práctico. Alguno de los **argumentos** empleados frecuentemente **en contra** de las prácticas son los siguientes (**Tabla 1**):

- Difícil **gestión** de los grupos grandes en el laboratorio, manejando instrumentos que pueden resultar peligrosos.

Una propuesta para la experimentación en el laboratorio y análisis del efecto de una práctica de laboratorio en alumnos de 1º de Bachillerato

- Existe la creencia de que las prácticas no suponen una parte importante de los **procesos de enseñanza-aprendizaje (E-A)** o en caso de serlo, no lo son tanto como los ejercicios o las sesiones magistrales más tradicionales.
- Concepción generalizada de que las prácticas únicamente sirven como motivación o **disfrute**.
- Se requiere de varias sesiones para llevar a cabo una actividad de estas características y, además, es necesario disponer de **material costoso y escaso** en los centros de Educación Secundaria y Bachillerato (Hamidu, Ibrahim y A. Mohammed, 2014).

Tabla 1. Comparativa de los argumentos que se utilizan a favor y en contra de las prácticas de laboratorio. Fuente: Elaboración propia.

Argumentos a favor	Argumentos en contra
<ul style="list-style-type: none"> ✓ Incrementa la motivación y mejora el aprendizaje significativo de los alumnos ✓ Comprensión del método científico ✓ Permiten visualizar procesos o fenómenos ✓ Fuente de conflictos mentales ✓ Potencial para eliminar errores conceptuales ✓ Promueve el pensamiento crítico y la participación activa del alumnado ✓ Promueve la desconfianza hacia acontecimientos con poca evidencia científica ✓ Fortalece la capacidad para tomar decisiones y resolver problemas 	<ul style="list-style-type: none"> ➤ Dificil gestión cuando se trata de grupos grandes ➤ Requiere una buena planificación espacial y temporal, junto con una gran preparación previa ➤ Disponibilidad de espacios y materiales para el desarrollo de estas actividades ➤ Concepción de que las prácticas tan solo añaden diversión, pero no mejoran el aprendizaje de conceptos ➤ Uso de las denominadas “recetas de cocina”, que se limitan a seguir una serie de indicaciones

En la actualidad, muchos autores señalan la necesidad de que el enfoque de las prácticas debe variar con respecto al enfoque convencional. De esta forma, se necesitan docentes que se salgan de las prácticas típicas propias de la enseñanza más tradicional, promoviendo que los alumnos sean capaces de hacer uso de su **pensamiento crítico**, sin caer en prácticas guiadas por protocolos a **modo de “receta”**. Estas últimas pueden llegar a despertar motivación en los alumnos puesto que se salen de lo “normal” o “común” en el aula, pero no proporcionan las mismas ventajas; ya que, no suponen ningún tipo de desafío cognitivo para los alumnos (Moreno *et al.*, 2012).

1.3. Evolución histórica del laboratorio y las prácticas como recurso didáctico

La experimentación ha sido el motor fundamental del desarrollo científico y tecnológico desde la antigüedad (Sánchez-Delgado y Vázquez-Bernal, 2014). Sin embargo, hoy en día este aprendizaje práctico parece separado del entorno educativo en muchos de los centros de nuestro

entorno. Históricamente, la importancia de las actividades en el laboratorio siempre ha tenido un papel importante en el currículo de ciencias (Hamidu, Ibrahim y A. Mohammed, 2014).

Analizando las distintas leyes sobre educación aprobadas en España desde la Ley General de Educación (LGE) de 1970, se observa que el contenido curricular relacionado con la experimentación ha ido creciendo paulatinamente hasta nuestros días. A su vez, este crecimiento muestra un incremento en la importancia otorgada al aprendizaje práctico y, en concreto al uso del laboratorio. Sin embargo, ese aumento de peso en el currículo apenas se apoya en otros pilares educativos como estrategias metodológicas dirigidas a la experimentación o instrumentos de evaluación del proceso de E-A en actividades prácticas de experimentación (Sánchez-Delgado and Vázquez-Bernal, 2014). En el currículo de la Ley Orgánica de Ordenación General del Sistema Educativo de España (LOGSE) comienzan a adquirir mayor peso los contenidos científicos, atribuible a una creciente preocupación por los problemas ecológicos (Ermeta Altarriba y Casas Jericó, 2020).

En el marco nacional, la competencia científica se incluyó por primera vez de forma oficial y explícita en la Ley Orgánica de Educación (LOE), aprobada en 2006. Además, su importancia continuó creciendo con la Ley Orgánica de la Mejora de la Calidad Educativa (LOMCE), aprobada en 2013 (Ermeta Altarriba y Casas Jericó, 2020). Esta ley resalta que se debe hacer hincapié en que “el alumnado se familiarice con la investigación científica y su aplicación a la resolución de problemas concretos” (LOMCE, 2013).

Además, analizando los elementos curriculares de la LOMCE queda claro que se otorga una importancia mayor que en leyes anteriores a las actividades prácticas tanto de Biología como de Geología. Se formularon estándares de aprendizaje que requieren de un aprendizaje en el laboratorio para lograrlos (LOMCE, 2013).

Para finalizar, vamos a poner el foco sobre la última ley educativa, la Ley Orgánica de Educación (LOMLOE), aprobada en el año 2019 y cuya entrada en vigor a nivel curricular se ha producido en el presente curso, 2022-2023. Esta nueva ley educativa destaca por promover un novedoso enfoque competencial (Bogdan Toma, 2020) de la enseñanza y propone una serie de competencias clave y específicas de cada una de las materias.

Analizando las competencias específicas de la materia de Biología, Geología y Ciencias Ambientales de 1º Bachillerato (incluidas en el **Anexo I**) destacan varias íntimamente

Una propuesta para la experimentación en el laboratorio y análisis del efecto de una práctica de laboratorio en alumnos de 1º de Bachillerato

relacionadas con el trabajo práctico como son la CE 1, CE 3 y CE 4 (LOMLOE, 2020). En todas las competencias anteriores se puede ver un marcado carácter experimental, otorgando una gran importancia al método científico y sus fases; planteamiento de hipótesis, diseño de experimentos y proyectos de investigación, análisis de los resultados e interpretación y transmisión de la información utilizando terminología científica.

Por último, también se puede apreciar el enfoque práctico de la nueva ley en los bloques de contenidos. Veamos algunos ejemplos de saberes básicos para la materia de Biología, Geología y Ciencias Ambientales de 1º de Bachillerato, recogidos en la **Tabla 2**, que, tal y como están definidos, se encuentran dirigidos a un planteamiento experimental (LOMLOE, 2020).

Tabla 2. Saberes básicos enfocados a la experimentación en la materia de Biología, Geología y Ciencias Ambientales de 1º Bachillerato. Fuente: Anexo III del Real Decreto 217/2022.

A. Proyecto científico <ul style="list-style-type: none">- Método científico: hipótesis, preguntas, problemas y conjeturas.- 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.- Métodos para el análisis de resultados utilizando herramientas estadísticas cuando sea necesario- Trabajo en el laboratorio: normas básicas de seguridad. Características de los laboratorios según su nivel de bioseguridad.
C. Historia de la Tierra y la vida <ul style="list-style-type: none">- Proceso de fosilización. Concepto de fósil guía. Resolución de problemas de datación geológica.- Estratigrafía: principios fundamentales y resolución de cortes geológicos.
D. La dinámica y composición terrestres <ul style="list-style-type: none">- Clasificación e identificación de las rocas según su origen y composición. El ciclo litológico.- Técnicas para la clasificación e identificación de minerales y rocas relevantes y del entorno.
E. Fisiología e histología animal <ul style="list-style-type: none">- Función de nutrición: importancia biológica, estructura y fisiología de los aparatos y sistemas de digestión, respiración, circulación y excreción, en diferentes grupos taxonómicos.- Función de relación: importancia biológica, estructura y fisiología de los receptores sensoriales, sistemas de coordinación (nervioso y endocrino) y de los órganos efectores, en diferentes grupos taxonómicos.- Función de reproducción: importancia biológica, estructura y fisiología de los aparatos reproductores masculinos y femeninos, en diferentes grupos taxonómicos.
G. Los microorganismos y formas acelulares <ul style="list-style-type: none">- Cultivo de microorganismos: técnicas de aislamiento, esterilización, cultivo y estudio para la experimentación biológica

1.4. El laboratorio como modelo didáctico y su relación con otras metodologías activas.

La educación, como otras muchas ramas, se encuentra sumida en un proceso constante de cambios y mejoras (Cárceñas *et al.*, 2023). En este contexto, y con el fin de modificar la enseñanza clásica basada en clases magistrales y un aprendizaje eminentemente memorístico, surgen las denominadas metodologías activas. Éstas son procesos interactivos, en las que el alumnado es el verdadero protagonista del aprendizaje y los docentes se encargan de orientar o

guiar a sus alumnos (Cárcenas *et al.*, 2023) y se apoya en las bases del constructivismo. Las metodologías activas surgen con la finalidad de evitar formar personas que simplemente acumulen conocimientos en su memoria, sino que sean capaces de aplicar dichos conocimientos, de producir, reflexionar e indagar (Milena *et al.*, 2019).

El aprendizaje en el laboratorio comparte muchas similitudes con las metodologías activas. El proceso de E-A se encuentra centrado en los alumnos y el papel del docente queda relegado a un segundo plano, actuando como guía u orientador del aprendizaje. Además, van adquiriendo de forma autónoma (en mayor o menor medida) las competencias, los conocimientos y las habilidades necesarias siguiendo el método científico. Por tanto, ¿podríamos considerar las prácticas de laboratorio una de estas nuevas metodologías? Rotundamente, sí. A continuación, se plantea una serie de metodologías activas semejantes al trabajo práctico en el laboratorio y que, además, se pueden llevar a cabo de forma paralela.

El aprendizaje por indagación es una metodología activa muy indicada para la didáctica de ciencias experimentales como Biología y Geología, ya que comparte grandes similitudes con el trabajo de investigación. Según Keselman (2003), el aprendizaje por indagación (API) es una estrategia educativa basada en que los estudiantes utilicen métodos y prácticas del entorno científico para construir conocimientos y poder resolver un determinado problema. Se trata de un modelo didáctico en el que el estudiante puede desarrollar competencias y conocimiento científicos a través de situaciones de aprendizaje que imitan fases o procesos del método científico (Milena *et al.*, 2019). Por tanto, las diferencias con las prácticas de laboratorio son sutiles y ambas metodologías podrían emplearse de forma simultánea. Una de las alternativas sería comenzar las prácticas de laboratorio con una serie de preguntas para que los alumnos investiguen, indaguen y reflexionen de forma más o menos orientada sobre el trabajo que van a desarrollar (Milena *et al.*, 2019).

Al mismo tiempo, el aprendizaje en el laboratorio también permite emplear otras metodologías activas, como son el aprendizaje cooperativo y el aprendizaje basado en problemas (ABP), entre otras muchas.

El aprendizaje cooperativo es un modelo didáctico que pretende crear situaciones en las que el alumnado deba colaborar entre sí para realizar una determinada actividad. Se trata de una metodología que pretende reforzar la inteligencia interpersonal e intrapersonal, ya que el trabajo

Una propuesta para la experimentación en el laboratorio y análisis del efecto de una práctica de laboratorio en alumnos de 1º de Bachillerato

en grupo promueve competencias sociales y el respeto hacia la diversidad u opiniones distintas de otros compañeros/as (Quiles Carrillo *et al.*, 2018).

En las prácticas de laboratorio, habitualmente, el alumnado suele trabajar por parejas o grupos pequeños debido a la escasez de material y espacio. De esta forma, el laboratorio sería un espacio idóneo para el trabajo cooperativo. Existen estudios, como el efectuado por Quiles Carrillo *et al.*, en 2018, que demuestran que la combinación de prácticas de laboratorio y aprendizaje cooperativo refuerza el nivel de atención de los alumnos y mejora los procesos de E-A.

Por último, otra metodología activa aplicable durante las prácticas de laboratorio es el aprendizaje basado en problemas. Se trata de un modelo didáctico fundamentado en la solución de problemas a través de los cuales el alumno es capaz de desarrollar sus estructuras cognitivas (Guamán y Espinoza, 2022). Se trata de una metodología que promueve la resolución de problemas y el pensamiento crítico, y, además, al generar un conflicto cognitivo estimula el aprendizaje autónomo (Velandia-Mesa *et al.*, 2017). La propia naturaleza de esta metodología encaja perfectamente con las prácticas de laboratorio, ya que, antes de iniciar la experimentación podría plantearse un problema que tuvieran que resolver durante la sesión, aplicando el método científico.

2. JUSTIFICACIÓN

2.1. Justificación teórica

“Ver para creer”

En la actualidad vivimos en un mundo con un alto índice de alfabetización científica y una enorme disponibilidad de información, en comparación con épocas pasadas. A pesar de ello, en los últimos años se ha producido un auge de las llamadas *fake news* o **noticias falsas**, que ha llevado a la aparición de movimientos negacionistas de los conocimientos científicos (Lifshitz, 2017). Las noticias falsas no son un fenómeno novedoso, pero parece que recientemente han alcanzado un papel protagonista a nivel social, mediático y político debido fundamentalmente al mal uso de **las redes sociales y los medios de comunicación** (Macchi, 2020).

Una propuesta para la experimentación en el laboratorio y análisis del efecto de una práctica de laboratorio en alumnos de 1º de Bachillerato

Una de las principales finalidades de la educación, y en particular de la enseñanza en ciencias, es formar individuos con **capacidad de reflexión y pensamiento crítico**. Por ello, la educación debe intentar que los alumnos sean capaces de contrastar la veracidad de la información que reciben de los medios de comunicación, las redes sociales y las personas de su entorno (Lifshitz, 2017). Por ejemplo, en la nueva Ley Orgánica de la Educación (LOMLOE) una de las seis competencias específicas establecidas para la Educación Secundaria establece que los alumnos deben ser capaces de “identificar, localizar y seleccionar información, contrastando su veracidad, organizándola y evaluándola críticamente para resolver preguntas relacionadas con las ciencias biológicas y geológicas” (LOMLOE, 2020), lo que refleja la intención de luchar contra la desinformación y las noticias falsas.

El **uso de Internet** y su implicación en el aprendizaje informal de los adolescentes es un arma de doble filo y muchos autores señalan argumentos a favor y en contra de las nuevas tecnologías de la información y la comunicación (TIC) (Bermello Navarrete, 2017). Las TIC ofrecen muchas opciones novedosas para los procesos de Enseñanza-Aprendizaje (E-A) en el aula. Sin embargo, es evidente que la tecnología tiene una **influencia negativa** sobre los jóvenes porque reduce las habilidades de comunicación, las habilidades sociales y la capacidad de interactuar con otras personas (Bermello Navarrete, 2017). Otro de los grandes problemas que ha surgido a raíz del uso de Internet y las redes sociales es la gran capacidad que tienen los bulos y la información falsa de extenderse por todos los niveles de la sociedad (Felizardo Dos Santos, 2022).

En este contexto de desinformación científica, surgen movimientos de gran calibre como el **negacionismo de evidencias científicas y las pseudociencias**. Para comprender el alcance real de estos movimientos solo hace falta echar la vista atrás y ver cómo fenómenos de carácter mundial, como los efectos del cambio climático o la pandemia del coronavirus, entre otros, se han visto afectados por bulos y noticias falsas. En este último caso, el negacionismo alcanzó una repercusión muy alta en medios de comunicación y redes sociales, y llegó a cuestionarse la gravedad de la enfermedad, el uso de las mascarillas e incluso la eficacia de la vacunación y los test de diagnóstico (Felizardo Dos Santos, 2022).

En el caso de **las pseudociencias**, estas abarcan una gran diversidad de prácticas, experiencias o creencias que no se basan en el método científico, pero que se instauran como ciencias (Lifshitz, 2017). Una de las ramas que más ha tenido que lidiar con este tipo de prácticas es la

Una propuesta para la experimentación en el laboratorio y análisis del efecto de una práctica de laboratorio en alumnos de 1º de Bachillerato

medicina, debido a la aparición de las llamadas medicinas alternativas, que carecen de base científica. Las redes sociales no han hecho más que agravar esta situación y algunas de las plataformas más usadas, como **TikTok o Twitter** con 814'5 y 360 millones de usuarios respectivamente en el mundo, distribuyen rápidamente contenido pseudocientífico (Bhargava *et al.*, 2023). Por ejemplo, un estudio realizado en el año 2020 encontró que entre el 20% y el 32% de los vídeos de *TikTok* relacionados con la COVID-19 transmitía **información engañosa o errónea** (Basch *et al.*, 2021).

La **evolución de la ciencia** y la tecnología en la industria y en la educación han seguido caminos muy diferentes. En el mundo industrial se han producido una gran cantidad de innovaciones científicas y tecnológicas dirigidas a satisfacer las necesidades de la población. En cambio, a nivel académico, la ciencia y la investigación no han logrado avanzar en la misma medida. Hay estudios recientes que reflejan **una falta de confianza** en los estudios científicos entre los estudiantes (Martínez-Cardama y Algora-Cancho, 2019).

Asimismo, otro de los principales problemas a los que se enfrenta la didáctica de las ciencias es **la falta de interés y motivación del alumnado**. En muchas ocasiones, los estudiantes perciben la ciencia como una disciplina muy compleja y con poca utilidad en la sociedad actual (Solbes *et al.*, 2007).

Los últimos datos publicados por el Instituto Nacional de Estadística (INE) no reflejan la preocupación existente en el campo de la didáctica de las ciencias experimentales por falta de interés entre los estudiantes. Esta institución muestra que el porcentaje de alumnos matriculados en el **Bachillerato de Ciencias y Tecnología** no ha sufrido grandes variaciones desde el curso 2015-2016 hasta el curso 2020-2021 (Instituto Nacional de Estadística, 2022). Por otra parte, estos datos muestran todavía una ligera diferencia por sexos, siendo el porcentaje de hombres matriculados en Bachillerato de Ciencias (52,5%) superior al de mujeres (43,6%), diferencia atribuible, en parte, a la brecha de género histórica en la comunidad científica (Heras Calleja, 2023).

Sin embargo, existen varios estudios que hacen referencia a esta problemática. Solbes *et al.*, en 2007, analizaron **las causas de la disminución de alumnos cursando estudios de ciencia** a nivel general. Los alumnos, de 4º ESO, a los que encuestaron estos autores indicaron que las principales causas del desinterés eran, en orden de mayor a menor importancia (Solbes *et al.*, 2007): pocas prácticas, gran complejidad de teoría y la metodología usada por los docentes.

Otro de los grandes problemas que existe en la enseñanza de las ciencias es la **falta de conexión entre los aprendizajes teóricos y su aplicación a la vida cotidiana**. Para que los alumnos alcancen un aprendizaje significativo, deben conocer el carácter práctico de los conocimientos adquiridos, aprendiendo a aplicarlos en diversas situaciones (Cerón Carpio, 2009). Sin embargo, los docentes no prestan demasiada atención a la relación teórico-práctica y se limitan a proporcionar ejemplos, realizar lecturas sobre aspectos curiosos y, como mucho, visualizar vídeos que apoyen a la explicación. En casos excepcionales, los docentes aplican realmente los conceptos teóricos y permiten a los estudiantes manipular objetos reales o experimentar y visualizar fenómenos prácticos.

Todos los problemas descritos anteriormente, que amenazan la evolución de las ciencias en la educación, se pueden ver reflejados en los últimos informes de las **pruebas del Programa para la Evaluación Integral de Alumnos (PISA)**. En el último informe PISA elaborado por la Organización para la Cooperación y el Desarrollo Económicos (OCDE), España se sitúa por **debajo de la media** internacional en la competencia científica (OCDE, 2018). Además, hubo pocos participantes nacionales de alto rendimiento en comparación con el resto de los países del estudio. En el caso específico de ciencias, el 79% de los alumnos alcanzó un nivel 2 o superior (de un total de 6 niveles) y el 4% de los estudiantes llegó al nivel 5 o superior. En comparación, la media de los países de la OCDE fue ligeramente superior, el 78% y el 7% alcanzaron el segundo y el quinto nivel respectivamente (OCDE, 2018).

Ante la situación actual de las ciencias en la enseñanza y los problemas que se vislumbran es necesario que se tomen medidas. La LOMLOE ha introducido una serie de cambios con el fin de promover el pensamiento crítico, la reflexión y el aprendizaje de competencias o habilidades (LOMLOE, 2020), pero **¿cuáles son las estrategias** que se pueden seguir para mejorar el aprendizaje de los alumnos?

En general, los alumnos tienden a entender y recordar mucho mejor todo aquello que ven frente a lo que escuchan. Por ello, **el laboratorio es esencial en la didáctica de las ciencias** y existe un consenso entre muchos docentes de que el laboratorio debería ocupar una posición destacada en los procesos de enseñanza-aprendizaje (E-A) (Hamidu, Ibrahim y Mohammed, 2014).

La didáctica de las ciencias se puede dividir en **tres objetivos** principales de aprendizaje (Gericke *et al.*, 2022):

- **Aprender y entender la ciencia** y sus procesos, conceptos, modelos o teorías.
- **Aprender acerca de la ciencia**, referido a comprender cómo se ha desarrollado el conocimiento científico a lo largo de la historia.
- **Aprender a hacer ciencia**, entendido como la adquisición de los conocimientos, las competencias y las habilidades necesarias para la práctica de la investigación científica. En la didáctica de las ciencias, el concepto de “hacer ciencia” puede describirse con términos muy variados que se emplean a lo largo del presente trabajo, como prácticas científicas, trabajo de laboratorio, trabajo práctico, experimentos e investigación científica.

Las prácticas de laboratorio pueden crear situaciones que permiten a los alumnos realizar un aprendizaje significativo y, al mismo tiempo, resultan muy útiles **para resolver errores conceptuales**. A menudo, las explicaciones expositivas de teoría pueden generar dudas o errores que se solucionan cuando se ven los procesos biológicos y geológicos en directo, entendiendo mejor cómo funcionan (Fisher y Moody, 2002). Algunos de los **errores más habituales** en la materia de Biología y Geología se encuentran relacionados con la célula, la fotosíntesis, los procesos de ósmosis, los movimientos de los planetas, las estaciones o el tiempo geológico. Por ejemplo, en el caso de la fotosíntesis, un estudio realizado a un grupo pequeño de alumnos mostró que muchos pensaban que la fase luminosa solo ocurría de día y la fase oscura durante la noche y que las plantas se limitan a producir oxígeno que absorben los animales (Özay y Öztas, 2003). Algunos ejemplos de **actividades prácticas que podrían ser útiles para tratar de modificar estos errores conceptuales** serían el cultivo de plantas en el laboratorio para analizar pigmentos fotosintéticos, el uso de soluciones de distinta concentración y huevos en el caso de la ósmosis o la representación de los planetas con esferas y el sol con un foco para tratar los movimientos planetarios, las estaciones y la duración del día y la noche.

Los beneficios del uso de las prácticas como recurso didáctico son múltiples, tal y como se ha descrito en apartados anteriores. Por todo ello, y con la finalidad de aumentar la alfabetización científica entre los estudiantes, se necesita promover el uso del laboratorio, creando situaciones que conecten la teoría con aplicaciones del mundo real, empleando metodologías activas y estimulando la reflexión y el pensamiento crítico para vencer movimientos negacionistas y pseudocientíficos cada vez más asentados y difundidos a través de las redes sociales.

2.2. Justificación personal

A nivel personal y durante la realización de las prácticas del Máster Universitario en Profesor de Educación Secundaria Obligatoria y Bachillerato, he podido presenciar de primera mano el gran abanico de posibilidades que existe en un centro, público en mi caso, para la realización de prácticas de laboratorio. La gran utilidad del trabajo práctico y el laboratorio como recurso didáctico está claramente contrastada, pero, sin embargo, el uso de estas actividades para la enseñanza brilla por su ausencia en muchos centros de la geografía nacional. Por ello, decidí profundizar en las causas que hay detrás, las ventajas y los inconvenientes que ofrecen estas actividades y proponer una serie de prácticas sencillas, con materiales comunes y ajustadas al currículo actual. Además, en este trabajo he podido incluir un pequeño estudio realizado con alumnos de 1º de Bachillerato (curso en el que realicé mi intervención de prácticas) para determinar si las prácticas de laboratorio son realmente eficaces a la hora de generar un aprendizaje significativo.

3. OBJETIVOS

El **objetivo general** de este Trabajo Fin de Máster es:

Desarrollar una propuesta sobre diversas prácticas enmarcadas dentro del contexto curricular actual de 1º Bachillerato y determinar la influencia que tiene el trabajo práctico en Biología, Geología y Ciencias Ambientales sobre los alumnos a la hora de realizar un aprendizaje significativo.

Entre los **objetivos más específicos** que se persiguen en este trabajo figuran:

- Estudiar la evolución que ha sufrido el trabajo práctico en la Enseñanza Secundaria y el Bachillerato tras las diferentes reformas educativas.
- Proponer un cuaderno de prácticas que presente al menos una práctica por cada uno de los bloques de contenidos propuestos en la nueva ley, asociando cada una de las prácticas a los diferentes elementos curriculares.

Una propuesta para la experimentación en el laboratorio y análisis del efecto de una práctica de laboratorio en alumnos de 1º de Bachillerato

- Estudiar la influencia de las prácticas y el trabajo en el laboratorio como recurso didáctico en el aprendizaje de los alumnos y determinar las ventajas que ofrecen frente a otras metodologías.

4. DISEÑO DE LA PROPUESTA DIDÁCTICA

4.1. Justificación de la propuesta didáctica.

La propuesta didáctica que se presenta en este trabajo tiene como finalidad proporcionar una serie de prácticas de laboratorio con distintos enfoques y actualizada a nivel curricular, según las competencias y los criterios establecidos por la LOMLOE.

Como muestra la revisión bibliográfica realizada anteriormente existe un consenso sobre la posición central que ocupan las prácticas de laboratorio en la didáctica de las ciencias experimentales. A nivel académico y curricular, proporcionan grandes beneficios al alumnado y, además, suelen despertar un interés adicional. La nueva reforma educativa se centra, más que nunca, en el aprendizaje a través de experiencias prácticas para cumplir los objetivos de etapa y alcanzar el perfil de salida. Sin embargo, las prácticas de laboratorio convencionales requieren de ciertas modificaciones para adaptarse a las necesidades actuales del alumnado.

A continuación, se presenta una propuesta basada en un total de siete prácticas de laboratorio que cubren la totalidad de bloques de saberes básicos establecidos para la materia de Biología, Geología y Ciencias Ambientales en 1º de Bachillerato. En estas actividades se hace uso de distintas metodologías activas, siendo el aprendizaje cooperativo una de las más importantes. En todas las actividades de laboratorio, los alumnos trabajan en pequeños grupos de 2-3 personas lo que promueve la colaboración, el respeto y el pensamiento crítico. La elección de 1º de Bachillerato como curso para desarrollar la propuesta y realizar la intervención se debe a que es el curso en el que impartía clase mi tutor durante el periodo de prácticas. Además, es una etapa en la que los alumnos cuentan con un bagaje anterior en el laboratorio, y ya conocen el material y las normas básicas. Muchas de estas actividades sirven de preparación para el futuro, ya que, estos alumnos estudiarán grados o carreras con una gran carga práctica.

4.2. Objetivos de la propuesta de intervención

Los objetivos de la propuesta didáctica **dirigidos al alumnado** son:

Una propuesta para la experimentación en el laboratorio y análisis del efecto de una práctica de laboratorio en alumnos de 1º de Bachillerato

- 1) Desarrollo de la competencia científica STEM en el laboratorio promoviendo la adquisición de habilidades y estimulando las capacidades individuales del alumnado.
- 2) Comprender el método científico y lograr, a partir de unas ideas previas, plantear hipótesis, diseñar experimentos, llevar a cabo la toma de resultados y su posterior análisis, obtener conclusiones y poder determinar si las hipótesis de partida son verídicas o no.
- 3) Despertar la motivación y el interés del alumnado acerca de las ciencias experimentales, empleando materiales y procesos cercanos a la vida real y cotidiana.
- 4) Manejar de forma adecuada y autónoma los materiales básicos del laboratorio, cumpliendo las normas de seguridad.

Asimismo, se plantean objetivos **dirigidos a los docentes**:

- 1) Proporcionar un cuaderno de laboratorio con varias prácticas, planteadas como situaciones de aprendizaje, asociadas a cada uno de los bloques de contenidos y a sus correspondientes competencias clave, competencias específicas y criterios de evaluación.

4.3. Contexto curricular

La nueva ley de educación, LOMLOE, fue aprobada el 29 de diciembre de 2020 y fue denominada Ley Orgánica 3/2020, modificando de esta forma la anterior Ley Orgánica de Educación 2/2006, de 3 de mayo. Su entrada en vigor se produjo en el curso 2021-2022 y, en el curso 2022-2023, las modificaciones introducidas a nivel curricular, organizativo y de objetivos se incorporan a los cursos impares, afectando en el caso del Bachillerato al primer curso (Ministerio de Educación y Formación Profesional, 2021).

Por otra parte, la materia de Biología, Geología y Ciencias Ambientales se encuentra regulada por el Decreto 40/2022, del 29 de septiembre, por el que se establece la ordenación y el currículo del bachillerato en la Comunidad de Castilla y León.

Las principales novedades de la nueva legislación son la aparición de elementos curriculares nuevos, como las competencias clave, las competencias específicas de cada materia, los descriptores operativos, los criterios de evaluación y los indicadores de logro. Las competencias

Una propuesta para la experimentación en el laboratorio y análisis del efecto de una práctica de laboratorio en alumnos de 1º de Bachillerato

específicas de la materia de Biología, Geología y Ciencias Ambientales de 1º Bachillerato se podrán consultar en el **Anexo I**.

Otra de las novedades que incorpora la nueva ley son las llamadas “situaciones de aprendizaje (SA)”. Se definen las SA como “situaciones y actividades que implican el despliegue por parte del alumnado de actuaciones asociadas a competencias clave y competencias específicas, y que contribuyen a la adquisición y desarrollo de éstas” (Fernández Álvarez *et al.*, 2023).

4.4. Diseño de la propuesta.

Se proponen un total de siete prácticas de laboratorio que comprenden todos los bloques de saberes básicos incluidos en el Anexo III del Decreto 40/2022, por el que se establece la ordenación y el currículo del bachillerato en la Comunidad de Castilla y León. La duración de las prácticas es variada y hay algunas que se pueden llevar a cabo tan solo en una sesión (50 minutos); mientras que otras están dirigidas a realizarse en varias sesiones (2-3 sesiones).

A continuación, se incluyen las prácticas de laboratorio formuladas como SA, con una serie de preguntas introductorias para estimular la reflexión y la indagación antes de comenzar con la experimentación. Además, se incluyen los principales elementos curriculares (competencias clave, competencias específicas, criterios de evaluación y descriptores operativos), los saberes básicos asociados, la metodología empleada y los espacios.

Por otra parte, la fundamentación teórica, el material, los agrupamientos y el procedimiento de cada práctica se incluye en los guiones de laboratorio del **Anexo I**. Las fuentes bibliográficas empleadas tanto para la elaboración de los guiones como para la realización de las tablas de este apartado se muestran en las tablas de las SA.

Tabla 3. Descripción de la SA1 sobre hormonas vegetales. Fuente: Elaboración propia.

Título de la SA: Estudio de hormonas vegetales, el etileno y sus funciones.
Contextualización: Las hormonas vegetales son claves en los procesos de nutrición, relación y reproducción en plantas; ya que regulan muchos procesos fisiológicos como el crecimiento y el desarrollo. Antes de la práctica, los alumnos han aprendido en el aula en qué consiste la función de relación en plantas y el papel de algunas fitohormonas en el crecimiento, los tropismos y otros procesos fisiológicos.
Resumen: Los alumnos podrán comprobar el efecto que tiene el etileno, una hormona gaseosa de plantas, sobre la germinación de plántulas de guisante. El etileno será producido por plátanos maduros y producirá la llamada triple respuesta en las plantas germinadas (menor elongación, mayor crecimiento lateral y cambio en la orientación del desarrollo). Los alumnos se encargan del diseño y la preparación del experimento y, tras una semana, podrán analizar los resultados obtenidos.

Justificación de la SA: Los alumnos se familiarizan con trabajos prácticos de fisiología vegetal y, además, serán los encargados de diseñar el experimento (grupos control, variables que tener en cuenta, etc.) y analizar los resultados extraídos. De esta forma, se promueve la adquisición de competencias y habilidades relacionadas con el método científico. Además, se explican aplicaciones reales de las hormonas vegetales, en particular del etileno, en la maduración de frutas.				
Introducción a la práctica: Las frutas maduran antes si las juntamos con plátanos en el frutero. ¿Por qué se recoge la fruta sin madurar? ¿Podemos hacer que una fruta madure cuando deseemos? ¿Cómo es posible que el etileno producido por un plátano afecte a una semilla? ¿Por qué las plántulas que germinan en oscuridad no son de color verde?				
Fundamentación curricular				
Competencias clave	Competencias específicas	Criterios de evaluación	Descriptorios operativos	Objetivos de etapa
CCL CP STEM CD CPSAA CE CC CCEC	CE 1	1.1.	CCL2, CCL3, STEM1, STEM2, STEM4, CPSAA4	b), e), g), j), k) y m)
		1.2.	CCL1, CP1, STEM4, CD2, CD3	e), f), g), h), j), k) y m)
	CE 3	3.1.	STEM1, STEM2	e), g), j) y m)
		3.2.	STEM1, STEM2, STEM3, CE3	d), e), g), j), k) y m)
		3.3.	STEM2, STEM3, CD1, CE3	d), e), g), j), k) y m)
	CE 4	4.1.	CCL1, CCL2, CCL3, STEM1, STEM2, STEM4, CD1, CD5	d), e), f), g), j), k) y m)
		4.2.	CCL3, STEM1, CD1, CPSAA1, CPSAA2, CPSAA4, CPSAA5, CE1, CE2, CE3	b), c), d), e), g), j), k) y m)
	Saberes básicos de la materia:			Contenidos de carácter transversal y aprendizaje transdisciplinar:
<p>Bloque A. Proyecto científico</p> <ul style="list-style-type: none"> ▪ Método científico: hipótesis, preguntas, problemas y conjeturas. ▪ 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. ▪ Trabajo en el laboratorio: normas básicas de seguridad. Características de los laboratorios según su nivel de bioseguridad. <p>Bloque F. Fisiología e histología vegetal</p> <ul style="list-style-type: none"> ▪ Principales tejidos vegetales: estructura y función. ▪ Función de relación en vegetales: tropismos, nastias y fitohormonas. 			<ul style="list-style-type: none"> - Expresión oral y escrita. - El fomento del espíritu crítico y científico. - La creatividad. <p>En cuanto al aprendizaje transdisciplinar, se tratan contenidos de Matemáticas para analizar los resultados obtenidos y obtener conclusiones.</p>	
Referencias bibliográficas:				
<p>Acebes, J.L., Centeno, M. L., Encina, A. y García-Angulo, P. (2019). <i>Experimentos fascinantes con plantas</i>. Servicio de Publicaciones de la Universidad de León.</p> <p>Ortuño Tomás, A. M., Díaz Expósito, L., y Del Río Conesa, J. A. (2015). Evolución de la Fisiología Vegetal en los últimos 100 años. <i>Eubacteria</i>, nº34, 2015.</p>				

Azcón-Bieto J, Talón M. (2000). Fundamentos de Fisiología Vegetal. McGraw-Hill Interamericana. Madrid.

Tabla 4. Descripción de la SA2 sobre reproducción animal. Fuente: Elaboración propia.

Título de la SA: Estudio y análisis de las estructuras de un huevo y su aplicación en la producción de vacunas.				
Contextualización: La reproducción constituye una de las tres funciones vitales en los seres vivos. Antes de la práctica de laboratorio, los alumnos han aprendido en el aula en qué consiste la reproducción animal y cómo suceden procesos como la fecundación y el desarrollo embrionario.				
Resumen: Los alumnos podrán aprender las estructuras que constituyen el huevo de una gallina; es decir, el óvulo de las aves, que comparte muchas similitudes con otros grupos animales como los mamíferos. Además, podrán practicar el manejo del material del laboratorio y realizarán la simulación de un proceso que se realiza para la producción de vacunas.				
Justificación de la SA: Los alumnos se familiarizan con trabajos prácticos de fisiología animal y podrán observar las estructuras de un huevo. En este caso concreto, se emplean huevos del supermercado por la dificultad de encontrar huevos embrionados u otras estructuras reproductoras, así como por sus implicaciones éticas. De esta forma, se promueve la adquisición de competencias científicas y habilidades relacionadas con el método científico y el manejo del material del laboratorio. Además, se explican aplicaciones reales de los huevos, como la producción de vacunas, técnica que se ha empleado para numerosas enfermedades víricas como la gripe.				
Introducción a la práctica: Los huevos tienen muchas estructuras comunes al óvulo de otros animales (mamíferos) y tienen numerosas aplicaciones. ¿Los huevos solo tienen clara y yema? ¿Es un huevo el óvulo de gallina? ¿Tienen más aplicaciones además de servir como alimento?				
Fundamentación curricular				
Competencias clave	Competencias específicas	Criterios de evaluación	Descriptorios operativos	Objetivos de etapa
CCL CP STEM CD CPSAA CE CC CCEC	CE 1	1.1.	CCL2, CCL3, STEM1, STEM2, STEM4, CPSAA4	b), e), g), j), k) y m)
		1.2.	CCL1, CP1, STEM4, CD2, CD3	e), f), g), h), j), k) y m)
	CE 3	3.1.	STEM1, STEM2	e), g), j) y m)
		3.2.	STEM1, STEM2, STEM3, CE3	d), e), g), j), k) y m)
		3.3.	STEM2, STEM3, CD1, CE3	d), e), g), j), k) y m)
	CE 4	4.1.	CCL1, CCL2, CCL3, STEM1, STEM2, STEM4, CD1, CD5	d), e), f), g), j), k) y m)
		4.2.	CCL3, STEM1, CD1, CPSAA1.1, CPSAA1.2, CPSAA4, CPSAA5, CE1, CE2, CE3	b), c), d), e), g), j), k) y m)
	Saberes básicos de la materia:			Contenidos de carácter transversal y aprendizaje transdisciplinar:

Una propuesta para la experimentación en el laboratorio y análisis del efecto de una práctica de laboratorio en alumnos de 1º de Bachillerato

<p>Bloque A. Proyecto científico</p> <ul style="list-style-type: none"> ▪ Método científico: hipótesis, preguntas, problemas y conjeturas. ▪ 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. ▪ Trabajo en el laboratorio: normas básicas de seguridad. Características de los laboratorios según su nivel de bioseguridad. <p>Bloque E. Fisiología e histología animal.</p> <ul style="list-style-type: none"> ▪ Función de reproducción: importancia biológica, estructura y fisiología de los aparatos reproductores masculinos y femeninos, en diferentes grupos taxonómicos. <p>Bloque G. Los microorganismos y formas acelulares Formas acelulares (virus, viroides y priones): características, mecanismos de infección e importancia biológica.</p>	<ul style="list-style-type: none"> - Expresión oral y escrita. - El fomento del espíritu crítico y científico.
	<p>Metodología, agrupamientos y espacio:</p> <p>Aprendizaje por indagación. Aprendizaje cooperativo.</p> <p>Agrupamientos: Parejas de prácticas. Espacio: Laboratorio.</p>
<p>Referencias bibliográficas:</p> <p>Miedes, E. (2010). <i>Observación de un huevo de gallina</i>. Recuperado de: https://www.cac.es/cursomotivar/resources/document/2010/10.pdf</p> <p>Rodríguez, J. M. B., & Martí, M. C. (2008). Estado actual de las vacunas frente a la gripe pandémica. <i>Enfermedades Infecciosas y Microbiología Clínica</i>, 26, 78-85.</p>	

Tabla 5. Descripción de la SA3 sobre bacterias del yogur. Fuente: Elaboración propia.

Título de la SA: Preparación de yogur, aislamiento y observación de bacterias ácido-lácticas.				
Contextualización: Normalmente, las bacterias se asocian a enfermedades, pero son solo unas pocas las que producen infecciones y enfermedades. En nuestro organismo, hay más células procariontas que células eucariotas humanas. Estas bacterias constituyen la flora intestinal y ayudan al sistema inmunitario. Además, las bacterias tienen múltiples aplicaciones en la industria alimentaria o farmacéutica, siendo una de ellas la producción de yogur.				
Resumen: Los alumnos podrán producir sus propios yogures, comprendiendo como se realiza el proceso a nivel industrial y el papel que realizan las bacterias. Además, durante la práctica se llevará a cabo el aislamiento y la observación de las bacterias del yogur al microscopio óptico. Esto les permitirá familiarizarse con procedimientos de microbiología industrial y aprender a diferenciar los distintos tipos bacterianos según su forma.				
Justificación de la SA: Los alumnos se familiarizan con trabajos prácticos microbiología industrial, así como las técnicas de aislamiento de bacterias a partir de una muestra. De esta forma, se promueve la adquisición de competencias científicas y habilidades relacionadas con el método científico y el manejo del material del laboratorio. Además, la práctica les muestra aplicaciones reales de las bacterias, como la producción de yogur, acercando conceptos teóricos a productos de la vida cotidiana.				
Introducción a la práctica: Las bacterias son necesarias para nuestra supervivencia, existen alrededor de diez veces más células procariontas que células eucariotas humanas en nuestro cuerpo. ¿Pueden resultar beneficiosas las bacterias? ¿Cómo se estudian? ¿Tienen alguna utilidad? ¿Por qué es necesaria una correcta higiene de manos si tenemos más bacterias que células humanas en nuestro cuerpo?				
Fundamentación curricular				
Competencias clave	Competencias específicas	Criterios de evaluación	Descriptorios operativos	Objetivos de etapa
	CE 1	1.1.	CCL2, CCL3, STEM1, STEM2, STEM4, CPSAA4	b), e), g), j), k) y m)

Una propuesta para la experimentación en el laboratorio y análisis del efecto de una práctica de laboratorio en alumnos de 1º de Bachillerato

CCL CP STEM CD CPSAA CE CC CCEC		1.2.	CCL1, CP1, STEM4, CD2, CD3	e), f), g), h), j), k) y m)
	CE 3	3.1.	STEM1, STEM2	e), g), j) y m)
		3.2.	STEM1, STEM2, STEM3, CE3	d), e), g), j), k) y m)
		3.3.	STEM2, STEM3, CD1, CE3	d), e), g), j), k) y m)
	CE 4	4.1.	CCL1, CCL2, CCL3, STEM1, STEM2, STEM4, CD1, CD5	d), e), f), g), j), k) y m)
		4.2.	CCL3, STEM1, CD1, CPSAA1.1, CPSAA1.2, CPSAA4, CPSAA5, CE1, CE2, CE3	b), c), d), e), g), j), k) y m)
	CE 5	5.2.	CCL1, STEM2, STEM5, CD4, CPSAA2, CC3, CC4, CE1, CE3.	c), d), f), g), h) y m)
Saberes básicos de la materia:			Contenidos de carácter transversal y aprendizaje transdisciplinar:	
<p>Bloque A. Proyecto científico Método científico: hipótesis, preguntas, problemas y conjeturas. 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. Trabajo en el laboratorio: normas básicas de seguridad. Características de los laboratorios según su nivel de bioseguridad.</p> <p>Bloque E. Fisiología e histología animal. Función de reproducción: importancia biológica, estructura y fisiología de los aparatos reproductores masculinos y femeninos, en diferentes grupos taxonómicos.</p> <p>Bloque G. Los microorganismos y formas acelulares Formas acelulares (virus, viroides y priones): características, mecanismos de infección e importancia biológica.</p>			<ul style="list-style-type: none"> - Expresión oral y escrita. - El fomento del espíritu crítico y científico. 	
			Metodología, agrupamientos y espacios:	
			<p>Aprendizaje por indagación (API) Aprendizaje cooperativo.</p> <p>Agrupamientos: Parejas de prácticas. Espacio: Laboratorio.</p>	
Referencias bibliográficas:				
<p>Pérez Pérez, R., y Trinidad Díaz, R. E. (2022). Manual para el aislamiento y caracterización de bacterias ácido-lácticas.</p> <p>González Pérez, J. M. (2010). Hacer yogur de forma fácil y barata: elaborar yogur en el colegio para compartir con las familias. <i>El Bucio: revista digital del CEP Tenerife Sur</i>.</p> <p>Muñoz Campos, V. (2021). Aprendizaje del cambio químico y desarrollo de prácticas científicas en una secuencia de enseñanza-aprendizaje para Educación Secundaria Obligatoria en el contexto del consumo y elaboración del yogur.</p>				

Tabla 6. Descripción de la SA5 sobre secuencias estratigráficas. Fuente: Elaboración propia.

Una propuesta para la experimentación en el laboratorio y análisis del efecto de una práctica de laboratorio en alumnos de 1º de Bachillerato

Título de la SA: Simulación de una secuencia estratigráfica con cajas de zapatos.					
Contextualización: Las secuencias estratigráficas son representaciones que muestran una sucesión de estratos pertenecientes a diferentes momentos de la historia geológica. Por otra parte, los fósiles pertenecen a periodos concretos del tiempo geológicos y son característicos de distintos ambientes, por lo que proporcionan pistas muy importantes para datar las rocas en lo que se encuentran y determinar en qué condiciones se formaron dichos estratos. En ocasiones, estos conceptos pueden resultar complejos para los alumnos.					
Resumen: Se propone una situación de aprendizaje para que los alumnos sean capaces de comprender cómo funciona una columna estratigráfica, la información que proporciona y la utilidad de los fósiles en la datación. Los alumnos construirán una columna ordenando cajas de zapatos que presentan una roca determinada con uno o más fósiles. Las rocas y los fósiles en físico se pueden introducir directamente en las cajas y, en caso de no disponer de estos materiales, se podrán introducir imágenes impresas. Posteriormente, tienen que reconstruir la historia geológica de la zona indicando posibles discordancias, condiciones de sedimentación y ambientes, entre otros.					
Justificación de la SA: La comprensión de las secuencias estratigráficas y su estudio puede resultar complejo para los alumnos. Por ello, esta actividad práctica les permitirá realizar un aprendizaje significativo y llevar los contenidos estudiados en el aula a la práctica. Además, también podrán aprender el nombre de algunos fósiles y familiarizarse con los distintos tipos de rocas y su clasificación. Al tratarse de una actividad práctica, podrán tocar y manipular los materiales lo que contribuye a desarrollar un mayor aprendizaje.					
Introducción a la práctica: Los estratos pueden datarse de forma relativa a partir de los fósiles que encontramos y se distribuyen según el principio de superposición de estratos. ¿Los fósiles nos indican únicamente la edad de un estrato? ¿Cómo podemos saber que unos estratos son más viejos que otros? ¿Para qué sirve conocer una serie estratigráfica?					
Fundamentación curricular					
Competencias clave	Competencias específicas	Criterios de evaluación	Descriptorios operativos	Objetivos de etapa	
CCL CP STEM CD CPSAA CE CC CCEC	CE 1	1.1.	CCL2, CCL3, STEM1, STEM2, STEM4, CPSAA4	b), e), g), j), k) y m)	
		1.2.	CCL1, CP1, STEM4, CD2, CD3	e), f), g), h), j), k) y m)	
	CE 4	4.1.	CCL1, CCL2, CCL3, STEM1, STEM2, STEM4, CD1, CD5	d), e), f), g), j), k) y m)	
		4.2.	CCL3, STEM1, CD1, CPSAA1.1, CPSAA1.2, CPSAA4, CPSAA5, CE1, CE2, CE3	b), c), d), e), g), j), k) y m)	
	CE 6	6.1.	CCL3, CP1, STEM2, STEM5, CPSAA2, CC4, CCEC1	c), d), e), f), g), h), j), k), l) y m)	
		6.2.	CCL3, STEM2, CD1	d), e), g) y m)	
		6.3.	STEM2, CC4	c), e), f) y g)	
	Saberes básicos de la materia:			Contenidos de carácter transversal y aprendizaje transdisciplinar:	

Una propuesta para la experimentación en el laboratorio y análisis del efecto de una práctica de laboratorio en alumnos de 1º de Bachillerato

<p>Bloque A. Proyecto científico 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.</p> <p>Bloque C. Historia de la Tierra y la vida. Tiempo geológico y su escala. Métodos de datación. Proceso de fosilización. Concepto de fósil guía. Resolución de problemas de datación geológica. Estratigrafía: principios fundamentales y resolución de cortes geológicos.</p>	<p>Expresión oral y escrita. El fomento del espíritu crítico y científico.</p>
	<p>Metodología, agrupamientos y espacios:</p>
	<p>Aprendizaje por indagación (API) Aprendizaje cooperativo.</p> <p>Agrupamientos: Parejas de prácticas o grupos pequeños de 3-4 personas.</p> <p>Espacio: Laboratorio / Aula convencional.</p>
<p>Referencias bibliográficas:</p> <p>Gracia, R. y Boronat, D. (2009). La bioestratigrafía: Simulación de una serie estratigráfica. Recuperado de: https://www.cac.es/cursomotivar/resources/document/2009/25.pdf</p> <p>Mileto, C., & Vegas, F. (2010). El análisis estratigráfico: una herramienta de conocimiento y conservación de la arquitectura. In Actas del congreso Arqueología aplicada al estudio e interpretación de edificios históricos. Últimas tendencias metodológicas. Ministerio de Cultura, Subdirección General Técnica de Publicaciones, Información y Documentación, Madrid, España (pp. 145-158).</p>	

Tabla 7. Descripción de la SA5 sobre anatomía comparada. Fuente: Elaboración propia

Título de la SA: Prácticas sobre fisiología animal y anatomía comparada.				
Contextualización: En cursos anteriores, los alumnos han aprendidos los conceptos y fenómenos principales de la fisiología en humanos. En este curso, los contenidos se centran en estudiar la anatomía y la fisiología de los principales grupos animales. Antes de la práctica, los alumnos habrán estudiado en el aula los principales procesos y conceptos de la nutrición y relación en animales, tanto en vertebrados como invertebrados.				
Resumen: En las sesiones de prácticas (3), los alumnos realizarán disecciones de especies animales (trucha, cangrejo de río y calamar) para comparar su anatomía y fisiología.				
Justificación de la SA: Los alumnos se familiarizarán con las técnicas de disección, haciendo uso del material de laboratorio adecuado. Además, esta actividad práctica se encuentra dirigida a la adquisición de habilidades y competencias del mundo científico. Los animales que se emplean son especies fáciles de adquirir, ya que se encuentran en cualquier supermercado, y, además, se utilizan estas especies por ser cercanas a los alumnos y su entorno.				
Introducción a la práctica: Una gran cantidad y variedad de grupos animales comparten muchas características a nivel anatómico y funcional debido a ancestros comunes. ¿Cómo funcionan los distintos aparatos y sistemas del mundo animal? ¿Existen similitudes entre grupos tan alejados como peces y moluscos? ¿Por qué?				
Fundamentación curricular				
Competencias clave	Competencias específicas	Criterios de evaluación	Descriptorios operativos	Objetivos de etapa
CCL CP STEM CD CPSAA CE	CE 1	1.1.	CCL2, CCL3, STEM1, STEM2, STEM4, CPSAA4	b), e), g), j), k) y m)
		1.2.	CCL1, CP1, STEM4, CD2, CD3	e), f), g), h), j), k) y m)
	CE 3	3.2.	STEM1, STEM2, STEM3, CE3	d), e), g), j), k) y m)

Una propuesta para la experimentación en el laboratorio y análisis del efecto de una práctica de laboratorio en alumnos de 1º de Bachillerato

CC CCEC		3.3.	STEM2, STEM3, CD1, CE3	d), e), g), j), k) y m)
	CE 4	4.1.	CCL1, CCL2, CCL3, STEM1, STEM2, STEM4, CD1, CD5	d), e), f), g), j), k) y m)
		4.2.	CCL3, STEM1, CD1, CPSAA1.1, CPSAA1.2, CPSAA4, CPSAA5, CE1, CE2, CE3	b), c), d), e), g), j), k) y m)
Saberes básicos de la materia:			Contenidos de carácter transversal y aprendizaje transdisciplinar:	
<p>Bloque A. Proyecto científico</p> <ul style="list-style-type: none"> ▪ 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. <p>Bloque F. Fisiología e histología animal</p> <ul style="list-style-type: none"> ▪ Principales tejidos animales: estructura y función. ▪ Función de nutrición: importancia biológica, estructura y fisiología de los aparatos y sistemas de digestión, respiración, circulación y excreción, en diferentes grupos taxonómicos. ▪ Función de relación: importancia biológica, estructura y fisiología de los receptores sensoriales, sistemas de coordinación (nervioso y endocrino) y de los órganos efectores, en diferentes grupos taxonómicos. 			<ul style="list-style-type: none"> - Expresión oral y escrita. - El fomento del espíritu crítico y científico. - Sostenibilidad. - Sostenibilidad y consumo responsable 	
			Metodología, agrupamientos y espacios:	
			<p>Aprendizaje por indagación (API) Aprendizaje cooperativo. Aprendizaje por rincones.</p> <p>Agrupamientos: Parejas de prácticas.</p> <p>Espacio: Laboratorio (disecciones) y aula convencional (tiempo de reacción).</p>	
Referencias bibliográficas:				
<p>Moreno, A. G., Outerelo, R., Ruiz, E., Aguirre, J. I., Almodóvar, A., Alonso, J. A., ... & Cano, J. (2012). Prácticas de Zoología. Estudio y diversidad de Tunicados, Cefalocordados y Vertebrados peces. Disección de la trucha. REDUCA (Biología), 5(3).</p> <p>Ballesteros Cabezas, A. (2021). Programación Didáctica para el Área de Ciencias de la Naturaleza en el 5º curso de Educación Primaria.</p> <p>Raso, J. E. G. (2004). Disección de un cangrejo. In <i>Curso práctico de entomología</i> (pp. 871-888). Asociación Española de Entomología.</p> <p>Silva, J. G. (2018). El material natural en la Biología escolar. Consideraciones éticas y didáctica sobre las actividades prácticas de laboratorio. <i>Revista Eureka sobre Enseñanza y Divulgación de las Ciencias</i>, 15(1), 1-19.</p> <p>Suárez, G. R., & Márquez Arabia, J. J. (2020). Tiempo de reacción y acción visual en laboratorio y campo, en atletas de karate y taekwondo. <i>Educación Física y Deporte</i>, 39(2), e8.</p>				

Tabla 8. Descripción de la SA6 sobre riesgos geológicos externos. Fuente: Elaboración propia.

Título de la SA: Análisis y prevención de riesgos naturales. Las inundaciones en la provincia de Burgos
Contextualización: Los alumnos conocen la existencia de riesgos naturales, como inundaciones, terremotos y huracanes. Además, en cursos anteriores han estudiado las circunstancias que se encuentran tras estos riesgos geológicos externos y los daños que pueden llegar a producir. Sin embargo, no conocen la existencia de herramientas digitales que permiten predecir estos fenómenos, ni se encuentran familiarizados con el uso de aplicaciones como <i>Iberpix</i> o los Sistemas de Información Geográfica (SIG).
Resumen: En esta práctica de ordenador, los alumnos deberán seleccionar una región de la provincia de Burgos que les sea de especial interés. Empleando el visor cartográfico del Sistema Nacional de Cartografía de Zonas

Una propuesta para la experimentación en el laboratorio y análisis del efecto de una práctica de laboratorio en alumnos de 1º de Bachillerato

Inundables (SNCZI), podrán conocer si esas zonas presentan riesgo de inundación, las causas y los posibles daños asociados y deberán elaborar un informe que resuma los aspectos anteriores.				
Justificación de la SA: Esta práctica permite a los alumnos conocer la existencia de herramientas digitales que proporcionan información sobre el terreno y tienen muchas aplicaciones. Además, refuerza la competencia digital y escrita del alumnado, ya que deberán realizar un informe. Por otra parte, poder estudiar una zona que les resulte de interés (por ejemplo, su pueblo o la ciudad en la que viven) hace que la actividad sea más cercana (ríos y terrenos conocidos) y puede estimular su interés y motivación.				
Introducción a la práctica: En muchos casos, los riesgos naturales son imposibles de evitar, pero en ciertas ocasiones y empleando los programas y realizando las actuaciones pertinentes, se pueden prevenir y reducir su impacto. ¿Qué tipo de riesgos naturales existen? ¿Se requieren de medios muy desarrollados para prevenirlos? ¿Cuáles son las razones por las que estos sistemas de detección fallan a menudo?				
Fundamentación curricular				
Competencias clave	Competencias específicas	Criterios de evaluación	Descriptorios operativos	Objetivos de etapa
CCL CP STEM CD CPSAA CE CC CCEC	CE 1	1.1.	CCL2, CCL3, STEM1, STEM2, STEM4, CPSAA4	b), e), g), j), k) y m)
		1.2.	CCL1, CP1, STEM4, CD2, CD3	e), f), g), h), j), k) y m)
	CE 2	2.1.	CCL2, CCL3, CP1, CP2, STEM2, STEM4, CD1, CD2, CD3, CD4, CPSAA4, CPSAA5	a), b), d), e), f), g), j), k) y m)
	CE 3	3.1.	STEM1, STEM2	e), g), j) y m)
		3.4.	STEM1, STEM2, STEM4, CD3, CE3	d), e), g), j), k) y m)
	CE 4	4.1.	CCL1, CCL2, CCL3, STEM1, STEM2, STEM4, CD1, CD5	d), e), f), g), j), k) y m)
	CE 6	6.1.	CCL3, CP1, STEM2, STEM5, CPSAA2, CC4, CCEC1	c), d), e), f), g), h), j), k), l) y m)
Saberes básicos de la materia:			Contenidos de carácter transversal y aprendizaje transdisciplinar:	
Bloque A. Proyecto científico <ul style="list-style-type: none"> ▪ 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. ▪ Papel de las científicas y científicos en el desarrollo de las ciencias biológicas, geológicas y ambientales. 			<ul style="list-style-type: none"> - Expresión oral y escrita. - El fomento del espíritu crítico y científico. - Competencia digital 	
			Aprendizaje transdisciplinar: Geografía de la provincia de Burgos. Metodología, agrupamientos y espacios:	

Una propuesta para la experimentación en el laboratorio y análisis del efecto de una práctica de laboratorio en alumnos de 1º de Bachillerato

<p>Bloque C. La dinámica y composición terrestres</p> <ul style="list-style-type: none"> ▪ Estructura, dinámica y funciones de la atmósfera y la hidrosfera. ▪ Procesos geológicos externos: agentes causales y consecuencias sobre el relieve. Formas principales de modelado del relieve y geomorfología. ▪ Procesos geológicos y actividades humanas. Riesgos naturales. ▪ Estrategias de predicción, prevención y corrección de los riesgos naturales. 	<p>Aprendizaje por indagación (API)</p> <p>Agrupamientos: Individual.</p> <p>Espacio: Sala de ordenadores o aula (en caso de disponer de ordenadores portátiles).</p>
<p>Referencias bibliográficas:</p> <p>Procedimientos de la ciencia: Gestión de inundación. Elaborado por: Marcos Reguero, A. Seguido, Á. F. M., & Cantos, J. O. (2021). La enseñanza del riesgo de inundación en Bachillerato mediante Sistemas de Información Geográfica (SIG). El ejemplo del PATRICOVA en la Comunidad Valenciana (España). In <i>Anales de geografía de la Universidad Complutense</i> (Vol. 41, No. 2, pp. 431-461). Departamento de Geografía Humana.</p> <p>Seguido, Á. F. M., & González, X. M. S. (2020). Educar para convivir con el riesgo de inundación. <i>Estudios Geográficos</i>, 81(288), e036-e036.</p>	

Tabla 9. Descripción de la SA7 sobre bioindicadores de contaminación. Fuente: Elaboración propia.

Título de la SA: Detectives de la contaminación				
<p>Contextualización: La contaminación de las aguas es uno de los problemas medioambientales más importantes en la actualidad. Antes de llevar a cabo la práctica, los alumnos tienen unas nociones básicas sobre las causas de la contaminación de los ríos y sus consecuencias, como la pérdida de biodiversidad. Sin embargo, todavía no han estudiado en el aula los parámetros que se miden para conocer si unas aguas están contaminadas o no. Por otra parte, al comienzo del curso aprendieron conceptos de ecología (elementos del ecosistema, clasificación de especies, etc.) que repasarán en la actividad.</p>				
<p>Resumen: La práctica se realizará en tres sesiones. En la primera de ella, los alumnos se encargan de indagar y descubrir los indicadores que se usan para medir la calidad del agua. A continuación, se centrarán en el muestreo de ecosistemas acuáticos cercanos y finalmente, analizarán las muestras obtenidas observando los macro y micro invertebrados, y clasificándolos mediante claves dicotómicas.</p>				
<p>Justificación de la SA: Los alumnos se familiarizan con técnicas de la Biología como el muestreo para encontrar invertebrados. Además, van a desarrollar competencias y habilidades propias de la comunidad científica. Por último, tienen que extraer una serie de conclusiones y poder determinar si las aguas del entorno de su centro se encuentran contaminadas o no. Al tratarse de un espacio cercano, como el río de su ciudad, la actividad les puede resultar aún más interesante, observando la aplicación de la teoría estudiada en el aula (clasificación taxonómica, biodiversidad, elementos del ecosistema...) a la vida cotidiana (análisis de la contaminación del agua empleando bioindicadores).</p>				
<p>Introducción a la práctica: La diversidad de especies de macro y micro invertebrados puede emplearse como indicador del estado de los ríos. ¿Qué valores, instrumentos o métodos existen para medir la contaminación de los ríos? ¿Hay más “bichos” en ríos contaminados o ríos limpios? ¿Existen ciertas especies más sensibles que otras? ¿Qué es un bioindicador y para qué se pueden emplear?</p>				
Fundamentación curricular				
Competencias clave	Competencias específicas	Criterios de evaluación	Descriptorios operativos	Objetivos de etapa
CCL CP STEM CD CPSAA	CE 1	1.1.	CCL2, CCL3, STEM1, STEM2, STEM4, CPSAA4	b), e), g), j), k) y m)
		1.2.	CCL1, CP1, STEM4, CD2, CD3	e), f), g), h), j), k) y m)
	CE 3	3.1.	STEM1, STEM2	e), g), j) y m)

Una propuesta para la experimentación en el laboratorio y análisis del efecto de una práctica de laboratorio en alumnos de 1º de Bachillerato

CE CC CCEC		3.2.	STEM1, STEM2, STEM3, CE3	d), e), g), j), k) y m)
		3.3.	STEM2, STEM3, CD1, CE3	d), e), g), j), k) y m)
		3.4.	STEM1, STEM2, STEM4, CD3, CE3	d), e), g), j), k) y m)
	CE 5	5.1.	STEM2, CC4, CE1	b), d), e), g), h), j), k) y m)
		5.2.	CCL1, STEM5, CD4, CPSAA2, CC3, CC4, CE1, CE3	a), b), c), d), e), g), h), j), k) y m)
Saberes básicos de la materia:			Contenidos de carácter transversal y aprendizaje transdisciplinar:	
<p>Bloque A. Proyecto científico</p> <ul style="list-style-type: none"> Método científico: hipótesis, preguntas, problemas y conjeturas. 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. Trabajo en el laboratorio: normas básicas de seguridad. Características de los laboratorios según su nivel de bioseguridad. <p>Bloque B. Ecología y sostenibilidad</p> <ul style="list-style-type: none"> Medio ambiente como motor económico y social. Importancia de la evaluación de impacto ambiental y de la gestión sostenible de recursos y residuos. Relación entre la salud medioambiental, humana y de otros seres vivos: <i>one health</i> (una sola salud). Indicadores de sostenibilidad en las actividades de la vida cotidiana. Huella ecológica. Pérdida de biodiversidad: causas y consecuencias ambientales y sociales. <p>Bloque C. Historia de la Tierra y la vida.</p> <ul style="list-style-type: none"> Biodiversidad. Filogenia y evolución: los grupos taxonómicos. Características fundamentales. Importancia de la conservación de la biodiversidad. 			<ul style="list-style-type: none"> Expresión oral y escrita. El fomento del espíritu crítico y científico. Sostenibilidad y consumo responsable <p>Aprendizaje transdisciplinar: Parámetros fisicoquímicos del agua.</p>	
			Metodología, agrupamientos y espacios:	
			<p>Aprendizaje por indagación (API) Aprendizaje cooperativo</p> <p>Agrupamientos: Parejas de laboratorio o grupos de 3-4 personas.</p> <p>Espacio: Ecosistema acuático cercano al centro (estanque, charca, río...) para llevar a cabo el muestreo y laboratorio para la observación de los macro y micro invertebrados.</p>	
Referencias bibliográficas:				
<p>Álvarez-Arango, L. F. (2005). <i>Metodología para la utilización de los macroinvertebrados acuáticos como indicadores de la calidad del agua</i>. Instituto de Investigación de Recursos Biológicos Alexander von Humboldt.</p> <p>Ladrera Fernández, R., & Rieradevall Sant, M. (2013). Macroinvertebrados acuáticos como indicadores biológicos: una herramienta didáctica. <i>Ikastorratza. e-Revista de didáctica</i>.</p> <p>Villar-Argaiz, M., López Rodríguez, M. J., Corral Arredondo, E., González Olalla, J. M., Carrillo Lechuga, P., Zamora Rodríguez, R. J., ... & Fernández Ferrer, G. (2022). Ríos de Vida, un proyecto para conocer, amar y cuidar nuestros ríos.</p>				

Una propuesta para la experimentación en el laboratorio y análisis del efecto de una práctica de laboratorio en alumnos de 1º de Bachillerato

4.5. Evaluación de la propuesta de intervención.

La evaluación de las prácticas de laboratorio será continua, formativa e integradora. Además, se proponen una serie de instrumentos de evaluación variados, diversos y adaptados a las distintas situaciones de aprendizaje, siguiendo las indicaciones del Artículo 20 del Real Decreto 243/2022, de 5 de abril, por el que se establecen la ordenación y las enseñanzas mínimas del Bachillerato.

Con el fin de facilitar y simplificar el proceso de evaluación, se propone a los docentes evaluar de forma sistemática una sola vez cada uno de los criterios de evaluación, a pesar de que en el planteamiento de cada SA este criterio aparezca asociado a más de una. Por ejemplo, en la primera práctica aparecen asociados los criterios de evaluación 1.1, 1.2, 1.3, 3.1, 3.2, 3.3, 4.1 y 4.2. De todos estos criterios de evaluación, solo se evaluarán los dos primeros (correspondientes a la primera competencia específica), que ya no volverán a ser evaluados en las siguientes prácticas (**Tabla 10**).

Aunque se evalúe cada criterio tan solo una vez, se propone que se realice un seguimiento continuo a lo largo de todas las SA para verificar que se cumple en todas aquellas en las que aparece vinculado. Se propone que el seguimiento continuado de los criterios se lleve a cabo con métodos más sencillos de manejar, como listas de cotejo, escala de actitudes u observación diaria. En todo caso, queda a discreción de cada docente que criterios evaluar en cada una de las SA.

Tabla 10. Criterios de evaluación y productos evaluables asociados a cada una de las prácticas de laboratorio. Fuente: Elaboración propia).

Título de la práctica	Criterios de evaluación asociados	Criterios que se van a evaluar en la práctica	Formas de evaluación
1. Estudio de hormonas vegetales, el etileno y la maduración.	1.1, 1.2, 3.1, 3.2, 3.3, 4.1, 4.2.	1.1 y 1.2	- Trabajo y desempeño en el laboratorio. - Póster científico y exposición oral. - Informe de laboratorio.
2. Estudio y análisis de las estructuras de un huevo de gallina y su aplicación en la producción de vacunas.	1.1, 1.2, 3.1, 3.2, 3.3, 4.1 y 4.2	3.1 y 3.2	- Trabajo y desempeño en el laboratorio. - Informe de laboratorio
3. Fabricación de yogur y aislamiento y observación de bacterias ácido lácticas.	1.1, 1.2, 1.3, 3.1, 3.2, 3.3, 4.1, 4.2 y 5.2.	1.3 y 3.3	- Trabajo y desempeño en el laboratorio. - Informe de laboratorio - Ejercicio escrito

Una propuesta para la experimentación en el laboratorio y análisis del efecto de una práctica de laboratorio en alumnos de 1º de Bachillerato

4.Simulación de una serie estratigráfica con cajas de zapatos.	1.1, 1.2, 4.1, 4.2, 6.1, 6.2 y 6.3	6.2 y 6.3	- Trabajo y desempeño en el laboratorio. - Informe de laboratorio
5.Prácticas sobre fisiología animal y anatomía comparada.	1.1, 1.2, 3.2, 3.3, 4.1 y 4.2	4.1 y 4.2	- Trabajo y desempeño en el laboratorio. - Informe de laboratorio - Ejercicio escrito
6.Análisis y prevención de riesgos naturales: Inundaciones en la provincia de Burgos.	1.1, 1.2, 3.1, 3.4, 4.1 y 6.1	3.4 y 6.1	- Trabajo y desempeño en el laboratorio. - Informe de laboratorio
7.Detectives de la contaminación.	1.1, 1.2, 3.1, 3.2, 3.3, 3.4, 5.1 y 5.2	5.1 y 5.2	- Trabajo y desempeño en el laboratorio. - Informe de laboratorio. - Ejercicio escrito.

La evaluación de las prácticas de laboratorio propuestas tendrá como finalidad la adquisición de las competencias específicas de cada materia (LOMLOE, 2020). Por tanto, el referente fundamental serán los criterios de evaluación que establece el currículo para la materia.

Se propone una evaluación que consta de cuatro partes:

1. **Trabajo y desempeño** durante la realización de las prácticas de laboratorio. Se evaluará, de forma continua, empleando técnicas de observación como el registro anecdótico. El docente anotará los hechos significativos que ocurran en cada sesión de laboratorio.
2. **Informes de laboratorio** de cada una de las prácticas que reflejen el objetivo de la práctica, el material y los métodos, los resultados logrados presentados con distintos formatos (tablas, gráficos, diagramas, dibujos, etc.), la conclusión y una discusión que incluya los aspectos a mejorar. Además, en el propio informe deberán contestar dos o tres preguntas que aparecen en el guion de prácticas (**Anexo III**). Los informes se evaluarán empleando técnicas de análisis del desempeño. Se utilizará **una rúbrica** que evalúe los distintos apartados del informe y se hará hincapié en la presentación de los resultados y el empleo de programas informáticos para la elaboración de gráficas y tablas.

Las actividades finales son de carácter competencial, y ayudarán al docente para comprobar que los alumnos han logrado aprender durante la actividad.

3. **Ejercicio escrito** de carácter competencial basado en un problema (PBL) que se centre en las fases del método científico, el diseño de la experimentación y otros aspectos tratados. Se incluirá este ejercicio práctico en las distintas pruebas escritas de evaluación de contenidos. La evaluación se realizará mediante técnicas de rendimiento. Con este ejercicio se pretende que los alumnos muestren las habilidades y los conocimientos adquiridos.

4. Elaboración de un **póster científico** por parejas de laboratorio sobre la primera práctica del curso que contenga los siguientes apartados: título, objetivos, hipótesis, material y métodos, resultados, conclusión y discusión final. La presentación del póster será de forma oral y para su evaluación se emplearán técnicas de análisis del desempeño. Se utilizará una rúbrica para evaluar el póster entregado (**Anexo III**) y otra para la presentación oral del mismo (**Anexo III**). En ambos casos, se tendrán en cuenta las competencias adquiridas durante la actividad (CD, STEM, CCL, etc.)
Además, la actividad se evaluará de forma continua durante el curso mediante el registro anecdótico del docente a través de las observaciones realizadas en el aula. Por otra parte, se establecerán tres entregas (una para la introducción y el marco teórico, otra para materiales y procedimiento y una última para el análisis de resultados y la discusión) para orientar a los alumnos, corregir ciertos aspectos que vayan tratando y realizar la evaluación continua y formativa que se propone.

4.6. Atención a la diversidad.

La atención a la diversidad es necesaria para que el alumnado que requiera de una atención educativa distinta a la ordinaria pueda alcanzar los objetivos de etapa establecidos para todo el alumnado y desarrollar al máximo sus habilidades, competencias y capacidades personales (LOMLOE, 2020). Ante la diversidad de alumnado en los cursos de 1º Bachillerato se proponen una serie de medidas para atender estas diferencias. Fundamentalmente, se distinguen dos

Una propuesta para la experimentación en el laboratorio y análisis del efecto de una práctica de laboratorio en alumnos de 1º de Bachillerato

apartados diferentes: la atención a alumnos con necesidades específicas de apoyo educativo (ANEAE) y la atención a las diferencias individuales.

En el primer caso (ANEAE) se proponen adaptaciones que afectan a la metodología, los instrumentos de evaluación, las actividades y los agrupamientos. Por ejemplo, se proporcionarán guiones de laboratorio visuales y sencillos de seguir, con imágenes del procedimiento y los resultados que se obtienen. Asimismo, podrán adaptarse las actividades que deben entregar con el informe de laboratorio para que resulten menos complejas. Por otra parte, también se tendrán en cuenta los alumnos con altas capacidades intelectuales. En este caso, se podrán añadir actividades que impliquen la reflexión, la creatividad y el pensamiento abstracto, para que puedan desarrollar nuevas habilidades. También, se podrán adaptar los criterios y los instrumentos de evaluación solicitando a estos alumnos en particular que incluyan citas y referencias bibliográficas en sus informes o que empleen herramientas digitales más avanzadas para las presentaciones y los informes de laboratorio.

También, se deben tener en cuenta las diferencias individuales de nuestro alumnado, partiendo del artículo 25 del RD 243/2022 de Bachillerato (LOMLOE, 2020). La nueva ley hace un gran hincapié en que se deben emplear los principios del Diseño universal para el aprendizaje (DUA). Estos principios se basan en que se deben proporcionar diferentes formas de presentación de la información (principio I), diferentes alternativas para que el alumno se exprese (principio II) y diferentes formas de motivación (principio III).

En cuanto al primer principio, se proporciona la información en forma de presentaciones, vídeos sobre las prácticas, guion de laboratorio con imágenes. Además, se ofrecen tres formas diferentes de que el alumno exprese la información y los aprendizajes adquiridos: prueba escrita, exposición oral e informe de laboratorio. Por último, en cuanto a maneras de promover el interés y la motivación, muchas prácticas tratan sobre elementos del entorno (animales, huevos, plátanos, la maduración de frutas, etc.) y contextos próximos a los alumnos (río de la ciudad para el muestreo de invertebrados, regiones de la provincia para el análisis de riesgo de inundación...). Además, en muchas prácticas se muestran aplicaciones reales de los contenidos tratados como la producción de vacunas en huevos embrionados, el uso de bacterias ácido-lácticas para la elaboración de yogur y la aplicación exógena de etileno para la maduración de frutas recogidas en verde. El conocimiento de estas aplicaciones de la vida cotidiana rompe la

Una propuesta para la experimentación en el laboratorio y análisis del efecto de una práctica de laboratorio en alumnos de 1º de Bachillerato

brecha de teoría-práctica y puede despertar el interés del alumnado hacia las actividades propuestas.

Además, otras medidas que se realizan durante el curso incluyen la evaluación continua y formativa de los informes de laboratorio para detectar alumnos con dificultades. También, se podrán modificar los agrupamientos, ya que, prácticamente todas las actividades se realizan por parejas o grupos pequeños de 3-4 alumnos. De esta forma, se emplearán los agrupamientos que resulten más ventajosos, mezclando alumnos con distintas capacidades.

5. INTERVENCIÓN EN EL AULA

5.1. Introducción

Las plantas, al igual que el resto de los seres vivos, realizan **las tres funciones vitales**: nutrición, relación y reproducción. Generalmente, las funciones de nutrición y reproducción en vegetales son las más conocidas entre el alumnado, dado que desde pequeños ya estudian procesos como la absorción de agua y sales minerales, la existencia de la fotosíntesis o las estructuras reproductoras masculinas y femeninas de la flor. Por ejemplo, en 1º de la ESO algunos de los saberes básicos son la reproducción en las gimnospermas y angiospermas, la flor, el fruto y la semilla (LOMLOE, 2020). Sin embargo, la función de relación en los vegetales es bastante desconocida. Existe un estudio, realizado con un grupo de alumnos de 1º Bachillerato, que muestra que menos del 50% de los alumnos encuestados conocía la **existencia de hormonas vegetales y sus funciones** (Grimalt y Alda, 2019).

La intervención realizada en el aula consistió en la puesta en práctica de una de las actividades propuestas en el presente Trabajo de Fin de Máster. En concreto, los alumnos realizaron la primera práctica, **“El estudio de hormonas vegetales, el etileno y sus funciones”**, asociada a los bloques de saberes básicos del proyecto científico (A) y de fisiología e histología vegetal (E). Se seleccionó esta práctica, puesto que era la actividad que mejor se ajustaba a las unidades que estaban estudiando los alumnos durante el periodo de prácticas del autor.

Una propuesta para la experimentación en el laboratorio y análisis del efecto de una práctica de laboratorio en alumnos de 1º de Bachillerato

5.2. Metodología.

El estudio se ha realizado en un centro de carácter público en el curso de 1º de Bachillerato (alumnos de 16-17 años). La muestra comprendió un total de 46 alumnos y la materia en la que se realizó la evaluación fue Biología, Geología y Ciencias Ambientales.

El principal objetivo de la investigación fue determinar si las prácticas de laboratorio constituían una herramienta didáctica útil para generar un aprendizaje significativo. Para ello, se empleó una metodología de tipo cualitativo y cuantitativo, realizando cuestionarios sobre conceptos tratados en las prácticas y anotando observaciones mediante el registro anecdótico.

El cuestionario empleado (**Anexo III**) está constituido por nueve preguntas distribuidas en dos secciones. La primera sección presenta dos preguntas generales sobre hormona relativas a su papel biológico, mientras que la segunda sección presenta preguntas más específicas sobre fitohormonas y sus funciones, el etileno y su papel en la maduración y en la germinación.

Del total de preguntas, seis son de tipo cerrado, en las que los alumnos deben elegir entre varias opciones. Las otras tres preguntas son de tipo abierto y en ellas los alumnos deben argumentar las respuestas empleando sus conocimientos. Además, en el cuestionario final se incluye una décima pregunta de carácter competencial. Se trata de una cuestión que hace referencia al método científico y al diseño de experimentos, englobando los objetivos planteados al inicio de la actividad. Se trata de la pregunta más relevante para determinar si los alumnos han logrado alcanzar los objetivos propuestos y han adquirido las competencias planteadas.

5.3. Desarrollo de la actividad

El **objetivo fundamental de la práctica de laboratorio** fue determinar cómo afecta el etileno a la germinación de semillas de guisante. Asimismo, también se pretendía que los alumnos fuesen capaces de diseñar la experimentación (grupos control y condiciones de luz u oscuridad) y que se familiarizarasen con el material del laboratorio y las técnicas empleadas en fisiología vegetal y botánica. Los materiales y el procedimiento, junto con el marco teórico y una serie de actividades finales, se incluyen en el guion de laboratorio del **Anexo I**.

Además de la práctica realizada por los alumnos, se ha llevado a cabo una **investigación** para determinar la utilidad real de las prácticas de laboratorio y concluir si los alumnos han sido

Una propuesta para la experimentación en el laboratorio y análisis del efecto de una práctica de laboratorio en alumnos de 1º de Bachillerato

capaces de **desarrollar un aprendizaje significativo**. Para ello, se realizó un cuestionario al alumnado antes de la intervención (**cuestionario inicial**) y se repitió el mismo cuestionario con una actividad extra tras la experiencia (**cuestionario final**).

A continuación, en la **Tabla 11** se muestra la temporalización de las actividades y los cuestionarios realizados:

Tabla 11. Temporalización de la intervención (actividades, objetivos y duración). Fuente: Elaboración propia.

Sesión	Actividad	Objetivos	Duración
1	Introducción de los contenidos que se van a tratar en las prácticas: concepto de hormona vegetal, objetivos de la práctica y preguntas iniciales para reflexionar.	Introducir la actividad, determinar los conocimientos previos de los alumnos y realizar las preguntas introductorias que despierten el interés del alumnado.	10 minutos
	Cuestionario previo a la realización de las prácticas (inicial).	Conocer los conocimientos iniciales y errores conceptuales de los alumnos antes de la intervención.	5 minutos
	Realización de la práctica de laboratorio tras la explicación del docente siguiendo el guion de laboratorio.	Determinar la respuesta de semillas de guisante al etileno, diseñar experimentos en el laboratorio siguiendo el método científico y hacer un uso correcto del material del laboratorio.	35 minutos
2	Observación de las semillas germinadas (tras una semana) y análisis de los resultados.	Determinar el efecto producido por el etileno en las plántulas de guisante en comparación con los grupos control. Extraer las conclusiones del experimento realizado.	40 minutos
	Cuestionario posterior a la realización de las prácticas (final)	Determinar si los alumnos han realizado un aprendizaje significativo durante las prácticas y han resuelto los errores conceptuales iniciales.	10 minutos

La intervención se llevó a cabo con tres grupos de alumnos (18, 21 y 8 alumnos). Previo al desarrollo de la práctica, se realizó una breve introducción mediante una presentación con diapositivas (**Anexo II**). En esta parte, los alumnos pensaron cómo plantear el diseño del experimento de forma autónoma, lo que les ayudó a comprender por qué en unos recipientes introducían plátano y en otros no, y para qué colocaban unas muestras a la luz y otras en oscuridad.

Los alumnos trabajaron de forma ordenada y cuidadosa en el laboratorio. La mayoría parecía haber comprendido el experimento tras la explicación. Algunos alumnos emplearon el envase de los yogures como recipiente para germinar los guisantes y tuvieron ciertas dificultades para

Una propuesta para la experimentación en el laboratorio y análisis del efecto de una práctica de laboratorio en alumnos de 1º de Bachillerato

colocar las “cestitas” con las rodajas de plátano (**Figura 1**). Por ello, para futuros experimento se sugiere el uso de recipientes de vidrio.



Figura 1. Material empleado en la práctica (derecha) y cestitas con los plátanos elaboradas por los alumnos (izquierda).

Los resultados obtenidos fueron distintos en los tres grupos. El primer grupo en realizar la actividad obtuvo peores resultados. Las causas pudieron ser la forma de trabajar de los alumnos, muchos recipientes tenían mucha agua lo que pudo afectar a la germinación, el estado inicial de las semillas y la inexperiencia de realizar por primera vez el experimento. Los otros dos grupos obtuvieron los resultados esperables (**Figura 2**), a pesar de ser un mayor número de alumnos lo que dificultó la explicación en comparación con el grupo formado por solo ocho alumnos.

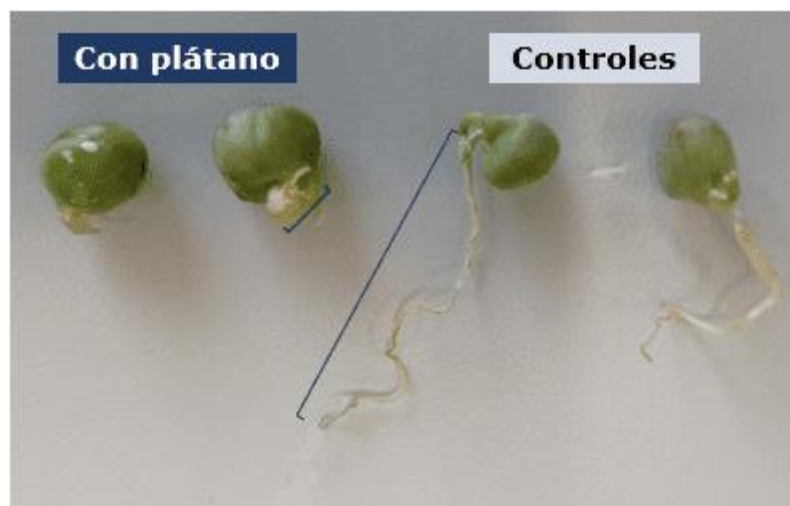


Figura 2. Resultados de la práctica, en los que se aprecia un menor crecimiento de las plántulas germinadas en presencia de plátano, por el efecto del etileno.

Una propuesta para la experimentación en el laboratorio y análisis del efecto de una práctica de laboratorio en alumnos de 1º de Bachillerato

5.4. Resultados del estudio.

En la **primera sección**, constituida por dos preguntas, se observan resultados muy dispares.

La **primera cuestión** hace referencia a la función de las hormonas en los seres vivos y en el cuestionario inicial, tan solo, un 19,6% de los alumnos acierta señalando que actúan como señales químicas. La gran mayoría (47,8%) marca que todas las respuestas son correctas, afirmando que las hormonas tienen una función estructural, energética y señalizadora. En el cuestionario final, las respuestas a esta pregunta son similares y sólo una minoría (16%) contesta que las hormonas cumplen una función señalizadora (**Figura 3**).

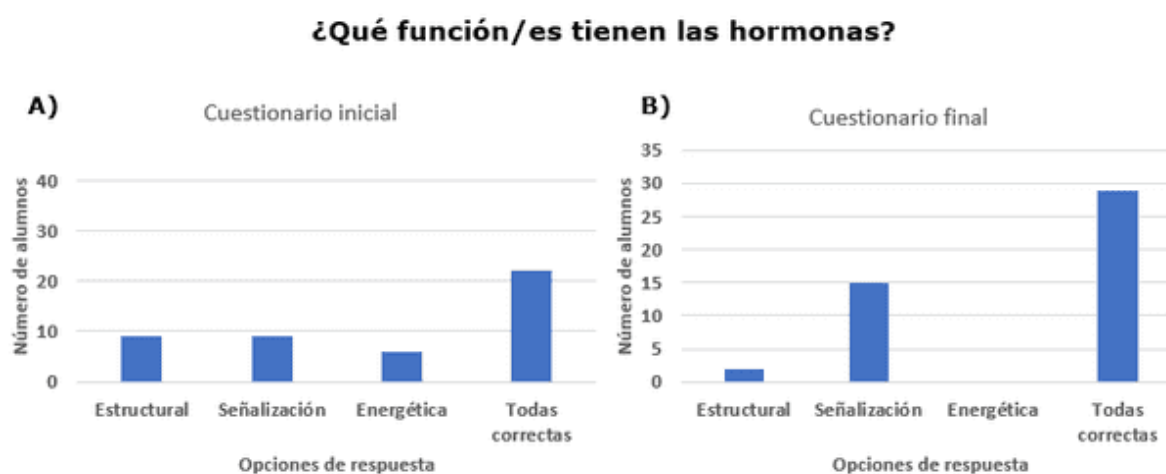


Figura 3. Respuestas a la primera pregunta en el cuestionario inicial (A) y final (B). Fuente: Elaboración propia con Excel.

La **segunda cuestión** plantea si las hormonas son únicas de animales o también se encuentran en otros seres vivos. Inicialmente, el 82,6 % de los alumnos señala que todos los organismos pluricelulares producen hormonas y no es algo único de los animales. En el cuestionario final, la mejoría es notable y el 100% de los alumnos responde que las hormonas se encuentran en todos los organismos pluricelulares (**Figura 4**).

Una propuesta para la experimentación en el laboratorio y análisis del efecto de una práctica de laboratorio en alumnos de 1º de Bachillerato

¿Son las hormonas únicas de especies animales?

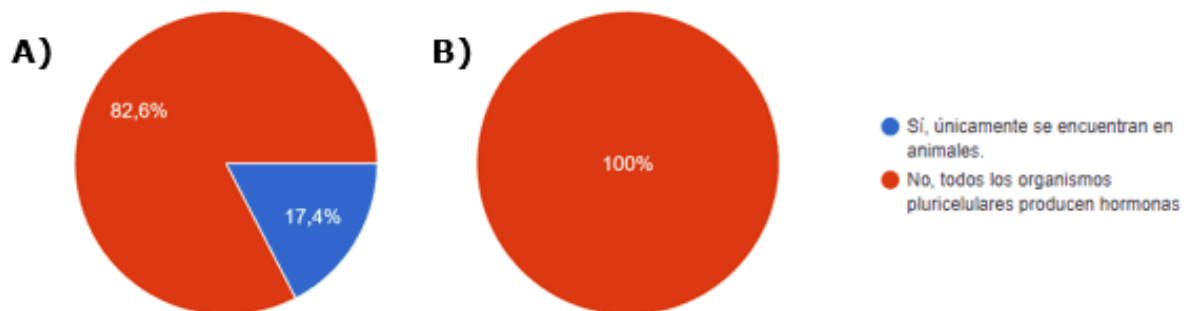


Figura 4. Porcentaje de respuestas a la segunda pregunta en el cuestionario inicial (A) y final (B). Fuente: *Google forms*

En la siguiente sección, hay tanto preguntas cerradas de “tipo test” como preguntas abiertas de desarrollar la respuesta. En estas últimas, se nota que los alumnos, inicialmente, no tienen conocimientos sobre el tema puesto que en muchos casos responden “no se” o “no tengo ni idea” y aquellos que responden tienen dificultades para desarrollar y argumentar su respuesta.

Las respuestas a las preguntas de esta sección muestran múltiples errores conceptuales. Al principio, tan solo un 39,1 % de los alumnos sabe que las hormonas vegetales se denominan fitohormonas (**tercera pregunta**). Sin embargo, en el segundo cuestionario el 80% de los alumnos marca que las hormonas vegetales reciben el nombre de fitohormonas (**Figura 5**).

¿Cómo se denominan las hormonas vegetales?

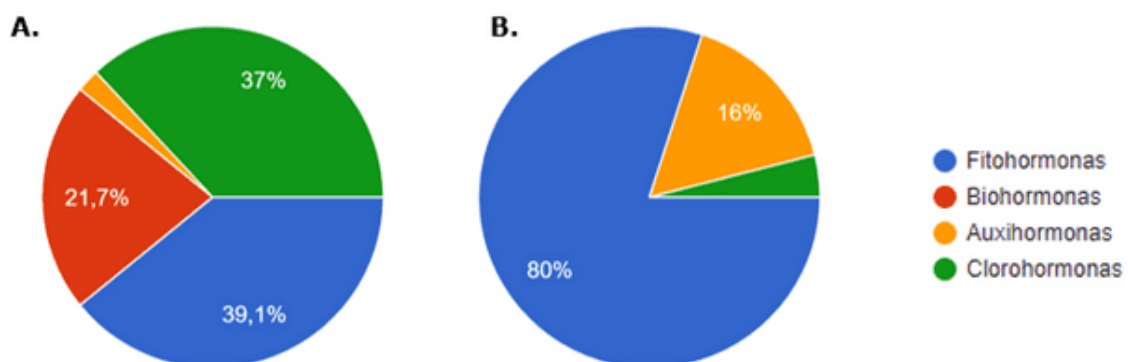


Figura 5. Porcentaje de las distintas opciones en la tercera pregunta del cuestionario inicial (A) y final (B). Fuente: *Google forms*.

En la **cuarta pregunta**, tienen que nombrar cuatro hormonas vegetales. Las respuestas a esta pregunta muestran importantes errores conceptuales. Por ejemplo, dos alumnos indican que la clorofila se trata de una hormona vegetal y otros nombran las feromonas, de origen animal.

Una propuesta para la experimentación en el laboratorio y análisis del efecto de una práctica de laboratorio en alumnos de 1º de Bachillerato

Inicialmente, solo siete alumnos son capaces de nombrar correctamente una hormona vegetal, solamente uno contesta cuatro hormonas vegetales de forma correcta y 16 alumnos (34,7%) responden “no se” o “ni idea” (**Figura 6. A.**). En cambio, en el cuestionario final todos los alumnos son capaces de nombrar, por lo menos, al etileno y el 72% indica correctamente dos o más fitohormonas, fundamentalmente auxinas y etileno (**Figura 6. B.**).

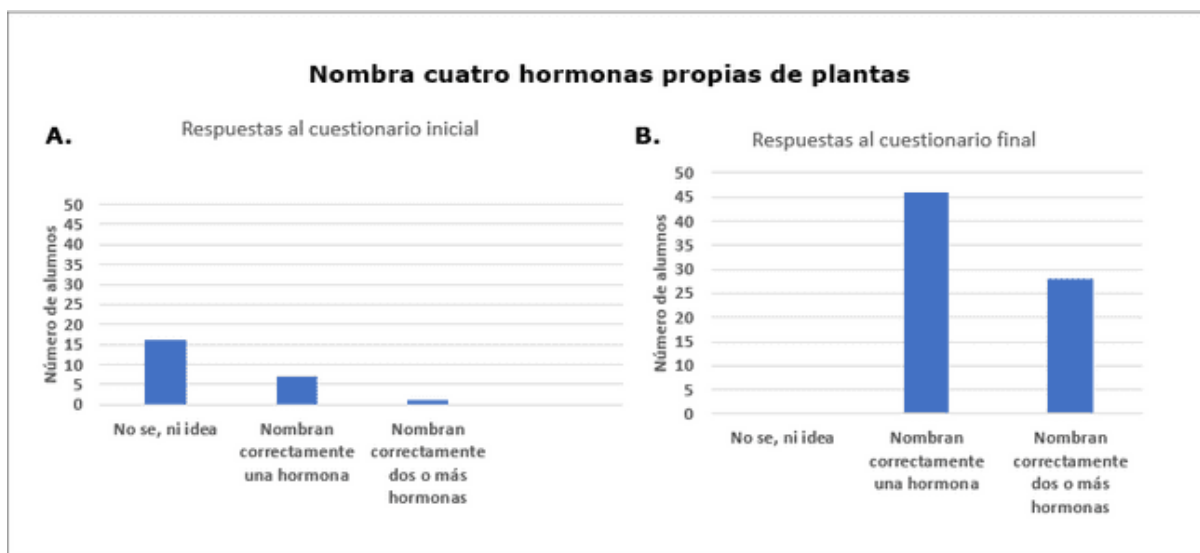


Figura 6. Gráficos que muestran las respuestas de los alumnos a la cuarta pregunta en el cuestionario inicial (A) y final (B). Fuente: Elaboración propia con Excel

En la **quinta pregunta**, que hace referencia a los procesos regulados por hormonas vegetales, no se observan prácticamente diferencias en las respuestas al cuestionario inicial y al final. En ambos, cerca del 90% de los alumnos responden de forma correcta e indica que la maduración, la germinación y el crecimiento son procesos fisiológicos controlados por hormonas. La **séptima pregunta** trata sobre la maduración y los cambios que ocurren en este proceso. Al inicio, alrededor del 60% de los alumnos conocen que se producen cambios a nivel de textura, composición, coloración, aroma y sabor. En el cuestionario final, el número de alumnos que contesta de forma correcta asciende ligeramente (73%).

En la **octava cuestión** se pregunta por los efectos del etileno sobre distintos procesos fisiológicos. Inicialmente, más de la mitad de los alumnos (52%) marcan que el etileno participa en la maduración de los frutos. Además, el etileno también participa en la formación de raíces, pero solo ocho alumnos (17%) marcan esta opción. En el cuestionario final, casi todos los alumnos (96%) marcan la maduración como efecto del etileno, pero el número de alumnos que marca la formación de raíces desciende considerablemente (4%).

Una propuesta para la experimentación en el laboratorio y análisis del efecto de una práctica de laboratorio en alumnos de 1º de Bachillerato

Las preguntas restantes (6 y 9) son más abiertas y en el primer cuestionario muchos alumnos responden “no sé” o “ni idea” (aproximadamente el 25%). Ante la pregunta de por qué se recoge la fruta sin madurar (número 6) muchos contestan que para que no se estropee, pero no argumentan por qué luego esa fruta puede madurar fuera de la planta y otros responden de forma incorrecta. Sin embargo, en el cuestionario final se aprecia una mejoría, desaparecen las contestaciones en blanco y hacen referencia a los cambios que se producen en la maduración y la posibilidad de aplicar etileno de forma exógena cuando queremos que maduren las frutas.

Asimismo, cuando se pregunta por qué los plátanos en el frutero hacen madurar al resto de frutas (número 9), muchos indican que se debe a la acción de las hormonas, pero no saben responder qué hormona participa, el tipo de frutos, etc. En estas preguntas vuelven a aparecer algunos errores conceptuales, puesto que hay alumnos que relacionan las feromonas, las vitaminas e incluso el potasio de los plátanos con este proceso. En cambio, cuando responden al cuestionario final todos tienen claro que en este proceso participa el etileno y que es liberado por los plátanos (Figura 7). Además, son capaces de argumentar sus respuestas mucho mejor.

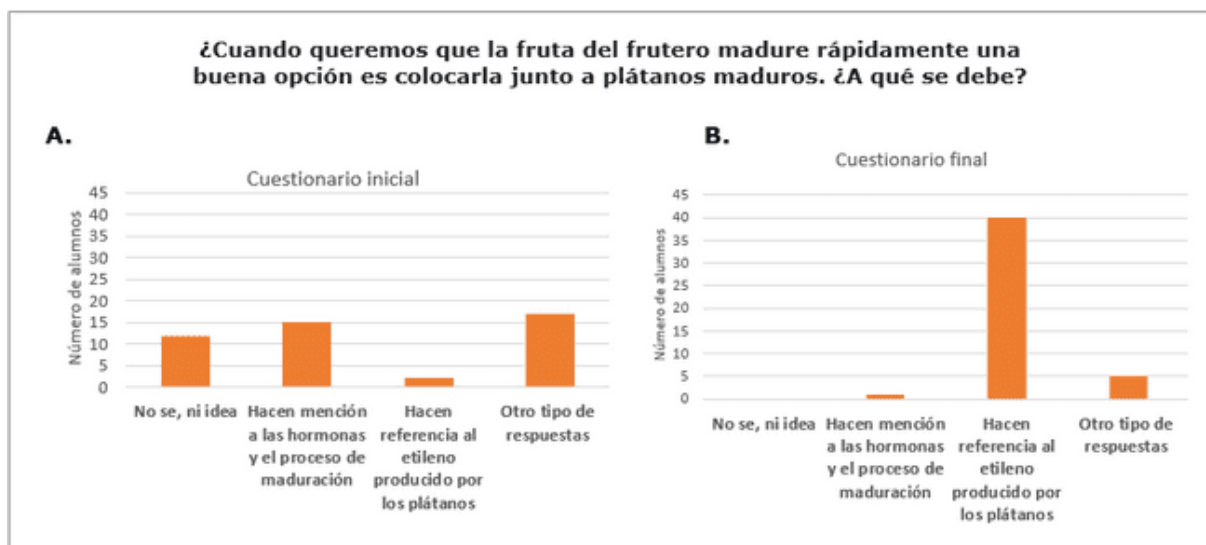


Figura 7. Respuestas de los alumnos a la novena pregunta en el cuestionario inicial (A) y en el final (B). Fuente: Elaboración propia con Excel.

El cuestionario final presenta una **pregunta adicional** de carácter competencial para comprobar que los alumnos han aprendido a diseñar un experimento y la importancia de los grupos control (Anexo III). Esta cuestión gira en torno a un problema que deben resolver y, para ello, tienen que diseñar un experimento muy similar al planteado en la práctica de laboratorio realizada. En este caso, tienen que probar la utilidad de un posible tratamiento para revertir una enfermedad que afecta a campos de cultivo. Además, también tienen que estudiar si el tratamiento es más

Una propuesta para la experimentación en el laboratorio y análisis del efecto de una práctica de laboratorio en alumnos de 1º de Bachillerato

eficaz en condiciones de iluminación u oscuridad. Para ello, deberán plantear los grupos control que emplean y cómo manejarán el resto de las variables y condiciones.

Las respuestas recibidas se analizan diferenciando **tres aspectos**: planteamiento del diseño, uso de grupos control y argumentación de la respuesta. Cada uno de estos tres apartados se evalúa con un punto o cero, de forma que si realizan adecuadamente la actividad obtienen una puntuación total de tres puntos. Utilizando estos criterios, un 37,5% de los alumnos obtiene la máxima puntuación, un 43,75% obtiene dos puntos y un 18,75% obtiene un punto, correspondiente al planteamiento del diseño en todos los casos.

Todos los alumnos plantean de forma correcta el experimento, pero, sin embargo, tienen grandes dificultades para argumentar y justificar por qué distribuyen los controles y las muestras de esa forma. Solamente el 37,5% de los alumnos justifica adecuadamente su respuesta. Por último, un 43,75% de los alumnos incluye correctamente los grupos control y señala la importancia que tienen en el experimento.

5.5. Discusión de los resultados.

El desarrollo de las prácticas de laboratorio se efectuó sin mayores complicaciones. Los alumnos trabajaron de forma adecuada en el laboratorio y se notó que eran grupos bastante familiarizados con este tipo de actividades. Quizá en grupos con menos experiencia o menos acostumbrados a la experimentación en el laboratorio hubiera resultado de mayor dificultad.

En mi opinión, la temporalización de las actividades y los agrupamientos fueron acertados. En futuras ocasiones, podría dedicarse un tiempo mayor a la explicación inicial; ya que, considero que es clave para el resto del proceso. Los peores resultados se obtuvieron con el primer grupo que realizó la práctica, debido a la inexperiencia. Hubo problemas con la germinación de las semillas, quizá porque no estaban en buenas condiciones o por errores de los alumnos en el procedimiento.

La comparación de los resultados del cuestionario inicial y final permite discutir la contribución de esta práctica a que los alumnos generen un aprendizaje significativo. Los resultados registrados en el cuestionario final son, en la mayoría de los casos, mejores que los del cuestionario inicial. Las nueve preguntas de los cuestionarios inicial y final tratan sobre

conceptos y fenómenos visualizados en la práctica. Estas preguntas sirven como guía para comprobar que los estudiantes han comprendido la parte teórica de la actividad. Además de los conceptos teóricos, también se evalúa la capacidad de los alumnos para pensar y responder cuestiones relacionadas con la alfabetización y el método científicos (Diana, 2017), gracias a la última pregunta.

Según Ladachart y Yenyong (2016), los estudiantes familiarizados con el método científico y sus fases (planteamiento de hipótesis, indagación científica...) tienden a basarse en sus propios conocimientos y en métodos de búsqueda o exploración para resolver un determinado problema. En este caso particular, la última pregunta del cuestionario final plantea un problema que los alumnos deben resolver. Tal y como afirman estos autores, la mayoría de los alumnos diseñaron correctamente la experimentación, al estar previamente familiarizados con el planteamiento de experimentos (organizando las muestras, los grupos control y las condiciones estudiadas) (Ladachart y Yuenyong, 2016).

De forma general, la alfabetización científica de los alumnos mejoró con la actividad. El conocimiento sobre las hormonas vegetales, sus funciones, el efecto del etileno en particular y el diseño de experimentos aumentó, tal y como muestran los resultados registrados. Uno de los aspectos más destacable es que, a pesar de que en el cuestionario final los alumnos sabían responder mejor a las preguntas, seguían teniendo dificultades importantes para argumentar y justificar sus respuestas. Algunos estudios muestran que el aprendizaje basado en problemas puede constituir una metodología útil para mejorar la argumentación científica entre los alumnos (Kundariati *et al.*, 2023), de forma que algunas prácticas podrían combinarse con esta metodología.

Según Perdana, Saptasari y Susanto (2023), el aprendizaje basado en problemas y la investigación científica aumentan las habilidades de pensamiento creativo y la alfabetización científica. Estas habilidades se encuentran influenciadas por las experiencias que viven los alumnos y que se pueden proporcionar a través de prácticas de laboratorio, entre otros (Perdana *et al.*, 2023). Por ello, considero que se debería modificar el planteamiento de las prácticas de laboratorio, de tal forma que se formulen como un problema que los alumnos deben resolver o una investigación científica que tienen que llevar a cabo.

Una de las claves que determina el éxito de este tipo de prácticas es la indagación inicial. Debe evitarse que los alumnos sigan las prácticas como si se tratase de recetas de cocina, y que se

centren en reflexionar y aprender (Carp *et al.*, 2014). Esto puede conseguirse de múltiples formas, pero en este caso, se lanzan una serie de preguntas iniciales para que apliquen sus conocimientos, estimulando niveles superiores de la taxonomía de Bloom (Peñaloza-Carreón *et al.*, 2022).

Otro estudio que podría resultar interesante para determinar si la contribución de las prácticas al aprendizaje de los alumnos es significativamente mayor que otro tipo de metodologías sería comparar dos grupos, uno en el que los contenidos se imparten de forma más tradicional por medio de clases magistrales y otro grupo en el que los alumnos realizan actividades prácticas en el laboratorio. Existen estudios previos similares que emplean dos grupos de alumnos, uno control y otro en el que se realiza la intervención, para determinar, por ejemplo, la eficacia de una metodología como el aprendizaje entre pares (Diana, 2017).

5. DISCUSIÓN GENERAL

La nueva ley (LOMLOE) destaca por promover un enfoque competencial, de forma que centra sus esfuerzos en que los alumnos sean capaces de adquirir una serie de competencias para alcanzar el perfil de salida. En el caso de la didáctica de ciencias experimentales como la Biología y Geología, destacan las competencias y habilidades que los alumnos pueden desarrollar trabajando en el laboratorio. Éste constituye un espacio ideal para trabajar las competencias asociadas al método científico y permite desarrollar una infinidad de actividades.

Analizando los nuevos elementos curriculares de la LOMLOE, se observa una tendencia hacia un mayor aprendizaje práctico, rompiendo la brecha existente entre la teoría y la práctica, y mostrando al alumnado las aplicaciones y la conexión de los contenidos con la vida cotidiana. A la vista de estas modificaciones, sería de esperar que se produjeran cambios reales en los centros de Enseñanza Secundaria y Bachillerato a nivel de horarios y espacios, como un incremento en el número de horas de trabajo práctico.

La principal contribución del presente trabajo ha consistido en generar una propuesta sobre prácticas de laboratorio para docentes, con el fin de que los alumnos adquieran competencias y habilidades del entorno científico. Uno de los mayores problemas para los profesores a la hora de diseñar y elaborar prácticas de laboratorio es el hecho de que, en ocasiones, no disponen de los protocolos y las actividades desarrolladas y su puesta en práctica implica un gran trabajo.

Una propuesta para la experimentación en el laboratorio y análisis del efecto de una práctica de laboratorio en alumnos de 1º de Bachillerato

Por ello, disponer de varias juntas en este formato puede resultar de gran utilidad. El conjunto de prácticas propuestas cubre prácticamente todos los saberes básicos de la materia de Biología, Geología y Ciencias Ambientales de 1º de Bachillerato. Si bien es cierto que existe una gran cantidad y variedad de prácticas relacionadas con los saberes básicos de la materia, las actividades propuestas en esta memoria son altamente representativas de todos los bloques de contenido.

Uno de los factores más determinantes para que las prácticas se desarrollen con éxito es el entrenamiento desde los primeros años de la Educación Secundaria, de tal forma que cuando los alumnos alcancen cursos más altos, como 1º de Bachillerato, tengan un gran bagaje a sus espaldas y conozcan el material del laboratorio, las normas básicas de seguridad y las rutinas de limpieza. Por tanto, el uso del laboratorio debería tratarse a nivel de centro o departamento para que las prácticas se realicen en todos los niveles, y el aprendizaje efectuado y la adquisición de competencias sean progresivos.

Uno de los aspectos más complicados de la propuesta planteada es cómo realizar la evaluación de las prácticas. En este trabajo se propone una forma simplificada de evaluar, dada la gran complejidad que supone evaluar cada criterio e indicador de logro en cada una de las prácticas. Respecto a los criterios de evaluación, se sugiere evaluar cada criterio solamente en una ocasión, a pesar de que aparezca vinculado a más SA. Respecto a los indicadores de logro, no se han incluido en las tablas de las SA ni en la evaluación, porque resultaría demasiado denso y complejo. Sin embargo, las rúbricas incluidas en el **Anexo III** utilizan indicadores de logro elaborados a partir de los criterios de evaluación.

El estudio realizado con los alumnos muestra que han sido capaces de realizar un aprendizaje significativo durante la práctica de laboratorio; ya que las respuestas mejoran considerablemente en el cuestionario final respecto al inicial. La pregunta más relevante es el problema planteado en el cuestionario final, que los alumnos supieron resolver adecuadamente.

Incluir un grupo control para el análisis de la intervención hubiera resultado interesante. De esta forma, podría compararse el aprendizaje generado en las prácticas respecto a otras metodologías como las clases magistrales o metodologías activas. Sin embargo, la intervención se realizó durante el periodo de prácticas del Máster en Profesor de Educación Secundaria y Bachillerato, y mi tutor se encargaba de impartir la materia de Biología, Geología y Ciencias Ambientales en

Una propuesta para la experimentación en el laboratorio y análisis del efecto de una práctica de laboratorio en alumnos de 1º de Bachillerato

todos los grupos de 1º de Bachillerato, por lo que todos los alumnos realizaron las prácticas de laboratorio y no fue posible encontrar un grupo para el control.

Por último, considero que el laboratorio podría incluirse dentro del grupo de las metodologías activas, al ser un recurso didáctico de gran valor en el que los alumnos aprenden de forma cooperativa y el profesor actúa como un guía u orientador del aprendizaje. Además, podría combinarse el laboratorio con otras metodologías como la gamificación, el aprendizaje basado en problemas y el aprendizaje por indagación, para hacer que las prácticas sean aún actividades más completas.

6. CONCLUSIONES

- Las prácticas de laboratorio constituyen una herramienta muy útil para generar un aprendizaje significativo, ya que rompen la brecha existente entre la teoría y la práctica y muestran aplicaciones en la vida real.
- La importancia de las prácticas en la didáctica de ciencias experimentales ha seguido una tendencia ascendente con el paso de los años y la nueva ley educativa (LOMLOE) hace un gran hincapié en la adquisición de competencias asociadas a proyectos científicos.
- En el presente trabajo se desarrolla una propuesta de siete prácticas formuladas como situaciones de aprendizaje, y tras aplicar una de ellas en tres grupos de 1º de Bachillerato en la materia de Biología, Geología y Ciencias Ambientales, se concluye que los alumnos son capaces de desarrollar un aprendizaje significativo.

7. REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS

Abrahams, I. and Millar, R. (2008). Does practical work really work? A study of the effectiveness of practical work as a teaching and learning method in school science. *International Journal of Science Education*, 30(14), 1945–1969. doi:10.1080/09500690701749305.

Una propuesta para la experimentación en el laboratorio y análisis del efecto de una práctica de laboratorio en alumnos de 1º de Bachillerato

- Acebes, J.L., Centeno, M. L., Encina, A. y García-Angulo, P. (2019). *Experimentos fascinantes con plantas*. Servicio de Publicaciones de la Universidad de León.
- Acosta Faneite, S. F. y Sánchez Castillo, A. J. (2022). Actividades de laboratorio para el aprendizaje de la biología de vertebrados. *Revista Latinoamericana Ogmios*, 3(6), 7-18. <https://doi.org/10.53595/rlo.v3.i6.050>
- Álvarez-Arango, L. F. (2005). *Metodología para la utilización de los macroinvertebrados acuáticos como indicadores de la calidad del agua*. Instituto de Investigación de Recursos Biológicos Alexander Von Humboldt.
- Andrés Espinosa-Ríos, E., Dayana González-López, K. y Tatiana Hernández-Ramírez, L. (2016) Las prácticas de laboratorio: una estrategia didáctica en la construcción de conocimiento científico escolar. *Entramado*, 12(1), 266–281. doi:10.18041/entramado.2016v12n1.23125
- Azcón-Bieto, J. y Talón, M. (2000). *Fundamentos de Fisiología Vegetal*. McGraw-Hill Interamericana. Madrid.
- Ballesteros Cabezas, A. (2021). Programación Didáctica para el Área de Ciencias de la Naturaleza en el 5º curso de Educación Primaria. [Trabajo de Fin de Grado, Universidad de Comillas].
- Basch, C. H., Meleo-Erwin, Z., Fera, J., Jaime, C. y Basch, C. E. (2021). A global pandemic in the time of viral memes: COVID-19 vaccine misinformation and disinformation on TikTok. *Human vaccines & immunotherapeutics*, 17(8), 2373–2377. doi:10.1080/21645515.2021.1894896.
- Bermello Navarrete, R. (2017). El impacto negativo de las tecnologías en los adolescentes y jóvenes. *Medimay (Revista de Ciencias Médicas de Mayabeque)*, 23(2), pp. 173–178.
- Bhargava, P., MacDonald, K., Newton, C., Lin, H. y Pennycook, G. (2023). How effective are TikTok misinformation debunking videos?. *Harvard Kennedy School Misinformation Review*, 4(2), p. 4. doi:10.37016/MR-2020-114.
- Bogdan Toma, R. (2020). Comprensión de aspectos epistémicos de la naturaleza de la ciencia y valoración de su dimensión social. *Revista Eureka sobre Enseñanza y Divulgación de las ciencias*, 17(2). doi:10.25267/Rev_Eureka_ensen_divulg_cienc.2020.v17.i2.2303.

- Cardenas Cordero, N. M., Guevara Vizcaino, C. F., Moscoso Bernal, S. A. y Álvarez Lozano, M. I. (2023). Metodologías activas y las TICs en los entornos de aprendizaje. *Revista Conrado*, 19(91), 397-405.
- Carp, D., García, D. y Chiacchiarini, P. (2014). Trabajos prácticos de laboratorio sin receta de cocina en cursos masivos. *Avances en Ciencias e Ingeniería*, 3(1), 167-173.
- Cerini, B., Murray, I., y Reiss, M. (2003). Student review of the science curriculum. Major findings. *Open Access Library Journal*, 1(3). doi:10.13140/RG.2.2.18429.31206
- Cerón Carpio, A. B. (2009). Estrategia para el tratamiento del vínculo teoría práctica de los contenidos de la materia de Biología, en la Preparatoria General Lázaro Cárdenas del Río de la Benemérita Universidad Autónoma de Puebla (BUAP) [Benemérita Universidad Autónoma de Puebla]. Archivo: <https://hdl.handle.net/20.500.12371/163>
- Comité de Ciencia y Tecnología (2002). Reino Unido.
- Cullin, M., Hailu, G., Kupilik, M. y Petersen, T. (2017). The effect of an open-ended design experience on student achievement in an engineering laboratory course. *International Journal of Engineering Pedagogy*, 7(4), 102. doi:10.3991/ijep.v7i4.7328.
- 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, 30 de septiembre. <https://bocyl.jcyl.es/boletines/2022/09/30/pdf/BOCYL-D-30092022-4.pdf>
- Diana, S. (2017). Peer Assisted Learning Strategy for Improving Students' Physiologic Literacy. *Journal of Physics: Conference Series*, 895, e012126. doi:10.1088/1742-6596/895/1/012126.
- Duban, N., Aydoğdu, B. y Yüksel, A. (2019). Classroom teachers' opinions on science laboratory practices. *Universal Journal of Educational Research*, 7(3), pp. 772–780. doi:10.13189/ujer.2019.070317
- Erneta Altarriba, L. y Casas Jericó, M. (2020). La competencia científica en los estudios de Bachillerato en España: un análisis curricular retrospectivo. *Qurriculum. Revista de Teoría, Investigación y Práctica educativa*, (33), pp. 151–169. doi:10.25145/j.qurricul.2020.33.08

Una propuesta para la experimentación en el laboratorio y análisis del efecto de una práctica de laboratorio en alumnos de 1º de Bachillerato

- Felizardo Dos Santos, S. (2022). Social medias and the spread of hoaxes: perception of secondary students. *International Humanities Review / Revista Internacional de Humanidades*, 13(1), 1–11. doi:10.37467/REVHUMAN.V11.4000
- Fernández Álvarez, L. E., David Vázquez Martínez, I. E. S., Cayón, A. C. y González González De Mesa, C. (2023). Evolución de las sesiones de Educación Física. *Revista Digital de Educación Física*, 80.
- Fisher, K. M. y Moody, D. E. (2002). Student Misconceptions in Biology. En Fisher, K. M., Wandersee, J. H. y Moody, D. E. (Eds.), *Mapping Biology Knowledge* (pp. 55–75). Springer, Dordrecht
- Gericke, N., Högström, P. y Wallin, J. (2022). A systematic review of research on laboratory work in secondary school. *Studies in Science Education*. doi:10.1080/03057267.2022.2090125.
- Gracia, R. y Boronat, D. (2009). La bioestratigrafía: Simulación de una serie estratigráfica. Recuperado de: <https://www.cac.es/cursomotivar/resources/document/2009/25.pdf>
- Hamidu, M. Y., Ibrahim, A. I. y Mohammed, A. (2014). The use of laboratory method in teaching secondary school students: a key to improving the quality of education. *International Journal of Scientific & Engineering Research*, 5(9).
- Heras Calleja, A. de las (2023). Análisis de la brecha de género en ingeniería y tecnología: ¿cuáles son sus determinantes?. [Tesis doctoral, Universidad Politécnica de Madrid (UPM)].
- Jacqueline Guamán Gómez, V. y Enrique Espinoza Freire, E. (2022). Aprendizaje basado en problemas para el proceso de enseñanza-aprendizaje. *Revista Universidad y Sociedad*, 14(2), 124–131.
- Instituto Nacional de Estadística (INE) (2022). *Datos y cifras sobre educación Curso escolar 2022/2023*.
- Keselman, A. (2003). Supporting inquiry learning by promoting normative understanding of multivariable causality. *Journal of Research in Science Teaching*, 40(9), 898-921.
- Kundariati, M., Anggur, M. R. I., Fadilla, N. B., Nurhawa, W. O., Munthe, R. N. S., Agustin, A. S., Putri, Z. A., Susilo, H., Ibrohim, I. y Sudrajat, A. K. (2023). Enhancing

- prospective biology teachers' scientific argumentation skills through problem-based learning in online setting. *AIP Conference Proceedings*, 2569, e020036. doi:10.1063/5.0112390/2869807.
- Ladachart, L. y Yuenyong, C. (2016). What Thai Science Teachers Should Learn From The Programme for International Student Assessment. *Parichart Journal, Thaksin University*, 28(2), 108–137.
- Ladrera Fernández, R., y Rieradevall Sant, M. (2013). Macroinvertebrados acuáticos como indicadores biológicos: una herramienta didáctica. *Ikastorratza*, 11, 1-19.
- Ley Órgánica 8/2013, de 9 de diciembre, para la mejora de la calidad educativa. Boletín Oficial del Estado, 295, de 10 de diciembre de 2013 [LOMCE]. <http://www.boe.es/eli/es/lo/2013/12/09/8/com>
- 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 [LOMLOE], 122868-122953. <https://www.boe.es/eli/es/lo/2020/12/29/3>.
- Lifshitz, A. (2017). La pseudociencia y los falsos investigadores. *Medicina Interna de México*, 33(4). Recuperado de: www.medicinainterna.org.mx
- López Rupérez, F. (2022). El enfoque del currículo por competencias. Un análisis de la LOMLOE. *Revista Española de Pedagogía*, 80(281), 161-174. doi:10.22550/REP80-1-2022-05.
- Macchi, M. A. (2020). Desinformación sobre salud online : un estudio exploratorio sobre el impacto de las fake news durante la pandemia por coronavirus COVID-19 de 2019-2020 en las creencias y las emociones de las personas. Universidad de San Andrés. Departamento de Ciencias Sociales. doi:10.1080/21670811.2017.1360143.
- Madhuri, G. V., Kantamreddi, V. S. S. N. y Prakash Goteti, L. N. S. (2012). Promoting higher order thinking skills using inquiry-based learning. *Taylor & Francis* , 37(2), 117–123. doi:10.1080/03043797.2012.661701.
- Martínez-Cardama, S. y Algora-Cancho, L. (2019) "Lucha contra la desinformación desde las bibliotecas universitarias. *Profesional de la información*, 28(4). doi:10.3145/EPI.2019.JUL.12.

- Milena, A., Rua, L., Eugenio, Ó., Alzate, T. y Rúa, L. (2012). Las prácticas de laboratorio en la enseñanza de las ciencias naturales. *Revista Latinoamericana de Estudios Educativos*, 8(1), 145–166.
- Milena, D., Galvis, F., Puentes López, A., Adolfo, G., Restrepo, F., Jesús, I. E. y Jaramillo, E. (2019). Estado Actual de las Competencias Científico Naturales desde el Aprendizaje por Indagación. *Educación y Ciencia*, 23, 569-587.
- Mileto, C., & Vegas, F. (2010). El análisis estratigráfico: una herramienta de conocimiento y conservación de la arquitectura. En Actas del congreso Arqueología aplicada al estudio e interpretación de edificios históricos. Últimas tendencias metodológicas. Ministerio de Cultura, Subdirección General Técnica de Publicaciones, Información y Documentación, Madrid, España (pp. 145-158).
- Ministerio de Educación y Formación Profesional (2021). *Informe 2018 del estado del sistema educativo*.
- Moreno, A. G., Outerelo, R., Ruiz, E., Aguirre, J. I., Almodóvar, A., Alonso, J. A., ... & Cano, J. (2012). Prácticas de Zoología. Estudio y diversidad de Tunicados, Cefalocordados y Vertebrados peces. Disección de la trucha. *REDUCA (Biología)*, 5(3).
- Moreno, E. R., Quintanilla Gatica, M. y Surday, A. L. (2012). In-service Biology teachers' Epistemological conceptions of Biology teaching. *Ciência & Educação (Bauru)*, 18(4). <https://doi.org/10.1590/S1516-73132012000400009>
- Organización para la Cooperación y el Desarrollo Económico (2018). *Programa para la Evaluación Internacional de Estudiantes (PISA)*. Informe de resultados de PISA de 2018.
- Ortuño Tomás, A. M., Díaz Expósito, L., y Del Río Conesa, J. A. (2015). Evolución de la Fisiología Vegetal en los últimos 100 años. *Eubacteria*, n°34, 2015.
- Özay, E. y Öztas, H. (2003). Secondary students' interpretations of photosynthesis and plant nutrition. *Journal of Biological Education*, 37(2), 68–70. doi:10.1080/00219266.2003.9655853.
- Peñaloza-Carreón, J. E., Mayorga-Ponce, R. B. y Roldan-Carpio, A. (2022). Correcto uso de la Taxonomía de Bloom para desarrollar objetivos. *Educación y Salud Boletín Científico*

- Instituto de Ciencias de la Salud Universidad Autónoma del Estado de Hidalgo*, 11(21), 63–65. doi:10.29057/ICSA.V11I21.9779.
- Perdana, D., Saptasari, M. y Susanto, H. (2023). The effects of inquiry project-based learning on the increasing student's science literacy skills and creative thinking skills. *AIP Conference Proceedings*, 2569(1). doi:10.1063/5.0131311/2870030.
- Quiles Carrillo, L., Fombuena, V., Boronat, T., Balart, R. y Montañés, N. (2018). Aprendizaje cooperativo en las prácticas de laboratorio de la asignatura “Ciencia de Materiales”. *IN-RED 2018. IV Congreso Nacional de Innovación Educativa y Docencia en Red*. 471–479. doi:10.4995/INRED2018.2018.8584.
- Raso, J. E. G. (2004). Disección de un cangrejo. *En Curso práctico de entomología*. Asociación Española de Entomología, 871-888.
- Real Decreto 243/2022, de 5 de abril, por el que se establecen la ordenación y las enseñanzas mínimas del Bachillerato. *Boletín Oficial del Estado*, 82, 6 de abril. <https://www.boe.es/eli/es/rd/2022/04/05/243>
- Bermello Navarrete, R. (2017). El impacto negativo de las tecnologías en los adolescentes y jóvenes. *Medimay (Revista de Ciencias Médicas de Mayabeque)*, 23(2), pp. 173–178.
- Sánchez-Delgado, J. M. y Vázquez-Bernal, B. (2014). Utilización de las prácticas de laboratorio como herramienta en la resolución de problemas en el área de física y química en la etapa de educación secundaria obligatoria. 447-455.
- Seguido, Á. F. M., & Cantos, J. O. (2021). La enseñanza del riesgo de inundación en Bachillerato mediante Sistemas de Información Geográfica (SIG). El ejemplo del PATRICOVA en la Comunidad Valenciana (España). *Anales de geografía de la Universidad Complutense*, 41(2), 431-461.
- Silva, J. G. (2018). El material natural en la Biología escolar. Consideraciones éticas y didáctica sobre las actividades prácticas de laboratorio. *Revista Eureka sobre Enseñanza y Divulgación de las Ciencias*, 15(1), 1-19.
- Solbes, J., Montserrat, R. and Furió, C. (2007) "El desinterés del alumnado hacia el aprendizaje de la ciencia: implicaciones en su enseñanza. *Didáctica de las Ciencias Experimentales y Sociales de Univesidad de Valencia*, 21, 91-117.

Una propuesta para la experimentación en el laboratorio y análisis del efecto de una práctica de laboratorio en alumnos de 1º de Bachillerato

Suárez, G. R., & Márquez Arabia, J. J. (2020). Tiempo de reacción y acción visual en laboratorio y campo, en atletas de karate y taekwondo. *Educación Física y Deporte*, 39(2), e8.

Velandia-Mesa, C., Serrano-Pastor, F. J. y Martínez-Segura, M. J. (2017). Formative research in ubiquitous and virtual environments in higher education. *Comunicar*, 25(51), 09–18. doi:10.3916/C51-2017-01.

Villar-Argaiz, M., López Rodríguez, M. J., Corral Arredondo, E., González Olalla, J. M., Carrillo Lechuga, P., Zamora Rodríguez, R. J. y Fernández Ferrer, G. (2022). Ríos de Vida, un proyecto para conocer, amar y cuidar nuestros ríos.

8. ANEXO I

1. Competencias específicas 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.

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. (LOMLOE, 2020)

2. Guiones de las prácticas de laboratorio propuestas.

SA1. Estudio de hormonas vegetales, el etileno y la maduración.

Fundamento teórico

1. El etileno y la maduración de los frutos

El **etileno** es una de las hormonas vegetales más importantes del mundo vegetal y ha sido empleado en la agricultura desde la antigüedad. El etileno es una hormona de naturaleza gaseosa responsable de la **maduración** de la fruta y, a diferencia de otras fitohormonas, es capaz de difundir libremente a través de las membranas celulares.

Esta hormona es producida por muchos órganos de la planta, como los frutos maduros. Además, en los denominados **frutos climatéricos** (pera, manzana, plátano o tomate), el etileno promueve de manera rápida e irreversible la maduración. En este tipo de frutos, su aplicación exógena también desencadena la maduración.

El etileno desencadena los **cambios celulares** que inician el proceso de maduración. Estos cambios darán lugar a las modificaciones de sabor, aroma, coloración, composición y textura que ocurren durante este proceso.

Además de estimular la maduración, el etileno participa en una gran cantidad de procesos y tiene un impacto significativo en el desarrollo y la senescencia de las plantas. Otras funciones que desempeña son la inducción de la floración, la abscisión (caída) de las hojas, la formación de raíces y la denominada **triple respuesta**, que será objeto de estudio en esta práctica.

Una propuesta para la experimentación en el laboratorio y análisis del efecto de una práctica de laboratorio en alumnos de 1º de Bachillerato

El etileno aplicado de forma exógena es capaz de acortar y engrosar el tallo de la plántula, y cambiar la dirección del crecimiento, si se compara con plántulas control no tratadas con etileno.

Objetivos

- Comprobar que los frutos maduros son capaces de producir y liberar etileno.
- Observar la triple respuesta al etileno, liberado por un plátano maduro, en plántulas de guisante.
- Comprender cómo se lleva a cabo la maduración de frutos inmaduros almacenados en cámaras.
- Diseñar y planificar un experimento conociendo las variables que se desean estudiar.

Materiales

- Plátano verde (control) y plátano maduro (produce etileno).
- Guisantes puestos a remojo en agua 24 horas antes de iniciar el experimento.
- Envases de vidrio similares y limpios (lavados con lejía previamente)
- Algodón y papel de aluminio.
- Cinta de carroceros
- Pipeta graduada de 10 ml
- Cuchillo (bisturí) y pinzas

Procedimiento

- 1) Se emplean cinco vasos de vidrio en los que se coloca un trozo de algodón, y se depositan entre 4-5 guisantes humedecidos por vaso.
- 2) A continuación, se añade agua con una pipeta para humedecer el algodón.
- 3) De los cinco vasos, dos de ellos se cubren con aluminio y se sellan con cinta de carroceros. De estos dos recipientes, uno de ellos se coloca en condiciones de luz y otro se introduce en un espacio cerrado en el que no incide la luz (condiciones de oscuridad). Estos dos vasos se emplean como control en el experimento para estudiar cómo se produce la germinación y el desarrollo de plántulas de guisante.
- 4) Posteriormente, se cortan rodajas de los plátanos en distinto estado de maduración y se colocan en una especie de cestitas de papel de aluminio. Estas cestitas se colocan en

Una propuesta para la experimentación en el laboratorio y análisis del efecto de una práctica de laboratorio en alumnos de 1º de Bachillerato

cada uno de los tres vasos restantes unidas a los extremos de la pared del recipiente con cinta de carrocer.

- 5) Finalmente, los vasos se cierran y sellan al igual que en el procedimiento anterior y se guardan de la siguiente forma:
 - Plátano inmaduro y recipiente en oscuridad.
 - Plátano maduro y recipiente en condiciones de iluminación.
 - Plátano maduro y recipiente en oscuridad.
- 6) Cuando pase una semana se analizarán los resultados tras la germinación y el desarrollo de las plántulas.

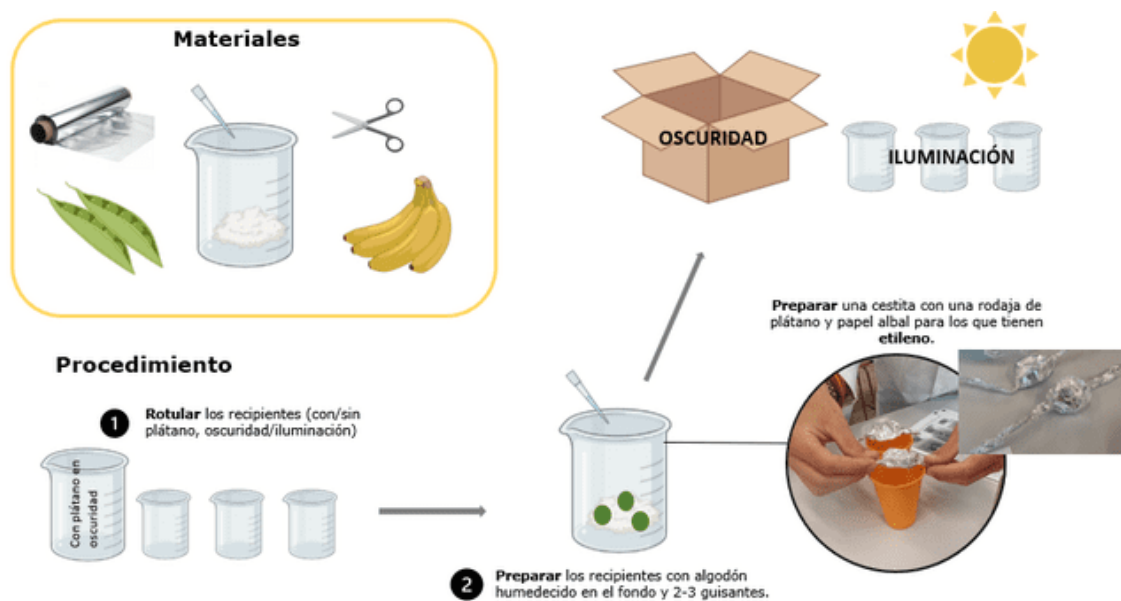


Tabla 1. Diseño del experimento de los diferentes recipientes empleados.

	Sin plátano	Plátano inmaduro	Plátano maduro
Iluminación	v1 (control)	v3	v4
Oscuridad	v2 (control)		v5



Actividades para el informe

1. Compara las plántulas control v1 y v2. Anotas las diferencias (longitud, coloración, etc.) que observas debidas a la ausencia o presencia de luz.

Tabla 2. Diferencias observadas entre los controles v1 (condiciones de oscuridad) y v2 (condiciones de iluminación).

Control v1 (oscuridad)	Control v2 (luz)

2. Ahora compara los resultados obtenidos en los vasos v3, v4 y v5. ¿A qué se deben las diferencias que observas con las plántulas control? ¿Son iguales las plántulas germinadas en los tres recipientes? ¿Crees que influye el grado de maduración del plátano sobre el desarrollo de las plántulas estudiadas?
3. Para finalizar el experimento no te limites simplemente a observar los resultados, saca las plántulas de los recipientes v1, v3 y v5 y mide la longitud y el grosor. Con las medidas tomadas, discute a que se deben las diferencias obtenidas.

Referencias bibliográficas:

Acebes, J.L., Centeno, M. L., Encina, A. y García-Angulo, P. (2019). *Experimentos fascinantes con plantas*. Servicio de Publicaciones de la Universidad de León.

Ortuño Tomás, A. M., Díaz Expósito, L., & Del Río Conesa, J. A. (2015). Evolución de la Fisiología Vegetal en los últimos 100 años. *Eubacteria*, n°34, 2015.

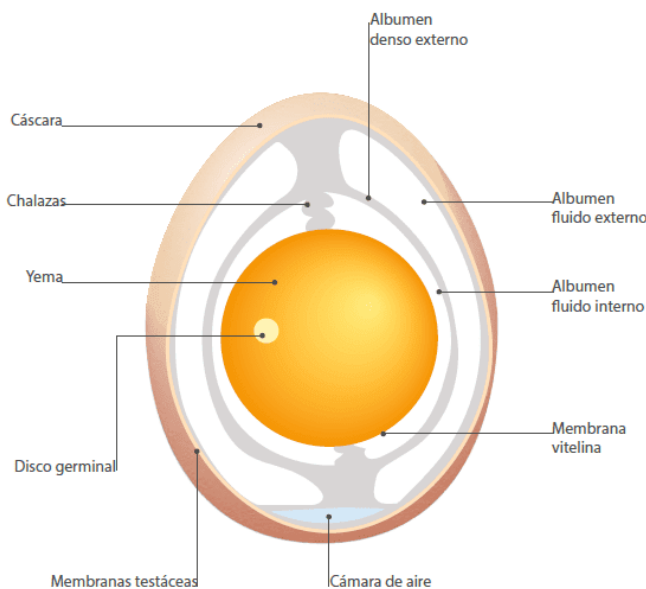
Azcón-Bieto J, Talón M. (2000). *Fundamentos de Fisiología Vegetal*. McGraw-Hill Interamericana. Madrid

SA2. Análisis y estudio de las estructuras de un huevo de gallina y su aplicación en la producción de vacunas.

Fundamento teórico

2. Análisis y estudio de huevos

Se encuentra constituido por:



1. Cáscara.

Cubierta externa de un huevo. Se trata de una matriz compuesta mayoritariamente por carbonato de calcio. Es de naturaleza porosa y permite la difusión de gases a través de ella, pero impide el paso de patógenos como bacterias.

2. Cutícula

Capa protectora de queratina que cierra los poros, pero permite el intercambio gaseoso.

3. Chalazas.

Son cordones densos de clara (albumen) que permiten mantener a la yema en el centro de la estructura y la anclan a los extremos de la cáscara.

4. Cámara de aire.

Espacio que se forma por contracción del albumen tras la puesta. Se encarga de forzar la separación de las membranas y sufre un aumento con el paso del tiempo. Por ello, el tamaño de la cámara de aire podrá servir como un indicador de la frescura de los huevos.

5. Membranas testáceas (interna y externa).

Una propuesta para la experimentación en el laboratorio y análisis del efecto de una práctica de laboratorio en alumnos de 1º de Bachillerato

En la cara interna de la cáscara y son parte de las barreras defensivas del huevo contra la contaminación, siendo la membrana interna más fina que la externa.

6. Clara o albumen.

Supone alrededor del 60% del peso del huevo y está compuesta de cuatro capas que forman el denominado saco albuminoideo, cuya función es proteger a la yema.

7. Yema o vitelo.

El vitelo es la parte del citoplasma del cigoto que contiene elementos nutritivos tales como lípidos (fundamentalmente), vitaminas, minerales y proteínas.

8. Disco germinal.

Se encuentra constituido por el núcleo celular antes de ser fecundado y es donde comienza a desarrollarse el embrión cuando se produce la fecundación. Al inicio, se encuentra muy reducido y se observa como un pequeño punto de color blanquecino en la yema.

3. Producción de vacunas empleando huevos de gallina.

Para reproducir los procesos infecciosos que realizan los virus han resultado muy útiles sistemas vivos completos (animales como ratas y ratones) o sistemas de cultivos celulares.

Un sistema *in vivo* que ha resultado de gran utilidad es el uso de huevos de gallina embrionados para la inoculación de distintos tipos de **virus**. De esta forma, dependiendo del tipo de virus que se estudia, se empleaban las distintas partes del huevo para su inoculación: embrión, amnios, albúmina, membranas extraembrionarias...

En concreto, el uso de huevos embrionados ha sido un sistema empleado a gran escala para la **producción de vacunas** frente al virus *Influenza*, causante de la gripe en humanos. El uso de huevos se emplea para la generación tanto de vacunas inactivadas (presentan el patógeno inactivo) como vacunas atenuadas (presentan un patógeno debilitado que estimula una respuesta inmune, pero es incapaz de producir la enfermedad).

Proceso de producción:

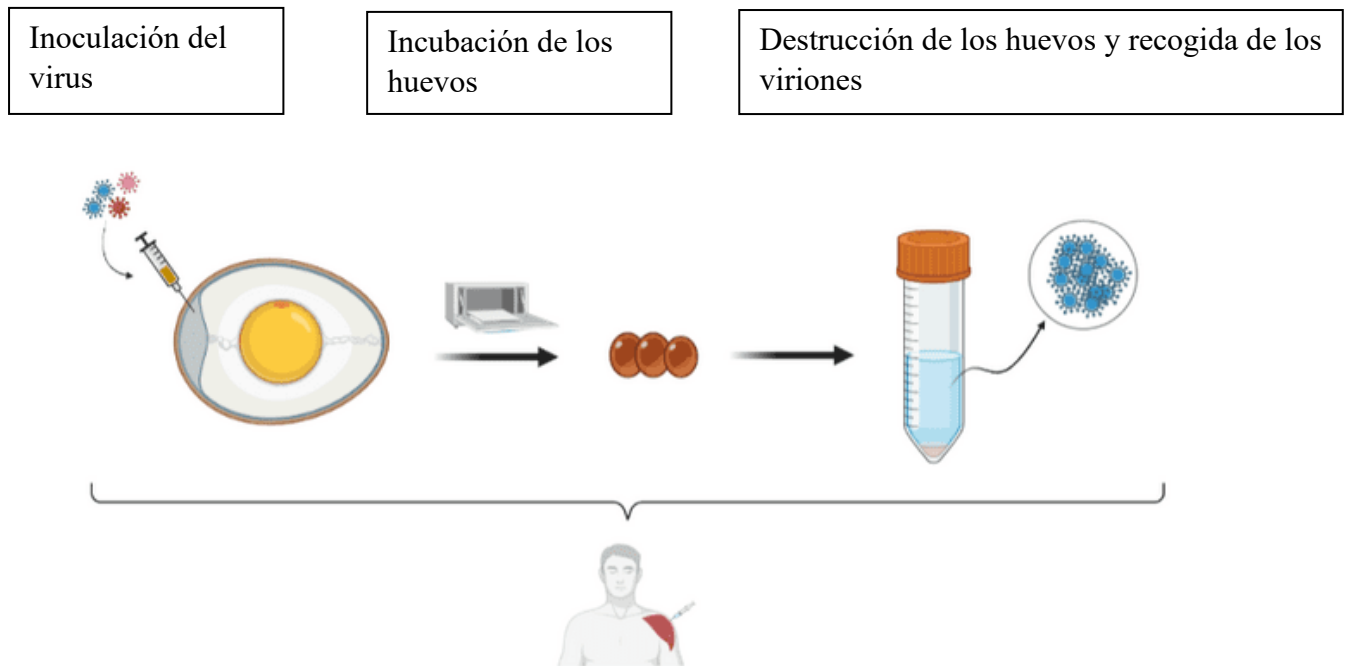


Figura 1. Proceso de producción de vacunas empleando huevos. (Elaborado con Biorender)

Objetivos

- Conocer la morfología externa, la estructura interna y la composición del huevo de las aves.
- Relacionar las estructuras observadas durante la realización de las prácticas con la estructura del óvulo en otros animales.
- Comprender la función de las distintas partes del huevo.
- Practicar técnicas de disección.

Materiales

Huevos de gallina
Pinzas
Lancetas
Tijeras
Placas Petri
Solución de azul de metileno
Jeringuillas

Lupa binocular

Procedimiento

1

Observación de las estructuras del

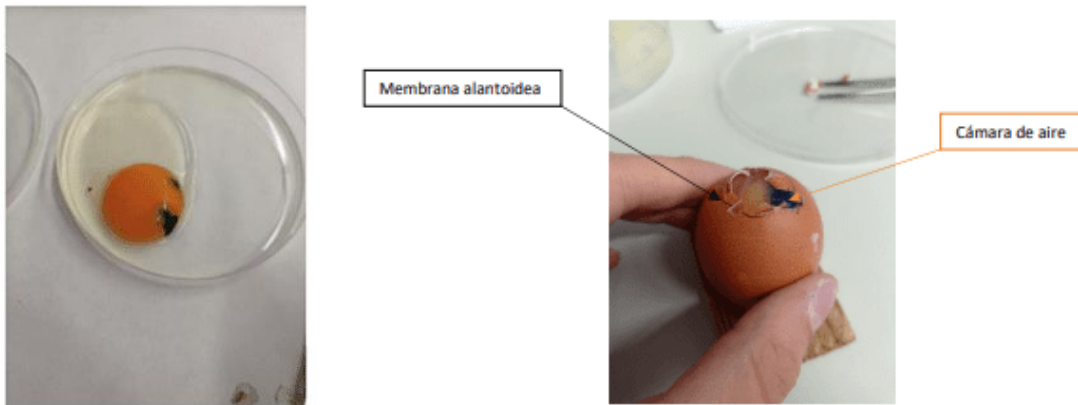
1. Observa la morfología externa del huevo, verás que tiene una parte más apuntada que otra.
2. Empleando las tijeras y unas pinzas abre un pequeño orificio en la cáscara, tratando de no romper las membranas internas.
3. Coloca un trozo de cáscara bajo la lupa, y observa los poros de la superficie.
4. Rompe con cuidado el huevo y extrae la yema y la clara. Observa que en la superficie de la yema se observa un área blanquecina con forma circular que se corresponde al disco germinativo. Además, comprueba la presencia de la membrana vitelínica que rodea la yema.
5. En la clara, observa que aparecen dos zonas de distinta densidad y unas estructuras fibrosas y blanquecinas que van desde la yema hasta los dos polos opuestos del huevo, llamadas chalazas.

2

Simulación de inoculación en el huevo

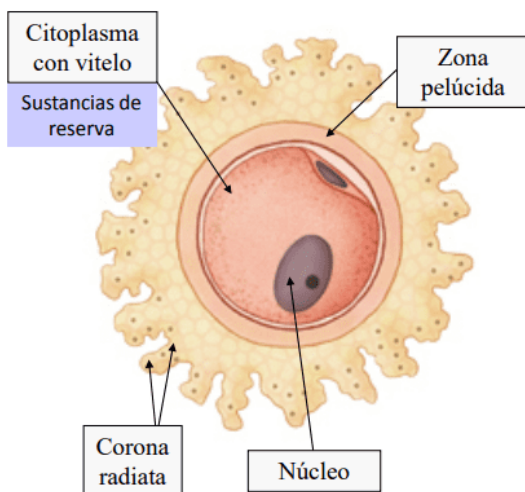
1. Localiza la cámara de aire y marca su contorno con un rotulador.
2. A continuación, marca un punto que se encuentre a una distancia aproximada de 1-1,5 cm de la cámara de aire y comienza a perforar la cáscara en dicho punto con la ayuda de una lanceta.
3. Lleva a cabo la inoculación de la solución a través del orificio con la ayuda de una jeringa. En este caso, se pretende inocular el colorante azulado en la cavidad alantoidea, una región situada cerca de la yema. Además, es importante tratar de inyectar el contenido de la jeringuilla con una inclinación de 45°.
4. Finalmente, romper el huevo e ir eliminando las distintas capas con ayuda de las pinzas y tijera. Verter el interior del huevo sobre un recipiente para visualizar en qué zona se ha efectuado la inoculación.

Una propuesta para la experimentación en el laboratorio y análisis del efecto de una práctica de laboratorio en alumnos de 1º de Bachillerato



Actividades para el informe

1. Toma una imagen del huevo tras la disección e indica las distintas partes y su función. Anota qué otras estructuras (membranas) se observarían en un huevo fecundado.
2. Compara las similitudes que observas entre el huevo de gallina y el óvulo de otros animales estudiados en clase. Indica las diferencias y a qué se deben.



3. Haz una foto a tu huevo tras la inoculación del colorante. Comenta cuáles pueden ser las ventajas que ofrece un huevo como sistema para producir vacunas.

Referencias bibliográficas:

Miedes, E. (2010). *Observación de un huevo de gallina*. Recuperado de: <https://www.cac.es/cursomotivar/resources/document/2010/10.pdf>

Rodríguez, J. M. B., & Martí, M. C. (2008). Estado actual de las vacunas frente a la gripe pandémica. *Enfermedades Infecciosas y Microbiología Clínica*, 26, 78-85.

SA3. Preparación de yogur, aislamiento y observación de bacterias ácido-lácticas.

Fundamento teórico

Proceso de fabricación de yogur e importancia de las bacterias

Las **bacterias** son microorganismos **procariotas** unicelulares que poseen una rígida pared celular. No presentan membrana nuclear y su material genético se organiza formando un cromosoma único. Según su forma, se distinguen diferentes tipos de bacterias, siendo las fundamentales:

- Bacilos: bastones con forma alargada.
- Vibrios: forma de coma.
- Espirilos: forma helicoidal.
- Cocos: forma esférica.

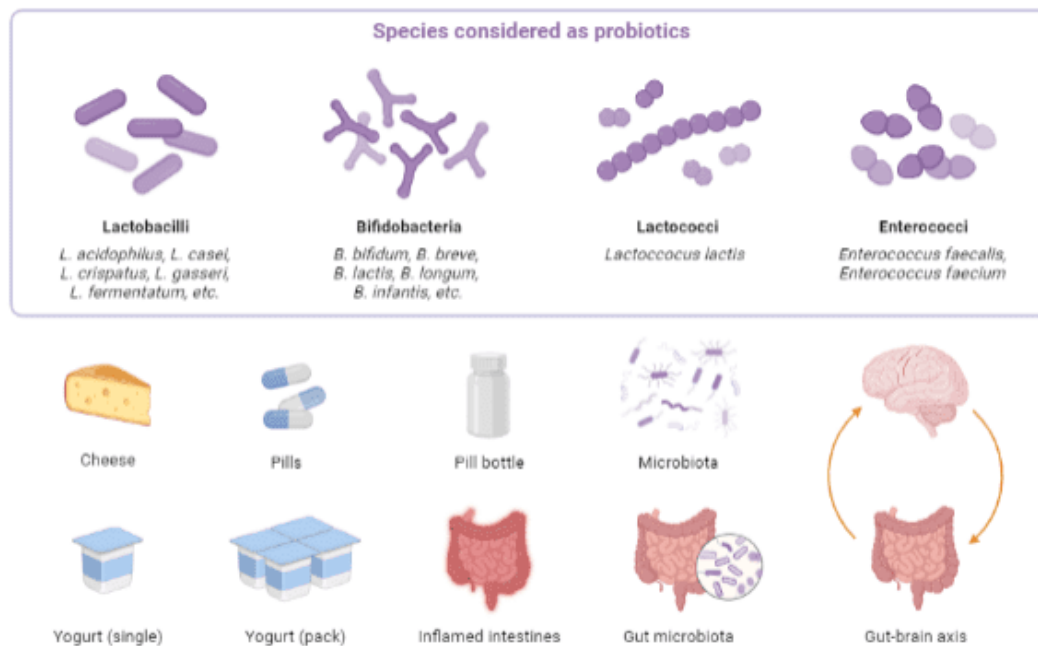
El **yogur es un producto lácteo** obtenido a partir de la **fermentación** de la leche. En este proceso, participan bacterias pertenecientes a géneros como *Lactobacillus*, *Streptococcus* y *Bifidobacterium* (Figura 1). Además, se considera que estas bacterias son **probióticas** puesto que forman parte de la microflora intestinal y proporcionan una serie de beneficios al organismo, como mejorar los procesos de digestión o estimular al sistema inmunitario y evitar la infección por bacterias patógenas.

El proceso de producción de yogur se remonta a tiempos muy antiguos, hace miles de años. En la actualidad, supone uno de **los procedimientos más importantes de la industria alimenticia** y en su producción intervienen profesionales de campos como la bioquímica, biotecnología, microbiología e ingeniería química, entre otros.

Para la fermentación, las bacterias emplean **como fuente de energía la lactosa de la leche** (azúcar) y **liberan ácido láctico** como producto final de desecho. La liberación de este ácido produce una disminución del pH, y las proteínas de la leche precipitan, de tal forma que se origina esa especie de **textura de gel**.

Una propuesta para la experimentación en el laboratorio y análisis del efecto de una práctica de laboratorio en alumnos de 1º de Bachillerato

Figura 1. Bacterias presentes en el yogur con su forma característica y los lugares donde se encuentran



Objetivos

- Observación de células procariotas.
- Desarrollar distintas técnicas citológicas de laboratorio.
- Comprender la utilidad de las bacterias en múltiples procesos industriales.

Materiales

Para la elaboración de yogur:

- Yogurtera
- Yogur comercial (1)
- Leche (1 litro)
- Recipientes de vidrio
- Leche desnatada en polvo (35 gramos, opcional)

Para la observación de las bacterias:

- Microscopio óptico
- Porta y cubreobjetos
- Pinzas de madera
- Mechero de alcohol
- Yogur
- Azul de metileno
- Asa de siembra (opcional)
- Botella de agua

Procedimiento

A) Procedimiento para la elaboración de yogur.

Una propuesta para la experimentación en el laboratorio y análisis del efecto de una práctica de laboratorio en alumnos de 1º de Bachillerato

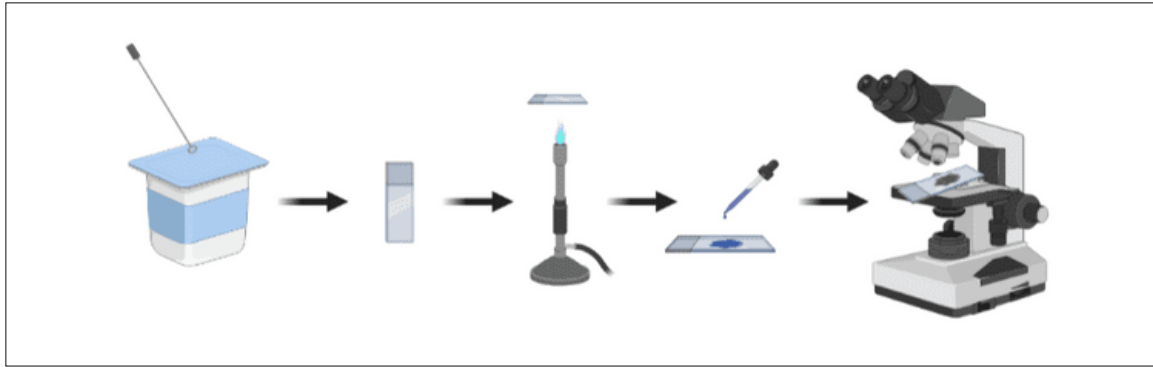
- 1- Añadir al recipiente con un litro de leche el yogur comercial y la leche en polvo (opcional), y mezclar todos los ingredientes.
- 2- Repartir en los recipientes de vidrio la mezcla elaborada.
- 3- Introducir los recipientes en la yogurtera y esperar hasta que el yogur haya cuajado (aproximadamente 6 horas).
- 4- Finalmente, guardar los yogures en un espacio refrigerado hasta su consumo.

B) Observación de bacterias al microscopio.

- 1- Deposita una gota de agua destilada sobre el portaobjetos.
- 2- Toma una muestra del líquido del yogur comercial (empleado en la fabricación de yogur). Para ello, puedes emplear un asa de siembra previamente esterilizada.
- 3- Extiende la muestra en la gota de agua y arrastra por el portaobjetos, técnica conocida como frotis.
- 4- Seca la preparación colocándola sobre la llama del mechero en periodos de tiempo muy breves para evitar que entre en ebullición y se queme. Sujeta el portaobjetos con unas pinzas de madera.
- 5- Vierte sobre la preparación unas gotas de azul de metileno y espera alrededor de dos minutos.
- 6- Elimina el exceso de colorante empleando papel de filtro y coloca sobre la preparación el cubreobjetos.
- 7- Observa al microscopio óptico la preparación, comenzando con los aumentos más pequeños.

Figura 2. Diagrama que representa el proceso de aislamiento y observación de las bacterias (1: obtención de la muestra, 2: extensión en el portaobjetos, 3: secado, 4: adición de azul de metileno, 5: observación).

Una propuesta para la experimentación en el laboratorio y análisis del efecto de una práctica de laboratorio en alumnos de 1º de Bachillerato

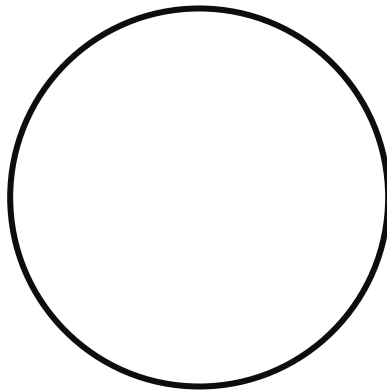


(Elaborado con Biorender)



Actividades para el informe

4. Haz un dibujo de tu observación al microscopio y señala qué tipo de bacterias observas.



5. Haz una valoración del yogur que has fabricado anotando su textura, coloración, olor y sabor en comparación con el yogur comercial.

Característica	Yogur comercial	Yogur casero
Textura		
Coloración		
Olor		

Una propuesta para la experimentación en el laboratorio y análisis del efecto de una práctica de laboratorio en alumnos de 1º de Bachillerato

Acidez		
Sabor		

6. ¿Qué papel realizan las bacterias en la fabricación de yogur? Investiga...y explica otro proceso de la industria alimentaria en el que se empleen bacterias.

Referencias bibliográficas:

Pérez Pérez, R., & Trinidad Díaz, R. E. (2022). Manual para el aislamiento y caracterización de bacterias ácido-lácticas.

González Pérez, J. M. (2010). Hacer yogur de forma fácil y barata: elaborar yogur en el colegio para compartir con las familias. *El Bucio: revista digital del CEP Tenerife Sur*.

Muñoz Campos, V. (2021). Aprendizaje del cambio químico y desarrollo de prácticas científicas en una secuencia de enseñanza-aprendizaje para Educación Secundaria Obligatoria en el contexto del consumo y elaboración del yogur

SA4. Simulación de una secuencia estratigráfica con cajas de zapatos

Fundamento teórico

Secuencias estratigráficas e historia geológica

La estratigrafía es una rama de las ciencias geológicas encargada de la descripción, identificación y secuencia de los distintos estratos constituidos por rocas sedimentarias y/o metamórficas.

Objetivos

- Comprender cómo se elaboran las columnas estratigráficas.
- Clasificar los distintos tipos de rocas según su naturaleza.
- Datar de forma relativa cada uno de los estratos (cajas) en función de los fósiles guía que presenta.
- Comprender cómo se reconstruye la historia geológica de una determinada zona (condiciones de sedimentación, tipo de ambiente, etc.)

Materiales

- Cajas de zapatos con los fósiles y las rocas, o en su defecto imágenes de ambos (organizado por el docente).
- Clave con los principales fósiles de cada periodo o era, sus características y el ambiente en el que vivían.
- Cuaderno para escribir la historia geológica y un dispositivo para realizar fotografías durante la sesión.

Procedimiento

- 1) El docente proporciona a los alumnos las cajas en cuyo interior se encuentran los distintos fósiles y rocas.
- 2) Los alumnos deben datar de forma relativa cada una de las cajas (estratos) en función de los fósiles que presenta y realizar la columna estratigráfica, colocando unas cajas encima de otras de mayor antigüedad a menor.

Una propuesta para la experimentación en el laboratorio y análisis del efecto de una práctica de laboratorio en alumnos de 1º de Bachillerato

- 3) Reconstruir la historia geológica de la zona, indicando las condiciones de sedimentación, discordancias, el ambiente, etc.

Referencias bibliográficas:

Gracia, R. y Boronat, D. (2009). La bioestratigrafía: Simulación de una serie estratigráfica. Recuperado de:

<https://www.cac.es/cursomotivar/resources/document/2009/25.pdf>

Mileto, C., & Vegas, F. (2010). El análisis estratigráfico: una herramienta de conocimiento y conservación de la arquitectura. In Actas del congreso Arqueología aplicada al estudio e interpretación de edificios históricos. Últimas tendencias metodológicas. Ministerio de Cultura, Subdirección General Técnica de Publicaciones, Información y Documentación, Madrid, España (pp. 145-158).

Una propuesta para la experimentación en el laboratorio y análisis del efecto de una práctica de laboratorio en alumnos de 1º de Bachillerato

Caja nº1



Caja nº2



Caja nº3



Caja nº4



Caja nº5



SA5. Prácticas sobre fisiología animal y anatomía comparada

Fundamento teórico

Disección de un cangrejo de río

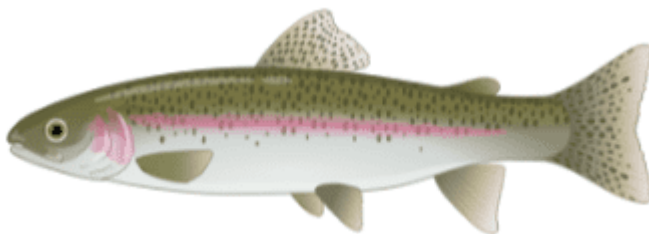


Los crustáceos son un grupo importante de **artrópodos** (invertebrados) principalmente acuáticos que presentan artrópodos articulados. El grupo de crustáceos más conocido y evolucionado es el de los **Decápodos**, que presentan diez patas. A este grupo pertenece, entre otros, el cangrejo de río, así como otros muchos crustáceos muy apreciados en la gastronomía (bogavante, langosta, etc.). En la actualidad, son de gran interés para la pesca y la acuicultura.

En la práctica, diseccionaremos individuos de la especie americana (*Procambarus clarkii*), introducida por el humano en los ríos del territorio nacional.

Disección de un pez óseo (trucha)

Los peces son un grupo de **vertebrados** acuáticos que habitan tanto medios de agua dulce como marina. El cuerpo se encuentra dividido en tres partes: cabeza, tronco y cola. El cuerpo de los peces óseos presenta en su interior un eje esquelético dorsal constituido por huesos cortos que



recibe el nombre de columna vertebral. La piel de los peces se encuentra recubierta por escamas.

En la cabeza se encuentran los opérculos, que cierran las cámaras braquiales que albergan las **branquias internas**, encargadas del intercambio gaseoso. La respiración es braquial, de tal forma que el agua penetra a través de la boca y sale por las hendiduras del opérculo. El corazón es ventral y cuentan con

Una propuesta para la experimentación en el laboratorio y análisis del efecto de una práctica de laboratorio en alumnos de 1º de Bachillerato

una vejiga natatoria, que asegura la flotabilidad. Por último, presentan dos riñones que se encargan de la excreción.

Diseción de **un calamar** o similar (pota, potón)

El calamar pertenece al grupo de los moluscos **cefalópodos**, **animales invertebrados** que habitan medios marinos. Pertenecen a este grupo también otros animales como pulpos y sepias.

Los moluscos presentan un pie característico que en el caso de los cefalópodos se encuentra junto a la cabeza y aparece diversificado en múltiples apéndices o tentáculos (diez apéndices en el caso de los calamares) que presentan ventosas.



Los calamares presentan un cuerpo blando con una forma muy característica adaptada para cazar pequeños peces y otros animales de los que se alimenta. La masa visceral se encuentra debajo de un manto constituido por una pared muscular. En una abertura del manto, se encuentran **las branquias internas** encargadas del intercambio gaseoso, y las aberturas de los sistemas reproductor, digestivo y excretor.

Además, los cefalópodos destacan por presentar **el sistema nervioso más desarrollado** y evolucionado de todos los invertebrados. Presentan un cerebro bastante complejo, formado por un anillo nervioso alrededor del esófago que confiere una gran inteligencia a estos organismos.

Objetivos

- Comprender las principales diferencias entre vertebrados e invertebrados.
- Comprender las diferencias evolutivas entre los distintos grupos animales.
- Identificar las características de crustáceos, peces y cefalópodos (moluscos).
- Comparar la anatomía de los distintos grupos de animales.

Materiales

Para la disección:

- Cubeta de disección
- Calamar, pota o similares
- Trucha o pez similar
- Cangrejo de río americano (machos y hembras)
- Tijeras
- Aguja enmangada
- Pinzas
- Papel de filtro
- Lupas binoculares
- Portaobjetos y cubreobjetos
- Microscopio óptico

Para la práctica sobre el tiempo de reacción:

- Dos reglas (30 cm)
- Antifaz o pañuelo para cubrirse los ojos
- Calculadora
- Cuaderno para anotar los resultados

Procedimiento para la disección del cangrejo de río

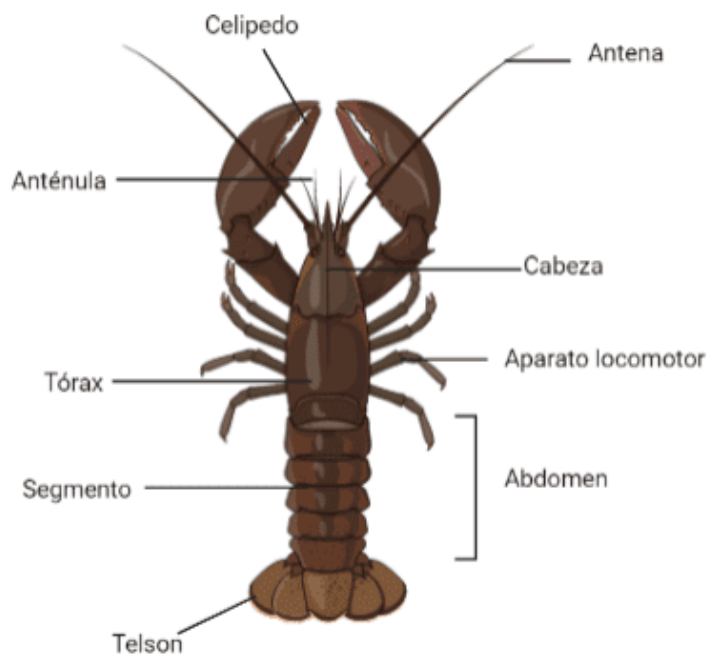
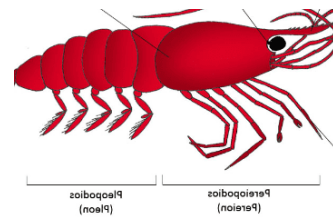


Figura. Partes externas del cangrejo de río. (Elaborado con Biorender).

Observar **las partes externas** del cuerpo, el cefalotórax (pereion) y el abdomen (pleon).

Observa los apéndices del cuerpo, su forma y la disposición.

*Identificar los pereiópodos y los pleópodos.



Observa los segmentos del abdomen.

Observa los orificios de las glándulas antenales o verdes, las dos antenas y los ojos compuestos.

Una propuesta para la experimentación en el laboratorio y análisis del efecto de una práctica de laboratorio en alumnos de 1º de Bachillerato

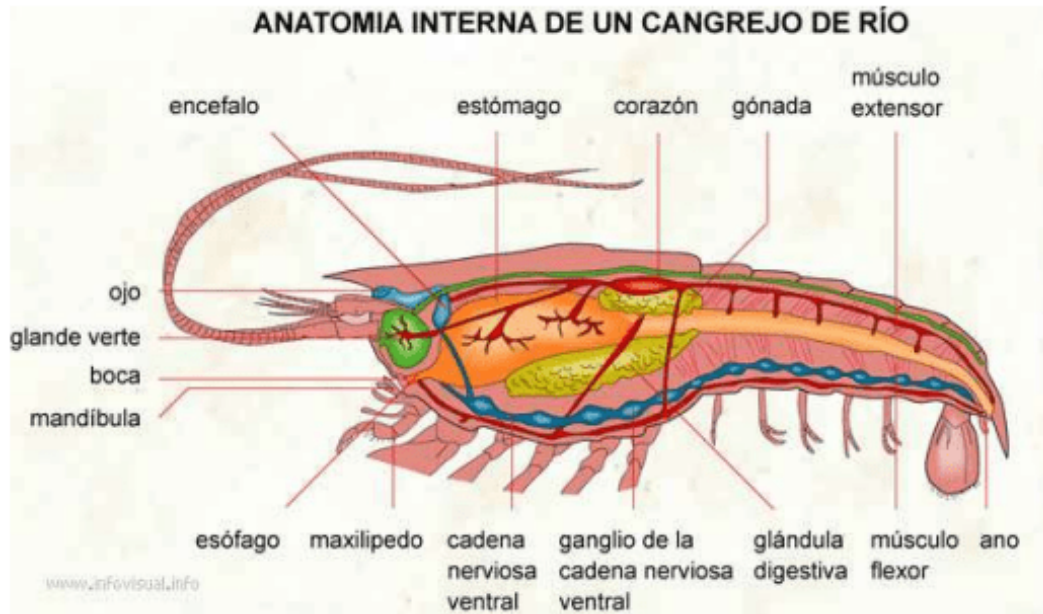
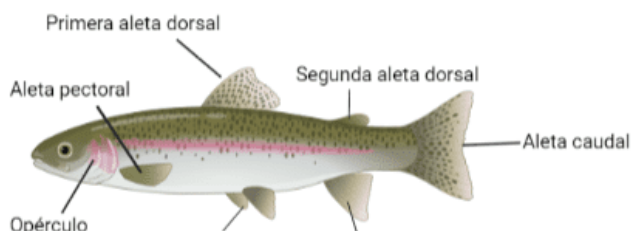


Figura. Anatomía interna de un cangrejo de río. Recuperado del Diccionario Visual:
<https://infovisual.info/es/biologia-animal/anatomia-interna-de-un-cangrejo-de-rio>.

- 1) Colocamos el cangrejo con el vientre hacia abajo y cortamos el exoesqueleto del tórax empezando por la zona inferior (se encuentra en contacto con el abdomen).
- 2) Levantamos la zona de la cutícula cortada y podemos observar las branquias internas y el aparato digestivo.
- 3) Observa que al mover las patas también se mueven las branquias.
- 4) A simple vista, también podrás observar el corazón con forma romboidal, el hígado (debajo del corazón) y el aparato reproductor.
- 5) Realiza una incisión en la zona alta del cefalotorax y observa las glándulas antenales o verdes, encargadas de la excreción.
- 6) Realiza, nuevamente, dos cortes paralelos en el tórax cubriendo todos los segmentos. Posteriormente, realiza un corte transversal y levanta la cutícula.
- 7) En esta zona, podrás observar el vaso dorsal (sistema circulatorio) y el intestino.

Procedimiento para la disección de una trucha o similar



8. Anatomía externa de una trucha (*Salmo trutta*). (Elaborado con Biorender).

1. Localiza las estructuras de la anatomía externa más importantes.
2. Corta el **opérculo** y visualiza las **branquias internas**, características de este tipo de animales.

Una propuesta para la experimentación en el laboratorio y análisis del efecto de una práctica de laboratorio en alumnos de 1º de Bachillerato

3. Trata de recortar un lado del animal realizando un corte horizontal desde la aleta pectoral hasta la zona anal, luego un corte vertical hasta el ano y después un corte paralelo al primero. Elimina la zona de musculatura y quedarán las vísceras visibles.
4. Observa los distintos órganos y estructuras internas del animal.
5. Extrae las branquias y observa al microscopio óptico estas estructuras.

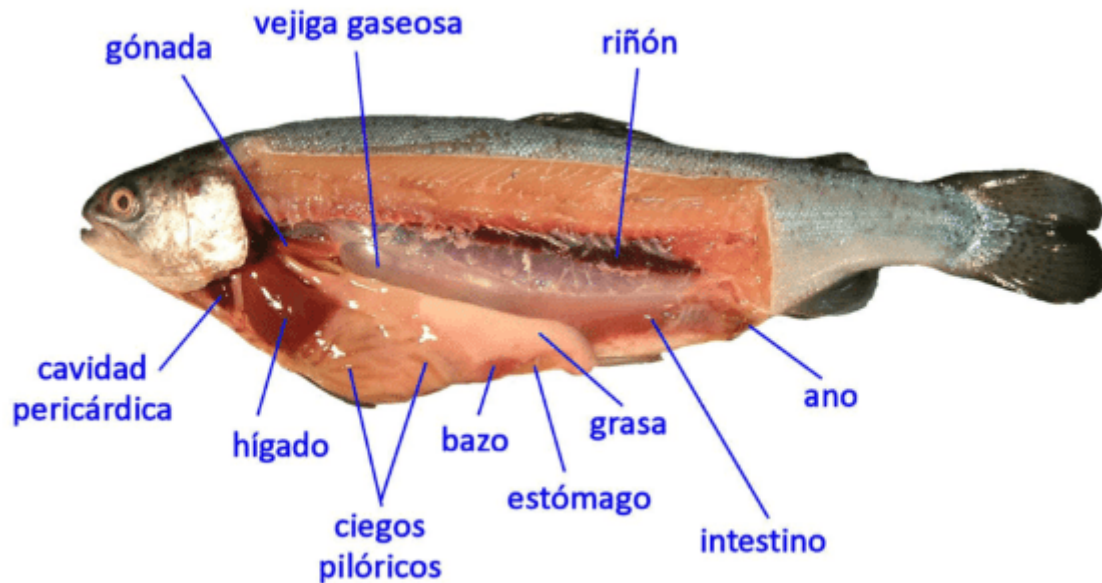
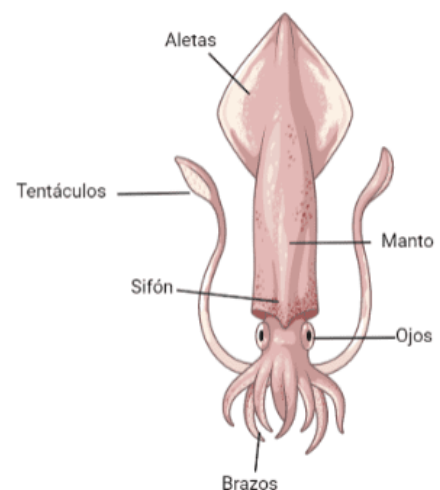


Figura. Anatomía interna de una trucha (*Salmo trutta*). (Moreno *et al.*, 2012)

Procedimiento para la disección de un calamar o similar

En primer lugar, analiza la anatomía externa del animal:

- 1) Observa sus tentáculos e indica las diferencias que observas entre ellos.
- 2) Corta un tentáculo, separa alguna ventosa y comprueba que se adhieren a las superficies.
- 3) Localiza la boca entre los tentáculos. Al abrirla, podrás visualizar las mandíbulas.
- 4) Extrae los ojos y haz presión para que salga el cristalino. Los ojos de los cefalópodos están bastante desarrollados para ser moluscos.
- 5) En la zona ventral, se encuentra una estructura en forma de tubo corto que recibe el nombre de sifón y



9. Anatomía externa de un calamar. (Elaborado con Biorender)

Una propuesta para la experimentación en el laboratorio y análisis del efecto de una práctica de laboratorio en alumnos de 1º de Bachillerato

tiene una función propulsora para moverse a gran velocidad, por la que expulsa, además de agua, la tinta y los desechos. Como dato curioso, se han registrado calamares que alcanzan los 30 km/hora.

- 6) Extrae con ayuda de las pinzas la concha interna del calamar y observa la estructura que presenta, denominada pluma.
- 7) Una estructura muy característica de muchos cefalópodos, como el calamar, es la bolsa de tinta localizada cerca del sifón.
- 8) En referencia al sistema respiratorio y vascular, se distinguen las branquias, los corazones branquiales y el corazón sistémico. Los corazones branquiales se encuentran en la parte superior de las branquias y presentan un color amarillento. Por su parte, el corazón sistémico se encuentra entre ambos corazones branquiales.
- 9) En cuanto al aparato digestivo y excretor se encuentra el hígado con forma rectangular, el estómago con forma ovalada y dos nefridios.

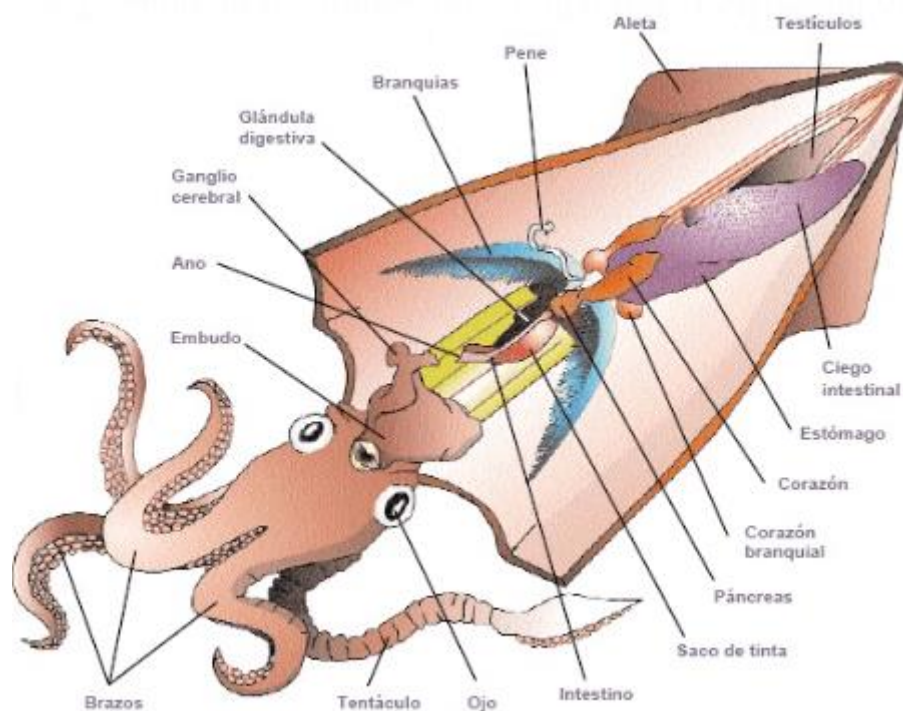


Figura. Anatomía interna de un calamar. Recuperado de: <http://irenebyg.blogspot.com/2017/02/laboratorio-disecion-de-un-cefalopodo.html>.



Actividades para el informe

1. En referencia a **la disección de la trucha:**
 - a) ¿Los peces tienen dientes y lengua?
 - b) Si un pez nadara con la boca cerrada, ¿podría sobrevivir?

2. Haz un dibujo de la anatomía interna y externa de los tres animales diferentes. Compara los distintos aparatos y funciones y señala como son los sistemas circulatorio, respiratorio, digestivo y excretor.

Referencias bibliográficas:

Moreno, A. G., Outerelo, R., Ruiz, E., Aguirre, J. I., Almodóvar, A., Alonso, J. A., ... & Cano, J. (2012). Prácticas de Zoología. Estudio y diversidad de Tunicados, Cefalocordados y Vertebrados peces. Disección de la trucha. REDUCA (Biología), 5(3).

Ballesteros Cabezas, A. (2021). Programación Didáctica para el Área de Ciencias de la Naturaleza en el 5º curso de Educación Primaria.

Raso, J. E. G. (2004). Disección de un cangrejo. In *Curso práctico de entomología* (pp. 871-888). Asociación Española de Entomología.

Silva, J. G. (2018). El material natural en la Biología escolar. Consideraciones éticas y didáctica sobre las actividades prácticas de laboratorio. *Revista Eureka sobre Enseñanza y Divulgación de las Ciencias*, 15(1), 1-19.

Suárez, G. R., & Márquez Arabia, J. J. (2020). Tiempo de reacción y acción visual en laboratorio y campo, en atletas de karate y taekwondo. *Educación Física y Deporte*, 39(2), e8.

SA6. Análisis y prevención de riesgos naturales. Las inundaciones en la provincia de Burgos

Fundamento teórico

Gestión del riesgo de inundación

Las inundaciones son los accidentes naturales que más daños producen en nuestro territorio. Hay datos estadísticos que reflejan unas pérdidas de 800 millones de euros anuales debido a las inundaciones.

Las inundaciones pueden ser de varios tipos, distinguiéndose inundaciones pluviales, fluviales, costeras o por fallos de infraestructuras hidráulicas. Algunas de estas inundaciones son repentinas y se deben a precipitaciones muy intensas en breves periodos de tiempo. Éstas últimas producen una gran cantidad de daños y resultan poco previsibles, pero existen determinados puntos o zonas que presentan un riesgo más elevado por sus características.

Existen diferentes aplicaciones y herramientas en Internet que permiten detectar las zonas que presentan un mayor riesgo de inundación. Por tanto, la cartografía puede resultar muy útil para informar sobre el riesgo de inundación, estimar los daños asociados, decidir las medidas que pueden tomarse y ayudar a elaborar planes específicos.

La medida de riesgo de inundación se establece teniendo en cuenta tres criterios:

- 1) La peligrosidad de esas inundaciones.
- 2) El uso que se está dando al suelo potencialmente inundable; es decir, si hay una población asentada, el patrimonio cultural, las actividades que se desarrollan, etc.
- 3) El valor económico que puede suponer ese riesgo.

Objetivos

- Determinar el riesgo de inundación en una zona determinada de la provincia de Burgos (a elección de los alumnos).
- Desarrollar la competencia digital, plasmando los resultados obtenidos en un informe.
- Conocer las distintas herramientas digitales que existen para prevenir y estudiar los riesgos naturales.

Una propuesta para la experimentación en el laboratorio y análisis del efecto de una práctica de laboratorio en alumnos de 1º de Bachillerato

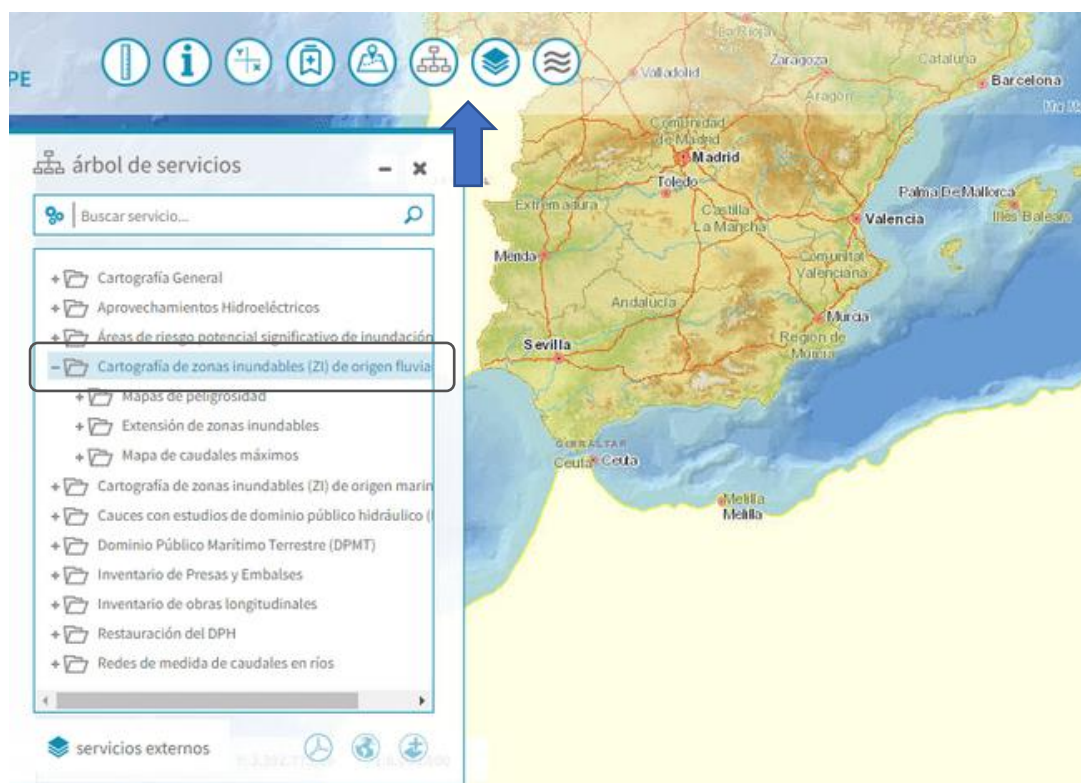
- Comprender por qué existen determinadas zonas o regiones que presentan un riesgo de inundación más elevado que otras.

Materiales

- Ordenador con acceso a Internet.
- Archivo de texto o cuaderno para elaborar el informe sobre el riesgo de inundación.

Procedimiento

- 1) Accede al visor del Sistema Nacional de Cartografía de Zonas Inundables (SNCZI) en el siguiente enlace: <https://sig.mapama.gob.es/snczi/index.html?herramienta=DPHZI>. Localiza la zona en la que se realizará el estudio sobre riesgo de inundación, buscando en el propio mapa o empleando la herramienta **Localizar**.
- 2) Haz clic sobre el botón que pone **Árbol de Servicios**, y verás un listado con todas las capas que se pueden seleccionar



- 3) Selecciona la capa llamada **Áreas de riesgo potencial significativo de inundación** (señalada en la parte superior). Cuando la encuentres, añade esta capa al visor pulsando en el botón de **Añadir Servicio**.
- 4) Añade de igual forma las **capas de peligrosidad e inundación**.

Una propuesta para la experimentación en el laboratorio y análisis del efecto de una práctica de laboratorio en alumnos de 1º de Bachillerato



Figura. Áreas con riesgo de inundación en la ciudad de Burgos seleccionando las capas indicadas.

- 5) Selecciona cada capa para poder activar o desactivar su visualización, consultar la información que contiene...
- 6) Haz un informe final respondiendo a todas las preguntas del guion.



Actividades para el informe

- 1) Compara los mapas obtenidos con $T=10$, $T=100$ y $T=500$. ¿Qué significado tienen? ¿Por qué observas diferencias entre los mapas?
- 2) Trata de informarte acerca de las inundaciones que se han producido en la zona seleccionada, consultando información en la red o mediante el testimonio de personas conocidas.
- 3) Realiza un informe con las principales conclusiones extraídas del análisis e indica cuáles son los puntos de la zona seleccionada con mayor riesgo de inundación y los daños que podrían producirse.

Referencias bibliográficas:

Procedimientos de la ciencia: Gestión de inundación. Elaborado por: Marcos Reguero, A.

Seguido, Á. F. M., & Cantos, J. O. (2021). La enseñanza del riesgo de inundación en Bachillerato mediante Sistemas de Información Geográfica (SIG). El ejemplo del PATRICOVA en la Comunidad Valenciana (España). In *Anales de geografía de la Universidad Complutense* (Vol. 41, No. 2, pp. 431-461). Departamento de Geografía Humana.

Seguido, Á. F. M., & González, X. M. S. (2020). Educar para convivir con el riesgo de inundación. *Estudios Geográficos*, 81(288), e036-e036.

SA7. Detectives de la contaminación

Fundamento teórico

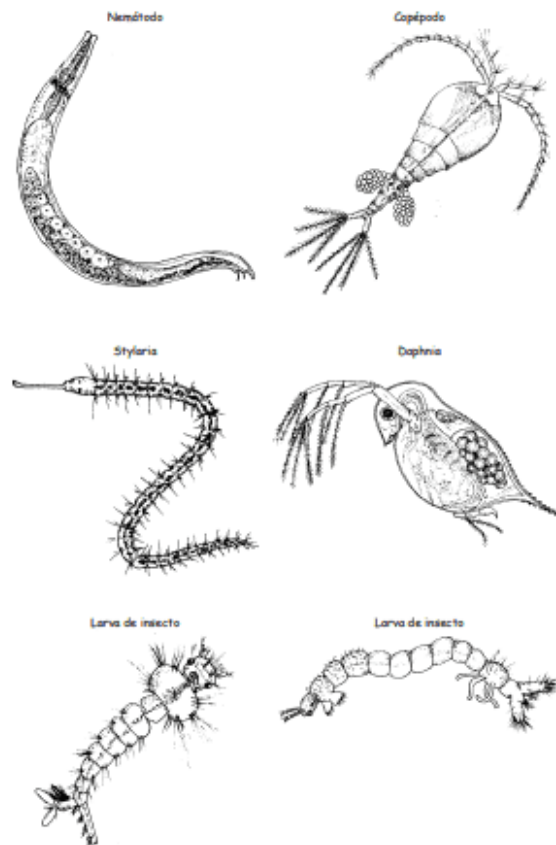
Invertebrados en los ecosistemas acuáticos

Los arroyos, ríos y charcas de agua dulce constituyen ecosistemas con una **gran biodiversidad**. Muchos de estos organismos no se pueden observar a simple vista, ya que son microscópicos. Por ello, la observación de muestras de agua al microscopio nos permite identificar la gran variedad de formas de vida y hacernos una idea de la riqueza biológica de estos medios.

La contaminación de las aguas de origen antrópico (debido a la acción del ser humano) provoca cambios en la comunidad de “animalitos” que habitan estos ecosistemas. Por ello, una de las herramientas que se emplea para medir la calidad de las aguas es el análisis de macro y micro invertebrados y otros microorganismos, ya que la presencia o ausencia de éstos puede indicarnos que las aguas están contaminadas o no. Estos organismos reciben el nombre de **bioindicadores**.

La **principal ventaja de usar organismos como indicadores de la calidad** es que los organismos integran todos los cambios que se producen en el agua por el simple hecho de que es el medio en el que habitan. Por ello, nos muestran directamente lo que sucede en el río sin tener que medir los **parámetros fisicoquímicos** uno a uno.

Uno de los fenómenos de contaminación que se produce con mayor frecuencia en las masas de agua es **la eutrofización**. Este fenómeno aparece por un exceso de nutrientes inorgánicos (nitrógeno o fósforo) y se produce una proliferación descontrolada de **algas**, originando aguas verdes y turbias. Como consecuencia



Una propuesta para la experimentación en el laboratorio y análisis del efecto de una práctica de laboratorio en alumnos de 1º de Bachillerato

disminuye el oxígeno disuelto, lo que afecta a peces, moluscos y artrópodos, originando graves consecuencias.

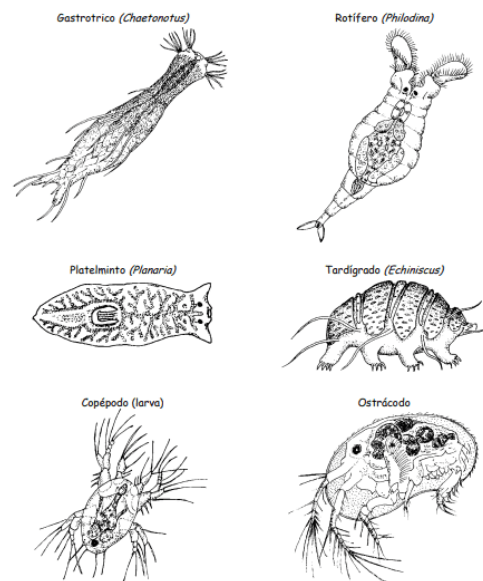


Figura. Aguas con gran cantidad de algas y materia orgánica, eutrofización.

Entre **los principales macroinvertebrados** se encuentran larvas de insectos o ninfas (libélulas, efímeras, moscas y mosquitos), insectos adultos (escarabajos, chinches, zapateros), crustáceos (anfípodos), decápodos (cangrejos de río) ...

En cuanto a **los microorganismos** se distinguen pequeños metazoos de vida acuática como:

- Rotíferos: animales que presentan un continuo movimiento de su estómago masticador y son muy abundantes.
- Gusanos: variados y de diferentes tamaños. Se distinguen nemátodos, planarias y algunos anélidos.
- Moluscos: se distinguen algunos bivalvos, copépodos (con cuerpo segmentado) y dáfnidos (poco segmentados).
- Artrópodos. formas larvianas microscópicas y algunos adultos.



Objetivos

- Estudiar la gran diversidad de organismos que hay en ecosistemas acuáticos.
- Practicar el manejo del microscopio óptico.
- Comprender que la diversidad de invertebrados puede proporcionar información sobre la calidad de las aguas.

Una propuesta para la experimentación en el laboratorio y análisis del efecto de una práctica de laboratorio en alumnos de 1º de Bachillerato

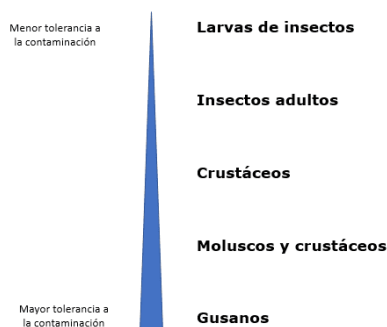
- Estudiar el grado de contaminación de los ríos y ecosistemas acuáticos de la ciudad de Burgos.

Materiales

- Redes y otros dispositivos para el muestreo.
- Fuente de color blanco (bandeja de plástico o recipientes de helado y mantequilla podrían funcionar)
- Cuchara de plástico, cepillo pequeño, pipetas, etc.
- Recipientes (vasos) para clasificar los invertebrados.
- Microscopio óptico, cubreobjetos, portaobjetos y cuentagotas.

Procedimiento para el análisis de bioindicadores

1. Identifica varios lugares con agua para hacer los estudios y poder comparar los resultados.
2. Elabora una lista donde incluyas los organismos más susceptibles a contaminación y los que menos.



3. Detecta la presencia o ausencia de los distintos organismos.

4. Cuanto mayor sea la biodiversidad registrada, mayor será la calidad de las aguas. Asimismo, cuanto mayor sea el número de organismos poco tolerantes, mejor será la calidad de las aguas.

5. Haz una estimación de la abundancia relativa de

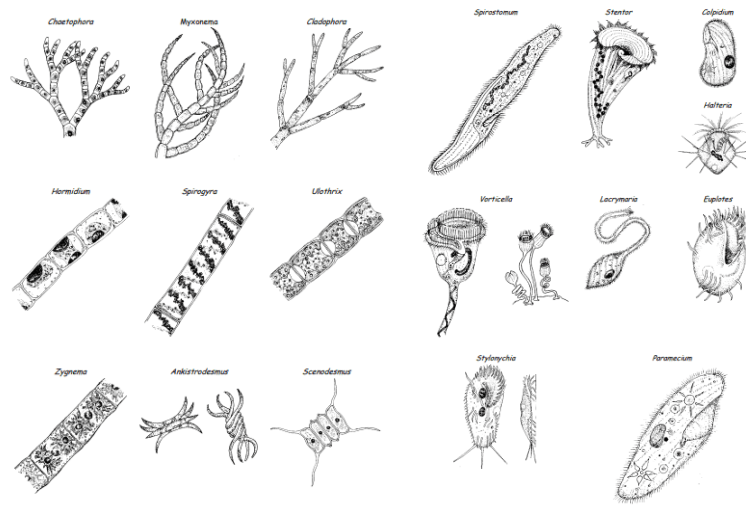
cada grupo u organismo siguiendo esta puntuación:

- 1= sólo un individuo
- 2= entre 2 y 10 individuos
- 3= entre 10 y 50 individuos
- 4= entre 50 y 100 individuos
- 5= más de 100 individuos

6. Ahora en **el laboratorio** extrae de las muestras de agua un poco de líquido. Con un cuentagotas añade una gota del agua al portaobjetos y observa la preparación al microscopio. Trata de identificar distintas especies de microorganismos. Además, de los

Una propuesta para la experimentación en el laboratorio y análisis del efecto de una práctica de laboratorio en alumnos de 1º de Bachillerato

micro invertebrados de los dibujos, podrás encontrar también **ALGAS** (izq.) y **PROTOZOOS** (dcha.):



Actividades para el informe

- 1) Haz un dibujo de tu observación al microscopio y dibuja los distintos microorganismos que se has encontrado:
- 2) Indica el grado de contaminación de cada uno de los lugares estudiados, señalando las especies que has encontrado y su abundancia. Explica las posibles causas y consecuencias del estado de los ríos.
- 3) Relaciona las larvas o ninfas que has encontrado en el río con los individuos adultos de las imágenes. Explica el proceso de desarrollo que ocurre para transformar las larvas en adultos. Puedes incluir imágenes tomadas en el río durante el muestreo de macroinvertebrados.

Referencias bibliográficas:

Álvarez-Arango, L. F. (2005). *Metodología para la utilización de los macroinvertebrados acuáticos como indicadores de la calidad del agua*. Instituto de Investigación de Recursos Biológicos Alexander von Humboldt.

Ladrera Fernández, R., & Rieradevall Sant, M. (2013). Macroinvertebrados acuáticos como indicadores biológicos: una herramienta didáctica. *Ikastorratza. e-Revista de didáctica*.

Villar-Argaiz, M., López Rodríguez, M. J., Corral Arredondo, E., González Olalla, J. M., Carrillo Lechuga, P., Zamora Rodríguez, R. J., ... & Fernández Ferrer, G. (2022). Ríos de Vida, un proyecto para conocer, amar y cuidar nuestros ríos.

9. ANEXO II

1. Teoría sobre la práctica de laboratorio desarrollada en la intervención.

Las **fitohormonas u hormonas vegetales** son compuestos orgánicos sintetizados por la propia planta que actúan como señales químicas que regulan procesos fisiológicos y de desarrollo, al controlar la comunicación intra e intercelular y de la planta con su entorno. A diferencia de las hormonas animales, no se sintetizan en tejidos u órganos específicos como las glándulas y pueden actuar en el propio lugar de síntesis o en zonas muy alejadas.

Se distinguen **cinco tipos principales de fitohormonas**: las auxinas, las giberelinas, las citoquininas, el ácido abscísico y el etileno. En el caso de la práctica realizada por los alumnos el estudio se centra en el etileno y alguna de sus funciones.

El etileno es una fitohormona gaseosa que regula numerosas respuestas fisiológicas y de desarrollo, siendo la más conocida **la maduración** de los frutos climatéricos. Además, también estimula la germinación de semillas, induce la formación de raíces adventicias y participa en la abscisión de flores, hojas y frutos. Sin embargo, en el caso de la práctica de laboratorio aplicada en el aula el objetivo se centra en observar **la denominada triple respuesta**. La aplicación de etileno en plántulas crecidas en oscuridad (plántulas etioladas) provoca el conocido como triple efecto: el acortamiento y engrosamiento del tallo y su crecimiento en horizontal (Gautam *et al.*, 2023). En la práctica propuesta, el principal objetivo es determinar si el etileno liberado por plátanos maduros produce la triple respuesta en plántulas etioladas de guisante (*Pisum sativum*).

2. Presentación con diapositivas para la explicación de la práctica.



HORMONAS VEGETALES

Las **hormonas vegetales** o **fitohormonas** son compuestos sintetizados por la propia planta que actúan como señales químicas regulando la comunicación de la planta con el entorno y los procesos fisiológicos y de desarrollo.

FUNCIONES

- Mensajeros químicos que transmiten la información que reciben en forma de estímulo
- Regulación de los procesos fisiológicos y el desarrollo.
- Comunicación intra/intercelular y planta/entorno.

COMPARACIÓN DE HORMONAS

	HORMONAS VEGETALES	HORMONAS ANIMALES
Concentración	Muy bajas concentraciones y actúan como señales químicas	Bajas concentraciones y actúan como señales químicas
Lugar de síntesis	Cualquier tejido de la planta.	Síntesis localizada en tejidos específicos del organismo (glándulas)
Transporte y acción	Mecanismos diversos y afectan a cortas (AL propio tejido) y a largas distancias	Se transportan por el torrente sanguíneo y actúan en tejidos distantes.

TIPOS DE HORMONAS VEGETALES

✓ **Auxinas:** crecimiento de la planta, floración y fructificación

✓ **Giberelinas:** crecimiento, germinación y fructificación

✓ **Citoquininas:** inducen división celular, retrasan el envejecimiento y la caída de hojas



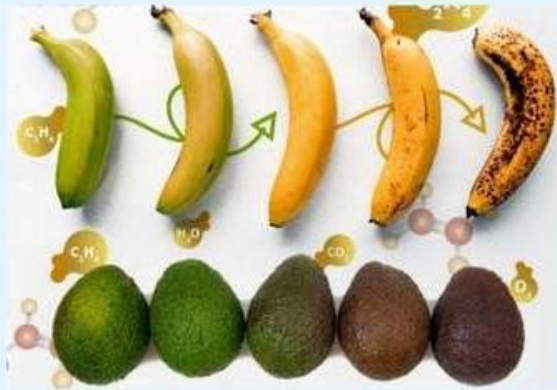
⊘ **Ácido ascórbico:** inhibe el crecimiento

⊘ **Etileno:** maduración de los frutos, caída de las hojas y envejecimiento

EL ETILENO

El etileno es una hormona gaseosa que promueve la maduración de frutos. Algunas funciones son:

- Maduración de los frutos.
- La triple respuesta.
- Promueve formación de raíces.
- Caída de hojas, frutos, etc.
- Es la hormona del estrés en plantas.



TIPOS DE FRUTOS



Frutos climatéricos

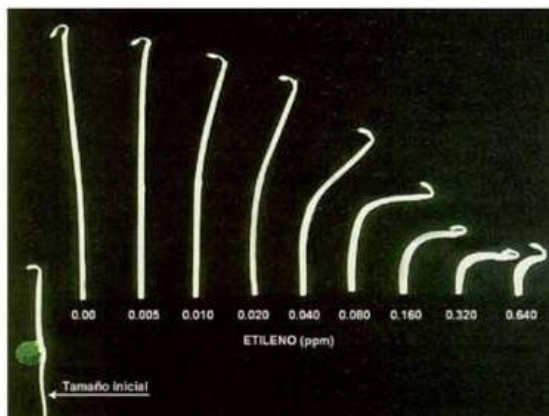


Frutos no climatéricos



Los frutos climatéricos se pueden recoger verdes y ser almacenados, haciéndolos madurar más tarde aplicando etileno.

LA TRIPLE RESPUESTA



1. Engrosamiento del tallo
2. Crecimiento horizontal de la plántula
3. Disminuye la longitud

! Una **planta etiolada** es aquella que crece en oscuridad y una vez que le da la luz adquiere el color verdoso característico (realiza la fotosíntesis)



LA EXPERIMENTACIÓN

¿Qué queremos determinar?

Comprobar si es cierto que los frutos maduros producen y liberan etileno al entorno. Para ello, vamos a estudiar si se produce la triple respuesta en plántulas germinadas de guisante.

¿Qué condiciones vamos a usar?

Como la triple respuesta se produce en plántulas germinadas en oscuridad, tenemos que germinar algunas semillas sin luz. Para ver la diferencia, se germinan también en condiciones de iluminación.

10. ANEXO III

1. Cuestionario empleado para el estudio (inicial y final)

A continuación, se incluye un código QR que al ser escaneado muestra las preguntas empleadas tanto en el cuestionario inicial como en el cuestionario final. El cuestionario final incluía una pregunta adicional (pregunta 10) que se incluye en el siguiente apartado.



2. Pregunta adicional del cuestionario final sobre planteamiento y diseño de experimentos

En este apartado, aparece el enunciado de la pregunta adicional incluida en el cuestionario final. Se plantea un experimento muy similar al de la práctica realizada por los alumnos, pero en este caso el objetivo es determinar si una sustancia con potencial terapéutico puede combatir la infección causada por un hongo. Es una actividad de enfoque más competencial, para que los

Una propuesta para la experimentación en el laboratorio y análisis del efecto de una práctica de laboratorio en alumnos de 1º de Bachillerato

alumnos sean capaces de demostrar que han comprendido la importancia de los grupos control y las variables en la experimentación.

POST-TEST (EXTRA)

Investigadores de la Universidad de Burgos han descubierto una sustancia con gran potencial para hacer frente a una enfermedad producida por un hongo (*Puccinia graminis*) que afecta a los cultivos de trigo. Estos profesionales quieren analizar el efecto del compuesto sobre estas plantas y determinar si realmente es capaz de combatir la infección. Además, quieren determinar si existe diferencia entre aplicar el posible tratamiento de noche o de día.

¿Qué quieren estudiar?: Los científicos quieren determinar si el tratamiento tiene algún efecto sobre plantas infectadas.

¿Qué condiciones quieren emplear en el experimento?: Las plantas de trigo se crecerán en condiciones de luz y oscuridad para comprobar si influyen o no en la respuesta al tratamiento.

Explica la importancia del uso de **grupos control** y como organizarías las diferentes muestras con las que deben trabajar teniendo en cuenta las variables que se van a estudiar.

3. Evaluación de las prácticas de laboratorio (Rúbrica)

Rúbrica de evaluación para los informes de laboratorio.

Categoría	4 Sobresaliente	3 Notable	2 Bien	1 Insuficiente
Expresión escrita	Transmite la información de forma clara y rigurosa. Usa la terminología científica y los formatos adecuados (tablas, dibujos, gráficas, diagramas, fórmulas, esquemas...).	Transmite la información de forma clara. Emplea un lenguaje adecuado y utiliza algún formato distinto (tablas, figuras...)	Transmite la información correctamente, se entiende el texto y utiliza un lenguaje correcto.	Texto poco organizado, sin formatos alternativos para representar la información, por lo que el texto es de difícil comprensión,
Descripción del procedimiento seguido	Indica todos los pasos seguidos en el orden correcto y los describe con precisión, de forma que el experimento podría repetirse sin problema.	Los procedimientos se ordenan correctamente, pero se echan en falta descripciones y explicaciones más completas de los métodos.	Los procedimientos no se ordenan correctamente, lo que es complicado de seguir. Faltan explicaciones junto al procedimiento seguido.	Faltan pasos dentro del procedimiento seguido durante la práctica y no se ordenan de forma cronológica.
Presentación de los resultados	Interpreta la información en diferentes formatos (tablas, gráficos, diagramas, esquemas). Hace uso de herramientas digitales para presentar los resultados. Todas las figuras y tablas incluidas se encuentran acompañadas por un pie o un título apropiado.	Interpreta la información en diferentes formatos (tablas, gráficos...). Sin embargo, estas figuras no se encuentran acompañadas de títulos representativos y no se indica lo que aparece representado en los ejes de las gráficas.	No representa la información en diferentes formatos (tablas, gráficas, diagramas...), pero en el texto refleja perfectamente los resultados obtenidos con gran detalle.	No representa la información en diferentes formatos (tablas, gráficos...) y simplemente, comenta los resultados sin aportar muchos detalles y explicaciones.

Una propuesta para la experimentación en el laboratorio y análisis del efecto de una práctica de laboratorio en alumnos de 1° de Bachillerato

<p>Discusión de los resultados y conclusiones</p>	<p>Utiliza distintas fórmulas y recursos para discutir los resultados, como estadísticos. Hace referencia a los objetivos de partida e indica si la hipótesis es correcta o debe rechazarse. Se proponen una serie de mejoras para que los resultados sean más sólidos e indica los aprendizajes generados durante la práctica.</p>	<p>Discute adecuadamente los resultados obtenidos. Hace referencia a los objetivos de partida e indica si la hipótesis es aceptada o rechazada. Expone los aprendizajes efectuados durante el experimento.</p>	<p>Discute adecuadamente los resultados, pero en la conclusión no propone mejoras ni hace referencia a los objetivos o a la hipótesis inicial. Expone los aprendizajes efectuados durante la práctica de laboratorio.</p>	<p>No discute los resultados de forma adecuada. Solamente indica los aprendizajes generados durante la actividad práctica. Tampoco expone las conclusiones extraídas.</p>
<p>Referencias y fuentes empleadas en el informe</p>	<p>Utiliza fuentes fiables y contrastadas, citando en el texto lo que extrae de dichos recursos. Utiliza estas fuentes para discutir los resultados obtenidos.</p>	<p>Selecciona adecuadamente fuentes bibliográficas interesantes para incluir información en el texto y las incluye en un apartado final.</p>	<p>Extrae información de otras fuentes, pero no indica su origen en el texto.</p>	<p>No utiliza recursos o fuentes bibliográficas para redactar el informe. La mayoría de la información incluida es copiada del guion de prácticas.</p>
<p>Actividades finales</p>	<p>Usa el pensamiento científico para responder a las actividades planteadas y contrasta la información de forma autónoma la información. Responde de manera fundamentada a las cuestiones planteadas. Argumenta de forma razonada sus respuestas.</p>	<p>Usa el pensamiento científico para responder a las actividades planteadas. Responde de manera fundamentada a las cuestiones. Los argumentos que expone son breves y poco sólidos.</p>	<p>Responde de forma breve a las actividades adicionales que aparecen en el guion de prácticas, pero no justifica ni argumenta su respuesta.</p>	<p>No responde a las actividades adicionales que aparecen en el guion de prácticas.</p>