

Trabajo Fin de Máster

MÁSTER EN PROFESOR DE EDUCACIÓN SECUNDARIA OBLIGATORIA Y BACHILLERATO, FORMACIÓN PROFESIONAL Y ENSEÑANZA DE IDIOMAS ESPECIALIDAD BIOLOGÍA Y GEOLOGÍA



Universidad de Valladolid

BIOTECNOLOGÍA Y SOCIEDAD

**Unidad didáctica en Biología y Geología 1º ESO:
“Microorganismos: Pequeños Gigantes de la Biotecnología”**

Tutora: Alessandra Girotti

Alumna: Irati Zabala Aparicio

Valladolid, a 26 de junio de 2024

RESUMEN

La biotecnología es una disciplina que combina conocimientos y técnicas de la biología, microbiología, bioquímica, genética, química e ingeniería química para explorar y aprovechar procesos biológicos. A pesar de su importancia, no se ha integrado en la educación secundaria obligatoria, limitando la comprensión pública y el debate informado.

Estudios muestran que los estudiantes tienen conocimientos limitados y erróneos sobre biotecnología. Por esto, es crucial integrarla en el currículo educativo desde etapas tempranas para mejorar el conocimiento y corregir conceptos erróneos. Para confirmar estos hallazgos, se diseñó una encuesta y se llevó a cabo al contexto educativo, mostrando un desconocimiento generalizado sobre el tema entre los estudiantes.

Con el objetivo de hacer frente a la problemática, se desarrolló una unidad didáctica para 1º ESO, enfocada en la relación entre microorganismos y biotecnología. Su implementación demostró que los estudiantes pueden comprender y aplicar conceptos de biotecnología con un enfoque pedagógico adecuado.

Palabras claves: biotecnología, microorganismos, recuerdo activo, organismos genéticamente modificados, terapia génica, pesticidas, biorremediación, percepciones, educación secundaria.

ABSTRACT

Biotechnology is a discipline that combines knowledge and techniques from biology, microbiology, biochemistry, genetics, chemistry and chemical engineering to explore and exploit biological processes. Despite its importance, it has not been integrated into compulsory secondary education, limiting public understanding and informed debate.

Studies show that students have limited and erroneous knowledge about biotechnology. Therefore, it is crucial to integrate it into the educational curriculum from early stages to improve knowledge and correct misconceptions. To confirm these findings, a survey was designed and carried out in the educational context, showing a general lack of knowledge on the subject among students.

In order to address the problem, a didactic unit was developed for 1st ESO, focusing on the relationship between microorganisms and biotechnology. Its implementation

demonstrated that students could understand and apply biotechnology concepts with an appropriate pedagogical approach.

Key words: biotechnology, micro-organisms, active recall, genetically modified organisms, gene therapy, pesticides, bioremediation, perceptions, secondary education.

Contenido

1.	INTRODUCCIÓN	5
2.	ANTECEDENTES	8
3.	JUSTIFICACIÓN	11
4.	METODOLOGÍA	12
5.	CONTEXTO EDUCATIVO	13
6.	UNIDAD DIDÁCTICA MICROORGANISMOS: PEQUEÑOS GIGANTES DE LA BIOTECNOLOGÍA	13
6.1	Objetivos didácticos	13
6.2	Competencias específicas	15
6.3	Criterios de Evaluación	17
6.4	Descriptorios operativos	19
6.5	Metodología.....	21
6.6	Situaciones de Aprendizaje.....	21
6.7	EVALUACIÓN	43
	Lista de Control para Evaluar la Participación	43
	Tareas para Casa	43
	Cuaderno de Clase y Laboratorio	44
	Recursos virtuales.....	44
	Evaluación de Actividades de Repaso	45
	Rúbrica del Póster.....	45
	Rúbrica de la Presentación	45
6.8	ADAPTACIONES CURRICULARES	45
	Adaptaciones de temario.	45
	Adaptaciones metodológicas	46
	Adaptaciones específicas	46
7.	RESULTADOS Y DISCUSIÓN	48
8.	CONCLUSIONES.....	56
9.	BIBLIOGRAFÍA	57
10.	ANEXOS	61
	Anexo I. Encuesta sobre Biotecnología.....	61
	Anexo II: Crucigrama.....	61
	Anexo III: Test “SI O NO”	62

Anexo IV: Completar texto.....	63
Anexo V: Test	63
Anexo VI: Artículos.....	65
Anexo VII.....	70
Anexo VIII. Lista de control.....	70
Anexo IX. Evaluación de tareas para casa	71
ANEXO X. Rúbrica de evaluación del cuaderno de clase	72
Anexo XI. Rúbrica de evaluación del póster.....	73
ANEXO XII. Rúbrica de evaluación de la presentación.....	74
ANEXO XIII. Mapas conceptuales de los alumnos	75

1. INTRODUCCIÓN

La **biotecnología** es una **disciplina** que combina conocimientos y técnicas de la biología, microbiología, bioquímica, biología molecular, genética, química e ingeniería química para explorar y aprovechar procesos biológicos (Smith, 2009). Es un campo que aplica organismos o sus componentes en diversas industrias, desde la manufactura hasta la gestión ambiental (Smith, 2009).

“Según la Federación Europea de Biotecnología, la biotecnología representa la integración de las **ciencias naturales** y los **organismos vivos**, incluyendo células, partes celulares y análogos moleculares, para la producción de bienes y servicios” (Smith, 2009). De manera similar, otros expertos la definen como el uso de organismos vivos o procesos biológicos para **generar productos innovadores** (Clark & Pazdernik, 2015). En términos técnicos, la biotecnología puede describirse como **cualquier aplicación tecnológica** que utilice **biosistemas, organismos vivos** o derivados de estos para fabricar o modificar productos, o para desarrollar procesos específicos (Pfeifer, et al., 2021).

Históricamente, los humanos han utilizado procesos biológicos de microorganismos durante más de 6,000 años para producir **alimentos** como el pan y el queso, y conservar productos lácteos (Biotechnology Innovation Organization, 2024). La modificación de la estructura genética de plantas y animales tampoco es exclusiva de nuestra época, sino que se encuentra ligada íntimamente a la historia del hombre. Esta manipulación comenzó hace más de 10,000 años, con la **revolución agrícola**, cuando se empleaban técnicas como el cruce sexual y la selección de individuos mejor adaptados, manipulando así los genes de plantas y animales sin saberlo (Sancha, 2022).

Hoy en día, gracias al avance en técnicas como la **ingeniería genética**, este campo ha experimentado una **revolución significativa**. Sin embargo, la **confusión** sobre términos relacionados como modificación genética, organismos genéticamente modificados (OGM), ingeniería genética y transgénicos ha prevalecido, generando regulaciones excesivas y reduciendo la investigación y desarrollo en el sector agrícola (Miller, 2006). Esta confusión también ha motivado respuestas alarmistas de algunas ONGs y un público confundido. Una mayor precisión en la terminología no solo clarificaría estos conceptos, sino que también mejoraría la calidad de las políticas públicas y, eventualmente, la salud humana y ambiental (Arundel, Van Beuzekom, & Gillespie, 2007).

Los **impactos** de la **biotecnología** se encuentran en casi todos los sectores de la sociedad, desde la atención médica y los productos alimenticios hasta los problemas ambientales y las fuentes de energía. A pesar de su importancia dentro de las ciencias, la biotecnología no se ha convertido en una tendencia destacada en la educación científica. Aquí es donde la **educación** desempeña un papel fundamental, no solo en la formación de futuras personas científicas y técnicas, sino también en la creación de una sociedad informada capaz de participar en debates éticos y políticos relacionados con los avances biotecnológicos (Borgerding, Sadler, & Koroly, 2012).

A través de **programas educativos** que van desde el nivel secundario hasta el posgrado, los estudiantes pueden adquirir el conocimiento y las habilidades necesarias para innovar y aplicar soluciones biotecnológicas de manera responsable. Además, la educación en biotecnología fomenta una comprensión más profunda de los conceptos clave y disminuye la confusión pública en torno a temas complejos como la ingeniería genética y los organismos genéticamente modificados (Harms, 2002). Por lo tanto, invertir en la educación biotecnológica es esencial para el avance tecnológico y para asegurar que las políticas públicas se basen en un entendimiento científico sólido y actualizado (Harms, 2002).

En **España**, según el Real Decreto 243/2022 de 5 de abril, que establece la ordenación y las enseñanzas mínimas del Bachillerato, la biotecnología se enseña únicamente en Bachillerato, donde se aborda desde un enfoque molecular y microscópico. Eso significa que la educación en biotecnología forma parte únicamente del currículo de ciencias y no se imparte a todos los estudiantes, sino exclusivamente a aquellos que eligen la rama científica. Es así que los estudiantes de otras ramas no reciben ninguna formación básica en biotecnología durante su educación secundaria.

Esta **limitación** tiene un impacto significativo en la percepción y el conocimiento de la sociedad en general sobre este campo. Al restringir la educación biotecnológica a un grupo reducido de estudiantes, se pierde la oportunidad de fomentar una comprensión amplia y una mayor conciencia sobre la biotecnología entre la población en su conjunto. Esto es especialmente relevante en una era donde la biotecnología desempeña un papel crucial en numerosos aspectos de la vida cotidiana, desde la salud hasta el medio ambiente y la producción de alimentos.

Para cambiar efectivamente la percepción y mejorar el conocimiento de la biotecnología en la sociedad, es esencial que su enseñanza se amplíe más allá del Bachillerato y se integre en etapas educativas anteriores. De esta manera, se puede asegurar que todos los estudiantes, independientemente de su orientación académica, tengan una base sólida en biotecnología y estén mejor preparados para participar en debates informados y tomar decisiones fundamentadas sobre cuestiones biotecnológicas.

2. ANTECEDENTES

Se ha realizado una revisión bibliográfica y la problemática relacionada con el conocimiento limitado sobre biotecnología entre los estudiantes ha sido objeto de diversos estudios realizados tanto en España como a nivel internacional, revelando una falta significativa de información en este ámbito.

1. Un estudio realizado en **Estados Unidos** evaluó a estudiantes universitarios no especializados en biotecnología mediante el curso "Biotechnology in Society". Este curso, diseñado para aumentar la alfabetización científica entre estudiantes de diversas disciplinas, utilizó el instrumento BIKE (*Biotechnology Instrument for Knowledge Elicitation*) para medir el conocimiento antes y después de la instrucción (Witzig, et al., 2014). Los estudiantes presentaban un nivel de conocimiento inicial limitado sobre biotecnología. Los resultados de la prueba inicial mostraron deficiencias en la comprensión de conceptos clave: solo el 55% respondió correctamente que todos los alimentos tienen ADN, el 46% identificó correctamente el propósito de las plantas Bt y el 47% entendió por qué la evidencia de ADN puede usarse para identificar a un sospechoso. Aunque hubo una mejora significativa en el conocimiento tras el curso, persistieron varias concepciones erróneas, como la dificultad para entender que el ADN está presente en todos los seres vivos y la definición correcta de ADN recombinante (Wisch, Farrel, Siegel, & Freyermuth, 2018).
2. En **Indonesia**, se realizaron varios estudios con el objetivo de identificar y analizar las concepciones erróneas de los estudiantes sobre distintos aspectos de la biotecnología. Utilizando el método CRI (*Certainty of Response Index*) y entrevistas, evaluaron a estudiantes de biología en tres áreas específicas: biotecnología de la salud, biotecnología vegetal y biotecnología fermentativa (Duda, Wahyuni, & Setyawan, Student misconception analysis in the biotechnology concept with certainty of response index, 2020). En el estudio sobre biotecnología de la salud, los resultados indicaron que el 39.11% de los estudiantes tenía concepciones erróneas, con áreas específicas de confusión incluyendo los conceptos de anticuerpos monoclonales, técnicas de biotecnología de la salud, vacunas recombinantes y vacunas contra el virus del papiloma humano. Las dificultades en la comprensión de estos conceptos se debían a

información errónea obtenida de diversas fuentes como compañeros, maestros y medios de comunicación (Duda, Wibowo, Wahyuni, Setyawan, & Subekti, 2023). En el estudio sobre biotecnología vegetal, muchos estudiantes presentaban concepciones erróneas en cada indicador evaluado, con una significativa proporción teniendo conceptos erróneos o desconocimiento total de los temas. Este estudio subrayó la persistencia de concepciones erróneas, destacando la necesidad de una educación más temprana y detallada en biotecnología vegetal (Duda, Wahyuni, & Setyawan, 2020).

En el estudio sobre biotecnología fermentativa, los resultados indicaron que, en la tecnología de fermentación, el 40.55% de los estudiantes conocía los conceptos, el 25% no los conocía y el 34.44% tenía concepciones erróneas. En cuanto a los productos de fermentación, el 32.22% conocía los conceptos, el 33.52% no los conocía y el 34.26% tenía concepciones erróneas. Las entrevistas revelaron que estas concepciones erróneas eran causadas por información previa obtenida de diversas fuentes, lo que subraya la necesidad de una enseñanza más efectiva y clara en estos temas (Duda, Wahyuni, & Setyawan, 2020).

3. Según un estudio de investigación de maestros **suecos** en formación de primaria y su comparación con un grupo correspondiente de maestros **españoles**, los hallazgos demostraron que ambos tienen lagunas de conocimiento relacionadas con los conceptos genéticos básicos que fundamentan la biotecnología, aunque son conscientes de las aplicaciones biotecnológicas. Sus actitudes son bastante positivas hacia las aplicaciones biotecnológicas en salud, pero menos hacia la compra y uso de productos genéticamente modificados. Niveles más altos de conocimiento se correlacionaron con actitudes más positivas, indicando una base actitudinal para expandir el conocimiento y las prácticas de enseñanza de biotecnología entre los maestros de primaria. Los resultados indican la necesidad de reconsiderar los currículos de ciencias dentro de los programas de formación de maestros de primaria para preparar mejor a los maestros de primaria para enseñar alfabetización biotecnológica (Hoz, Solé Llusà, Haro, Gericke, & Valls, 2021).
4. En **España**, la presencia de la biotecnología tanto en los currículos como en las investigaciones sobre sus procesos de enseñanza y aprendizaje está en constante aumento. Se ha analizado el conocimiento, las actitudes y los intereses de 184 estudiantes preuniversitarios españoles en relación con la biotecnología en los

campos de la salud, la alimentación, la industria y el medio ambiente. Los resultados mostraron que, aunque algunas áreas son bien conocidas, las actitudes y los intereses favorables dependen de otros factores. Se encontraron correlaciones positivas entre el conocimiento y el interés hacia casi todas las áreas consideradas, excepto la fermentación; entre el conocimiento y la actitud respecto al uso de la fermentación para la producción de alimentos y las aplicaciones relacionadas con la mejora del medio ambiente; y entre la actitud y el interés únicamente en el ámbito médico (López-Banet, González, & Fernández, 2020).

5. En estudios anteriores realizados en **Valladolid**, un estudio encontró que los estudiantes no eran capaces de identificar el concepto de biotecnología tradicional, presentando un conocimiento superficial y limitado (Serrano, 2014). En 2016, otro estudio destacó una falta de información generalizada sobre biotecnología, especialmente entre los estudiantes que no pertenecen al ámbito biológico (Montenegro, 2016). Montenegro observó que la mayoría de los estudiantes, excepto los de 2º de bachillerato, no identificaban correctamente la biotecnología tradicional. Un estudio realizado en 2023 mostró que un 33.3% de los estudiantes de 1º de bachillerato y un 40.6% de los estudiantes de 2º de bachillerato no habían recibido información sobre biotecnología, sugiriendo una necesidad urgente de integrar más contenidos de biotecnología en el currículo educativo (Escobar, 2023).

Tras la revisión de estos cinco estudios, se evidencia una **problemática común**: la escasez de conocimiento sobre biotecnología entre los estudiantes. La insuficiente inclusión de estos temas en el currículo escolar y la percepción superficial y errónea de la biotecnología resultan en opiniones y conocimientos limitados. Por lo tanto, es crucial implementar estrategias educativas que integren de manera más efectiva y continua los conceptos de biotecnología desde 1º de la ESO. Esto no solo ayudará a los estudiantes a adquirir un conocimiento sólido y preciso, sino que también fomentará un interés más profundo y crítico en el campo de la biotecnología, abordando cuestiones éticas y los beneficios de la biotecnología en el currículo educativo para fomentar una comprensión equilibrada y precisa.

3. JUSTIFICACIÓN

La integración de conocimientos de biotecnología en el currículo educativo desde edades tempranas, como 1º de la ESO, se justifica por varias razones clave fundamentadas en los estudios vistos anteriormente en el punto 2:

1. Los estudios realizados en diferentes países revelan que los estudiantes presentan **deficiencias significativas** en su comprensión de conceptos clave de biotecnología.
2. A pesar de los esfuerzos educativos, las **concepciones erróneas persisten** entre los estudiantes.
3. Los estudios indican que las **actitudes** hacia la biotecnología están fuertemente **influenciadas por el nivel de conocimiento**. En España, se encontró que el conocimiento y el interés en biotecnología están correlacionados positivamente en casi todas las áreas, excepto la fermentación. Niveles más altos de conocimiento se asociaron con actitudes más positivas hacia las aplicaciones biotecnológicas (López-Banet, González, & Fernández, 2020). Esto sugiere que mejorar el conocimiento de los estudiantes podría también mejorar sus actitudes hacia la biotecnología.
4. La persistencia de concepciones erróneas y el conocimiento limitado subrayan la **necesidad de una educación continua** y coherente en biotecnología.
5. El estudio comparativo entre **maestros** suecos y españoles en formación primaria mostró **lagunas de conocimiento** en conceptos genéticos básicos, aunque tenían actitudes positivas hacia las aplicaciones biotecnológicas en salud (Hoz, Solé Llusà, Haro, Gericke, & Valls, 2021). Esto indica la necesidad de reconsiderar los currículos de ciencias en los programas de formación de maestros para preparar mejor a los docentes en la enseñanza de la biotecnología. Esto es crucial para asegurar que los futuros maestros puedan impartir una educación efectiva y precisa en biotecnología desde los niveles educativos más básicos.

En conclusión, los estudios realizados evidencian una necesidad urgente de integrar y fortalecer los contenidos de biotecnología en el currículo educativo desde 1º de la ESO. Esta integración no solo mejorará el conocimiento y la comprensión de los estudiantes, sino que también fomentará actitudes positivas y críticas hacia las aplicaciones biotecnológicas. La educación temprana y continua en biotecnología es esencial para preparar a los estudiantes para enfrentar los desafíos y aprovechar las oportunidades que ofrece este campo en constante evolución.

4. METODOLOGÍA

Este trabajo se ha realizado, en primer lugar, mediante una **búsqueda de bibliografía** relacionada con la biotecnología y sociedad. Para ello, se han empleado fuentes como *Google Scholar*, *Education Resources Information Center* (ERIC) y *ScienceDirect*.

En segundo lugar, se realizó una **encuesta** utilizando la escala Likert dirigida a los alumnos de 1º y 3º de la ESO (**Anexo I**). Para formular las afirmaciones de esta encuesta, se realizó una **revisión bibliográfica** de concepciones erróneas populares en diferentes ámbitos de la biotecnología. Las citas bibliográficas se encuentran en cada afirmación de la encuesta en los anexos (**Anexo I**). El propósito de esta encuesta fue evaluar los conocimientos y percepciones sobre la biotecnología en diferentes etapas educativas.

La encuesta se llevó a cabo en 24 alumnos de la clase de 1º de la ESO C; 23 alumnos de la clase de 1º de la ESO D y 14 alumnos de 3º de la ESO. Es importante señalar que la muestra obtenida (n=61) en este estudio es limitada, lo cual sugiere la necesidad de ampliar este tipo de investigaciones en estudios futuros para obtener resultados más representativos y concluyentes.

Con base en la justificación previamente establecida y tras realizar la encuesta de biotecnología, se propone la creación de una **Unidad Didáctica** diseñada específicamente para los estudiantes de 1º de la ESO.

La presente unidad didáctica, titulada “**Microorganismos: Pequeños Gigantes de la Biotecnología**”, tiene como propósito principal introducir a los alumnos en el mundo de los microorganismos, destacando su diversidad, características y la relevancia biotecnológica que estos organismos tienen en diversos ámbitos de la vida cotidiana y la industria. A través de un enfoque teórico-práctico, se pretende que los estudiantes comprendan la importancia de estos seres microscópicos y desarrollen habilidades para su observación y experimentación, así como una actitud crítica y responsable respecto a su uso en la sociedad.

Esta unidad didáctica se imparte en la asignatura de **Biología y Geología** de 1º de la ESO, una asignatura obligatoria para el curso en cuestión que consta de tres horas lectivas semanales a lo largo del curso, 105 horas en total. Asimismo, esta materia contribuye a que el alumnado adquiera los conocimientos y las competencias que le permitan alcanzar una alfabetización científica que haga posible concebir la naturaleza en su conjunto y las ideas básicas de la ciencia, y que ayude a la comprensión de los problemas a cuya solución

contribuye el desarrollo científico y tecnológico. Los contenidos que se van a tratar a lo largo de esta Unidad Didáctica contienen conceptos ya estudiados en otras Unidades Didácticas anteriores y en los cuales profundizaremos para enriquecer su conocimiento (Tabla 1).

BLOQUE A. Proyecto científico	BLOQUE B. Geosfera	BLOQUE C. Atmósfera e hidrosfera
BLOQUE D. La célula	BLOQUE E. Seres vivos	BLOQUE F. Ecología y sostenibilidad

Tabla 1. Bloques de contenidos

Para maximizar la retención y comprensión de los conceptos, esta unidad didáctica se apoya en la metodología del "**Recuerdo Activo**". Esta metodología se basa en la práctica de la recuperación activa de información, que ha demostrado ser más eficaz para el aprendizaje a largo plazo en comparación con métodos tradicionales de estudio pasivo (Xu, y otros, 2024).

5. CONTEXTO EDUCATIVO

La propuesta de la unidad didáctica se llevará a cabo en un instituto de titularidad pública en la zona centro de la ciudad de **Valladolid**, en la asignatura de Biología y Geología del primer curso de la ESO. Se trata de una zona en la que predominan los servicios de carácter administrativo, cultural, comercial y de ocio; y donde casi todo el alumnado vive cerca.

La clase en la que se aplica este proyecto es de **25 estudiantes**, con una persona con una diversidad funcional física. Para este caso se aplicarán los principios del **Diseño Universal para el Aprendizaje (UDL)** para crear un entorno de aprendizaje inclusivo, ya que este puede ayudar a diseñar experiencias educativas accesibles para todos los estudiantes, reduciendo dificultades y promoviendo la participación (Orndorf, y otros, 2022).

6. UNIDAD DIDÁCTICA MICROORGANISMOS: PEQUEÑOS GIGANTES DE LA BIOTECNOLOGÍA

6.1 Objetivos didácticos

La unidad didáctica actual tiene como objetivo general conocer y comprender la **diversidad y características** de los **microorganismos**, así como valorar la importancia

de los microorganismos en los **procesos biotecnológicos** y su impacto en la vida cotidiana y en la industria.

Asimismo, ha sido diseñada para 1º de la ESO, en la que trabajan actividades relacionadas con saberes básicos que están recogidos en la programación y que se detallan en la descripción de cada situación de aprendizaje.

Además de los saberes básicos recogidos en el Decreto 39/2022, se trabajan **elementos transversales** como:

- La **coeducación** se aplica desde el momento en que todas las actividades se trabajan de forma igualitaria sin distinción de sexo.
- La **educación emocional** llevada a cabo gracias a que las actividades son de carácter global en el que la interacción con otros alumnos lleva a desarrollar actitudes que favorezcan el crecimiento emocional
- El **desarrollo creativo** se materializa en los proyectos que realizan ya que se le dan indicaciones iniciales y luego se deja que ellos desarrollen su proyecto de forma autónoma.
- La formación en el uso de **TIC** ya que parte de las actividades propuestas en esta UD se deben desarrollar mediante el uso de tecnología digital.

En esta unidad didáctica también se considera que se trabajan temas de forma transversal como son los objetivos de desarrollo sostenible (ODS):

- **ODS 2: Hambre cero.** En las actividades donde se discuten aplicaciones de microorganismos en la producción de alimentos, como la fermentación para crear yogur o pan.
- **ODS 3: Salud y bienestar.** La unidad didáctica incluye el estudio de bacterias y hongos que son esenciales para la producción de antibióticos y otros medicamentos, contribuyendo así a la mejora de la salud y el bienestar.
- **ODS 4: Educación de calidad.** Se utilizan técnicas como demostraciones videográficas, lluvias de ideas, discusiones guiadas, y actividades prácticas que promueven una educación de calidad mediante el fomento del pensamiento crítico y la participación de los estudiantes.

- **ODS 5: Igualdad de género.** Las actividades en grupo y las discusiones fomentan la participación equitativa de todos los estudiantes, independientemente de su género, promoviendo la igualdad de oportunidades en el aprendizaje
- **ODS 6: Agua limpia y saneamiento.** El estudio de microorganismos incluye su papel en la biotecnología para la biorremediación, que es crucial para el tratamiento de aguas residuales y el saneamiento.
- **ODS 7: Energía asequible y no contaminante.** Se abordan temas como la producción de biocombustibles a partir de microorganismos, destacando soluciones energéticas sostenibles y asequibles
- **ODS 10: Reducción de las desigualdades.** La estructura de las actividades y la distribución de recursos educativos aseguran que todos los estudiantes tengan igual acceso al conocimiento, reduciendo desigualdades educativas.
- **ODS 11: Ciudades y comunidades sostenibles.** Al enseñar sobre el uso de microorganismos en la biotecnología para mejorar procesos industriales y ambientales, se promueve el desarrollo de comunidades más sostenibles
- **ODS 13: Acción por el clima.** Las discusiones sobre biotecnología y biorremediación incluyen el impacto ambiental y las soluciones para mitigar el cambio climático, promoviendo la conciencia y acción climática entre los estudiantes
- **ODS 14: Vida submarina.** El estudio de algas y otros microorganismos acuáticos, y su papel en los ecosistemas marinos, subraya la importancia de conservar la vida submarina y sus hábitats.
- **ODS 15: Vida de ecosistemas terrestres.** Se discuten los hongos y otros microorganismos del entorno terrestre, su biodiversidad y su papel crucial en la conservación de ecosistemas terrestres.

6.2 Competencias específicas

Las competencias específicas que se abordan en esta unidad didáctica y se encuentran recogidas en el Decreto 39/2022, 29 de septiembre, se indican a continuación:

- **Competencia específica 1 (CE 1).** Interpretar transmitir información y datos científicos y argumentar sobre ellos utilizando de forma adecuada la terminología científica y en diferentes formatos para analizar conceptos y procesos de las ciencias biológicas y geológicas.

- **Competencia específica 2 (CE 2).** Identificar, localizar y seleccionar información, contrastando su veracidad, organizándola y evaluándola críticamente para resolver preguntas relacionadas con las ciencias biológicas y geológicas.
- **Competencia específica 3 (CE 3).** Planificar y desarrollar proyectos de investigación y experimentos, siguiendo los pasos de las metodologías propias de la ciencia y cooperando cuando sea necesario para indagar en aspectos relacionados con las ciencias biológicas y geológicas, y así, asentar conocimientos.
- **Competencia específica 4 (CE 4).** Utilizar el razonamiento, el pensamiento computacional y el pensamiento lógico formal, analizando críticamente las respuestas y soluciones obtenidas y reformulando el procedimiento, si fuera necesario, para resolver problemas o dar explicación a procesos de la vida cotidiana relacionados con la biología y la geología.
- **Competencia específica 5 (CE 5).** Analizar los efectos de determinadas acciones sobre el medio ambiente y la salud, basándose en los fundamentos de las ciencias biológicas y de la Tierra, para promover y adoptar hábitos que eviten o minimicen los impactos medioambientales negativos, que sean compatibles con un desarrollo sostenible y que permitan mantener y mejorar la salud individual y colectiva.
- **Competencia específica 6 (CE 6).** Analizar los elementos de un paisaje utilizando conocimientos de la materia, para explicar la dinámica del relieve y proponer su conservación e identificar posibles riesgos naturales y antrópicos, para fomentar una actitud sostenible y valorar dicho patrimonio natural.

6.3 Criterios de Evaluación

CRITERIO DE EVALUACIÓN	COMPETENCIAS ESPECÍFICAS	SITUACIÓN DE APRENDIZAJE				
		1	2	3	4	5
1.1 Analizar conceptos y procesos relacionados con los contenidos de Biología y Geología interpretando y organizando la información en diferentes formatos (textos, modelos, gráficos, tablas, esquemas, símbolos, páginas web, entre otros)	CE 1	X	X	X	X	X
1.2. Facilitar la comprensión de información relacionada con los contenidos de la materia Biología y Geología transmitiéndola de forma clara utilizando la terminología y el formato adecuados tales como textos, modelos, gráficos, tablas, vídeos, esquemas, símbolos o contenidos digitales.		X	X	X	X	X
1.3. Analizar y explicar fenómenos biológicos y geológicos representándolos mediante modelos y diagramas y utilizando, cuando sea necesario, los pasos del método científico, usando adecuadamente el vocabulario en un contexto preciso y adecuado a su nivel, en diferentes formatos destacando el uso de los contenidos digitales		X	X	X	X	X
2.1. Resolver cuestiones relacionadas con los contenidos de la materia Biología y Geología seleccionando y organizando la información mediante el uso correcto de distintas fuentes de veracidad científica.	CE 2	X	X			X
2.2. Reconocer la información con base científica distinguiéndola de pseudociencias, fake news y bulos manteniendo una actitud crítica ante estos, intentando desarrollar soluciones creativas sostenibles para resolver problemas concretos del entorno		X			X	
2.3. Valorar la contribución de la ciencia a la sociedad y la labor de las personas dedicadas a ella con independencia de su etnia, sexo o cultura, destacando y reconociendo el papel de las mujeres científicas y entendiendo la investigación como una labor colectiva e interdisciplinar en constante evolución.		X	X			
3.1. Plantear preguntas e hipótesis que puedan ser respondidas o contrastadas utilizando la metodología científica mediante textos escritos o búsquedas en Internet sobre fenómenos biológicos y/o geológicos.	CE 3		X			

3.4. Interpretar los resultados obtenidos en el proyecto de investigación utilizando herramientas matemáticas y tecnológicas sencillas				X		
3.5. Cooperar dentro de un proyecto científico grupal desempeñando una función concreta, demostrando respeto hacia la diversidad, la igualdad de género, equidad y empatía, y favoreciendo la inclusión				X	X	
3.6. Presentar la información y observación de campo utilizando el formato de textos, tablas, pequeños informes y herramientas digitales				X	X	X
3.7. Conocer las normas de seguridad necesarias valorando su aplicación a la hora de realizar un trabajo científico de campo o de laboratorio.				X		
4.1. Dar explicación a procesos biológicos o geológicos utilizando conocimientos, datos e información aportados por el profesorado, el razonamiento lógico, el pensamiento computacional o recursos digitales, gestionando y utilizando, en este último caso, un entorno personal digital de aprendizaje.	CE 4	X	X	X	X	X
5.1. Relacionar, con fundamentos científicos de las ciencias biológicas y de la Tierra, la preservación de la biodiversidad, la conservación del medio ambiente la protección de los seres vivos del entorno, el desarrollo sostenible y la calidad de vida	CE 5	X	X	X	X	X
6.1. Valorar la importancia de los ecosistemas y el paisaje como patrimonio natural analizando la fragilidad de los elementos que lo componen y reconociendo el entorno como parte esencial para el mantenimiento de la vida, así como elemento cultural, desarrollando una actitud sostenible que promueva su conservación	CE 6	X	X	X	X	
6.2. Reflexionar sobre los riesgos naturales e impactos ambientales que determinados sucesos naturales y acciones humanas puedan suponer sobre el medio ambiente, determinando las repercusiones que ocasionan.		X	X	X	X	

Tabla 2 Criterios de Evaluación

6.4 Descriptores operativos

COMPETENCIAS CLAVE	DESCRIPTORES OPERATIVOS	SITUACIÓN DE APRENDIZAJE EN LA QUE APARECEN				
		1	2	3	4	5
Competencia en comunicación lingüística	CCL1	X	X	X	X	X
	CCL2	X	X	X	X	X
	CCL3	X	X		X	X
	CCL4					
	CCL5	X	X	X	X	
Competencia matemática y en ciencia, tecnología e ingeniería	STEM 1		X	X	X	X
	STEM 2	X	X	X	X	X
	STEM 3		X	X	X	X
	STEM 4	X	X	X	X	X
	STEM 5		X	X	X	X
Competencia digital	CD1					X
	CD2	X	X			X
	CD3		X	X	X	
	CD4					
	CD5			X	X	

Competencia personal, social y de aprender a aprender	CPSAA 1	X	X	X	X	
	CPSAA 2	X		X		
	CPSAA 3	X	X	X	X	X
	CPSAA4	X	X	X	X	X
	CPSAA5	X	X	X		X
Competencia ciudadana	CC1	X	X	X		X
	CC2	X			X	
	CC 3	X	X	X	X	X
	CC4	X	X	X		
Competencia emprendedora	CE1	X	X		X	X
	CE2	X		X	X	X
	CE3	X	X	X	X	X
Competencia en conciencia y expresión culturales	CCE1					
	CCE2					X
	CCE3	X	X	X		X
	CCEC4	X	X	X		X

Tabla 3 Descriptores operativos

6.5 Metodología

La unidad didáctica incluye diversas metodologías de enseñanza que favorecen el aprendizaje activo y colaborativo. Incluye:

- **Recuerdo Activo.** Se fomenta mediante la activación de conocimientos previos y la revisión de conceptos clave al inicio de todas las actividades.
- **Aprendizaje colaborativo.** El aprendizaje cooperativo se promueve a través del trabajo en pequeños grupos y la discusión de ideas entre los estudiantes.
- **Aprendizaje Basado en Proyectos.** Esta metodología se implementa mediante proyectos a largo plazo donde los estudiantes investigan y presentan sobre un tema específico.
- **Aprendizaje experiencial.** El aprendizaje experiencial se fomenta a través de actividades prácticas que permiten a los estudiantes experimentar directamente con el objeto de estudio.
- **Aprendizaje visual.** El aprendizaje visual se apoya en el uso de imágenes, vídeos y otros recursos visuales para facilitar la comprensión de conceptos complejos.

6.6 Situaciones de Aprendizaje

SITUACIÓN DE APRENDIZAJE 1: ¿QUÉ SABEMOS SOBRE LOS MICROORGANISMOS?
OBJETIVOS DIDÁCTICOS
<ul style="list-style-type: none">• Introducir al alumnado de una forma divertida, dinámica y didáctica los diversos conceptos que se van a tratar a lo largo de la unidad didáctica, así como su organización y los diversos trabajos que se sucederán a lo largo de la misma.• Incrementar la capacidad del alumnado de establecer relaciones entre diferentes conceptos.• Fomentar la creatividad del alumnado al utilizar como recurso didáctico una partida de un videojuego dirigida a la explicación de conceptos.• Impulsar al alumnado a través de una pregunta relacionada con la Unidad Didáctica que se va a tratar previa a la explicación.

<ul style="list-style-type: none"> • Fomentar la colaboración y el intercambio de ideas en grupos pequeños, así como practicar la comunicación efectiva y el respeto por las opiniones de los demás. • Promover el pensamiento crítico y la reflexión. Desarrollar la habilidad del alumnado para analizar y discutir ideas preconcebidas, corregir conceptos erróneos y reflexionar sobre el impacto de los microorganismos en la vida cotidiana y en la biotecnología. • Estimular el interés y la curiosidad científica. Generar curiosidad y motivación en el alumnado por aprender más sobre el mundo invisible de los microorganismos, mediante actividades dinámicas, videos educativos y ejemplos prácticos relacionados con la biotecnología. 	
TEMPORALIZACIÓN	1 sesión
SABERES BÁSICOS	
<p>Funciones vitales: nutrición, relación y reproducción.</p> <p>La célula como unidad estructural y funcional de los seres vivos.</p> <p>Métodos de experimentación para responder a una cuestión científica determinada utilizando instrumentos y espacios (laboratorio, aulas o entorno natural) de forma adecuada.</p> <p>Ecosistemas del entorno y sus elementos integrantes.</p>	
DESCRIPCIÓN	
<p>Esta primera situación de aprendizaje consta de una sesión diseñada para introducir al alumnado en los conceptos básicos de los microorganismos y su relación con la biotecnología de una forma dinámica, divertida y didáctica.</p> <p>Actividad 1: Demostración Videográfica del Videojuego "Spore" (15 minutos)</p> <p>1. Inicio de la Sesión:</p> <ul style="list-style-type: none"> • El profesor comenzará la sesión mostrando una demostración del videojuego "Spore" (https://youtu.be/GvtZTtLtVKk) con el propósito 	

de activar los conocimientos previos de los estudiantes y estimular su capacidad crítica.

2. Desarrollo de la Actividad:

- Durante la demostración, el profesor irá haciendo pausas para comentar lo que se está viendo en el videojuego.
- Se fomentará la participación de los estudiantes pidiéndoles que comenten lo que observan y sugieran mejoras o cambios en el juego. Esto se realiza para que los estudiantes relacionen lo visto en el juego con los conceptos que ya conocen sobre los microorganismos y estimulen su capacidad crítica y creativa.

Después de la demostración, se dará una breve explicación sobre la relación entre lo observado en el videojuego y los microorganismos reales. Esta explicación servirá como puente para la siguiente actividad, enfocada en recoger y discutir ideas de los estudiantes sobre los microorganismos.

Actividad 2: Lluvia de Ideas sobre Microorganismos (20 minutos)

1. Introducción de la Actividad:

- Los estudiantes se dividirán en grupos pequeños de 3-4 personas.
- Cada estudiante escribirá una idea sobre los microorganismos en un post-it, asegurándose de que las ideas no se repitan demasiado dentro del grupo.

2. Desarrollo de la Actividad:

- Los grupos discutirán sus post-its y las ideas que han escrito para facilitar la discusión y el intercambio de ideas sobre lo que creen saber acerca de los microorganismos.

El profesor hará una breve recapitulación de las ideas discutidas y conectará estas ideas con el concepto de biotecnología, preparando así a los estudiantes para la siguiente actividad.

Actividad 3: Introducción a la Biotecnología y Nueva Lluvia de Ideas (15 minutos)

1. **Presentación del Concepto de Biotecnología:**

- Se mostrará un video hasta el minuto 3:05 (<https://www.youtube.com/watch?v=enLDftQLoxs>) para introducir el concepto de biotecnología y ofrecer una visión general de la biotecnología y su relación con los microorganismos.

2. **Reflexión y Discusión:**

- Tras el video, se hará una reflexión en clase sobre el contenido visto.
- Los estudiantes, en los mismos grupos, realizarán una nueva lluvia de ideas, esta vez enfocada en técnicas de biotecnología que utilicen microorganismos.

3. **Discusión de Ideas:**

- Se discutirán las ideas en clase, destacando las diferentes técnicas mencionadas y cómo los microorganismos juegan un papel crucial en ellas. De esta manera, relacionarán los conceptos de microorganismos con aplicaciones prácticas en la biotecnología.

El profesor hará un resumen de lo aprendido durante la sesión, destacando los puntos clave sobre los microorganismos y su importancia en la biotecnología. Se recordará a los estudiantes la importancia de estos conocimientos y se motivará a continuar explorando el tema en futuras sesiones.

TÉCNICAS	Trabajo en Grupo; Lluvia de ideas; Técnica del Debate						
COMPETENCIAS CLAVE							
CCL	CP	STEM	CD	CPSAA	CC	CE	CCEC
X		X	X	X	X	X	X
DESCRIPTORES			COMPETENCIA ESPECÍFICA	CRITERIOS DE EVALUACIÓN			
CCL1; CCL2; CCL3; CCL5; STEM2;			CE 1	1.1; 1.2; 1.3			
STEM4; CD2; CPSAA1; CPSAA2;			CE 2	2.1; 2.2; 2.3			

CPSAA3; CPSAA4; CPSAA5; CC1; CC2; CC3; CC4; CE1; CE2; CE3; CCEC3; CCEC4.	CE 4	4.1
	CE 5	5.1
	DE 6	6.1; 6.2

RECURSOS

Ordenador y proyector. Videojuego Spore, Altavoces. Espacio adecuado, visible para todos los estudiantes.

Post-it, Bolígrafos o rotuladores.

Pizarra y tiza

Aula con disposición flexible.

Material de apoyo visual: imágenes que expliquen conceptos clave sobre microorganismos y biotecnología.

Vídeo educativo descargado o disponible en línea.

SITUACIÓN DE APRENDIZAJE 2: ¡CONOZCÁMOSLOS!

OBJETIVOS DIDÁCTICOS (OB1)

- Identificar y describir las características principales de los diferentes tipos de microorganismos, incluyendo bacterias, protozoos, algas y hongos.
- Comprender las funciones, modos de nutrición, reproducción y relaciones ecológicas de los microorganismos estudiados.
- Reconocer la importancia de los microorganismos en diversos ecosistemas y su impacto en la vida cotidiana.
- Explorar y comprender las aplicaciones biotecnológicas de los microorganismos, tales como la producción de antibióticos, biocombustibles, fermentación de alimentos y biorremediación.
- Analizar casos específicos de uso de microorganismos en la biotecnología y su impacto en la industria y la salud humana.

- Utilizar el método científico para formular hipótesis, diseñar experimentos y analizar datos relacionados con los microorganismos.
- Desarrollar habilidades de observación, comparación y análisis crítico mediante actividades prácticas y colaborativas.
- Fomentar el pensamiento crítico y la capacidad de razonar y discutir conceptos científicos.
- Identificar y describir los tipos de hongos presentes en la región de Castilla y León, comprendiendo su importancia ecológica, económica y cultural.
- Valorar la biodiversidad local y la importancia de los hongos en la conservación del medio ambiente y la economía regional.
- Promover el trabajo en equipo y la colaboración entre los estudiantes a través de actividades grupales y discusiones en clase.
- Fomentar la participación y el intercambio de ideas mediante lluvias de ideas, creación de mapas conceptuales y elaboración de tablas comparativas.
- Utilizar herramientas digitales y recursos audiovisuales para facilitar el aprendizaje y la comprensión de los conceptos científicos.
- Integrar vídeos educativos y otros recursos multimedia para proporcionar una visión dinámica y atractiva de los temas estudiados.

TEMPORALIZACIÓN	5 sesiones
------------------------	------------

SABERES BÁSICOS

Funciones vitales: nutrición, relación y reproducción.

Antiguos Reinos: Monera, Protocista, Hongos, Vegetal y Animal, y actuales Dominios Bacteria, Archaea y Eukarya.

Hongos: características generales y clasificación. Importancia de la micología en Castilla y León.

Métodos de experimentación para responder a una cuestión científica determinada utilizando instrumentos y espacios (laboratorio, aulas o entorno natural) de forma adecuada.

Métodos de observación y de toma de datos de fenómenos naturales y de análisis de resultados.

Célula procariota y sus partes.

Célula eucariota animal y sus partes.

Célula eucariota vegetal y sus partes.

La célula como unidad estructural y funcional de los seres vivos.

Ecosistemas del entorno y sus elementos integrantes.

Estructura trófica del ecosistema. Cadenas, redes y pirámides tróficas.

Relaciones intraespecíficas e interespecíficas.

DESCRIPCIÓN

Sesión 1

Esta primera sesión está diseñada para introducir al alumnado en los conceptos básicos de las bacterias y su importancia en diversos ámbitos, incluyendo la biotecnología.

Actividad 1: Repaso de Conceptos y Creación de Mapa Conceptual (15 minutos)

- El profesor comenzará la sesión con un repaso breve de los conceptos básicos vistos anteriormente, con el objetivo de activar los conocimientos previos de los estudiantes y preparar el terreno para la nueva información.
- Se procederá a la creación de un mapa conceptual sobre los microorganismos entre todos para afianzar los conocimientos sobre los microorganismos de forma visual y colaborativa.

Después, se dará una breve explicación sobre la relación de estos conceptos con las bacterias, sirviendo como puente para la siguiente actividad enfocada en compartir ideas y conocimientos.

Actividad 2: Lluvia de Ideas sobre bacterias (10 minutos)

- Los estudiantes se dividirán en grupos pequeños de 3-4 personas y cada grupo compartirá sus conocimientos e ideas sobre las bacterias mediante una lluvia de ideas.
- El profesor facilitará la discusión y el intercambio de ideas sobre las bacterias y su relevancia.

El profesor hará una breve recapitulación de las ideas discutidas y conectará estas ideas con los aspectos específicos de la nutrición, reproducción y relación de las bacterias, preparando así a los estudiantes para la siguiente actividad.

Actividad 3: Vídeo introductorio y clase magistral sobre bacterias (25 minutos)

- Se mostrará un vídeo introductorio sobre las bacterias para ofrecer una visión general de las bacterias y sus características básicas.
<https://www.youtube.com/watch?v=lkoUQwwMsfc>
- Se explicará la nutrición, reproducción y relación de las bacterias usando ejemplos interactivos, visuales y gráficos para facilitar la comprensión. Así, se proporcionará una comprensión profunda y detallada sobre las bacterias y su funcionamiento.

El profesor hará un resumen de lo aprendido durante la sesión, destacando los puntos clave sobre las bacterias y su importancia en diversos ámbitos, incluyendo la biotecnología.

Sesión 2

Esta segunda sesión está diseñada para afianzar los conceptos sobre las bacterias y comenzar con la introducción a los protozoos.

Actividad 1: Finalización de la Clase Magistral sobre bacterias (20 minutos)

- El profesor continuará la clase magistral iniciada en la sesión anterior sobre las bacterias para terminar de afianzar los conceptos clave sobre estas.

Después de finalizar la clase magistral, se introducirá brevemente el tema de protozoos, preparando a los estudiantes para la siguiente actividad enfocada en la lluvia de ideas.

Actividad 2: Lluvia de ideas sobre Protozoos (10 minutos)

- Los estudiantes participarán en una lluvia de ideas a mano alzada para activar el pensamiento crítico y conectar los conocimientos previos con los nuevos.
- Se discutirán los resultados de la lluvia de ideas, facilitando la discusión y el intercambio de ideas.

El profesor hará una breve recapitulación de las ideas discutidas y conectará estas con la próxima clase magistral sobre los protozoos, preparando así a los estudiantes para la siguiente actividad.

Actividad 3: Clase Magistral (20 minutos)

- El profesor explicará las características, funciones y la importancia ecológica de los protozoos, incluyendo ejemplos interactivos y visuales para facilitar la comprensión.

Para fomentar el pensamiento crítico, se enviarán tareas para casa enfocadas en preguntas relacionadas con el tema.

Sesión 3

La tercera sesión está diseñada para afianzar los conocimientos sobre los protozoos e introducir a los estudiantes en el mundo de las algas.

Actividad 1: Repaso sobre los protozoos (15 minutos)

- El profesor continuará la sesión anterior corrigiendo las tareas para casa, asegurándose de que los estudiantes comprendan bien los conceptos clave.

Después, se introducirá brevemente el tema de las algas, preparando a los estudiantes para la siguiente actividad enfocada en compartir ideas y conocimientos.

Actividad 2: Lluvia de ideas sobre algas (10 minutos)

- Los estudiantes participarán en una lluvia de ideas a mano alzada sobre las algas para activar el conocimiento previo y fomentar la participación.
- Se facilitará la discusión y el intercambio de ideas.

El profesor hará una breve recapitulación de las ideas discutidas y conectará estas con la próxima clase magistral sobre las algas, preparando así a los estudiantes para la siguiente actividad.

Actividad 3: Clase magistral sobre algas (25 minutos)

- El profesor iniciará una clase magistral sobre las algas, cubriendo sus características, tipos (como algas verdes, rojas y pardas), su reproducción y su papel ecológico.
- Se incluirán ejemplos visuales y gráficos para facilitar la comprensión.

El profesor conectará la información sobre las algas con las plantas, preparando a los estudiantes para la tarea para casa enfocada en la comparación de sus características.

El profesor hará un resumen de lo aprendido durante la sesión, destacando los puntos clave sobre los protozoos, las algas y su comparación con las plantas.

Sesión 4

Esta cuarta sesión está diseñada para repasar los conceptos sobre las algas y comenzar a estudiar los hongos, enfocándonos en sus características, funciones, su importancia en el ecosistema y sus aplicaciones en la biotecnología.

Actividad 1: Repaso sobre Algas (15 minutos)

- Se realizará una actividad interactiva donde los estudiantes compartirán los puntos más importantes que recuerden sobre las algas, con el objetivo de consolidar los conocimientos.
- El profesor continuará la sesión para asegurar la comprensión de todos los conceptos y corregirá la tarea para casa.

Después del repaso sobre las algas, se introducirá brevemente el tema de los hongos, preparando a los estudiantes para la siguiente actividad enfocada en compartir ideas y conocimientos.

Actividad 2: Lluvia de ideas (10 minutos)

- Los estudiantes participarán en una lluvia de ideas a mano alzada sobre sus conocimientos e ideas sobre los hongos.

El profesor hará una breve recapitulación de las ideas discutidas y conectará estas ideas con la próxima clase magistral sobre los hongos, preparando así a los estudiantes para la siguiente actividad.

Actividad 3: Clase Magistral (25 minutos)

- El profesor iniciará una clase magistral sobre los hongos, cubriendo sus características principales, la estructura de sus células, su modo de nutrición y su reproducción.
- Para enriquecer y terminar la clase magistral, se verá un vídeo educativo sobre los hongos que ayudará a ilustrar sus características, funciones y aplicaciones biotecnológicas, proporcionando una visión más dinámica y visual del tema.
<https://www.youtube.com/watch?v=KNgS8vkB0Eo>;

Sesión 5

El objetivo de esta sesión es finalizar el estudio de los hongos, reforzando los conceptos clave, y explorar los tipos de hongos que se encuentran en Castilla y León, destacando su importancia ecológica, económica y biotecnológica.

Actividad 1: Repaso de Conceptos sobre hongos (30 minutos)

- Se realizará una actividad interactiva donde los estudiantes compartirán los puntos más importantes que recuerden sobre los hongos, con el objetivo de consolidar los conocimientos.
- El profesor continuará la sesión revisando lo aprendido y asegurándose de que todos los estudiantes comprendan bien los conceptos.
- Se abordará cómo los hongos son utilizados en biotecnología y para ello se verá un vídeo educativo para ayudar al entendimiento de los alumnos.
<https://www.youtube.com/watch?v=sKqCQpUMyU0>.

El profesor introducirá brevemente el tema de los hongos en Castilla y León, preparando a los estudiantes para la siguiente actividad enfocada en explorar estos tipos de hongos.

Actividad 2: Exploración de los Hongos en Castilla y León (10 minutos)

- Se mostrará un breve vídeo sobre la biodiversidad de hongos en Castilla y León y su importancia cultural y económica en la región.
<https://www.youtube.com/watch?v=RvozN1IhvdU>
- Durante el vídeo, se realizarán paradas para hacer preguntas y fomentar el pensamiento crítico y facilitar la comprensión de la diversidad.

El profesor hará un resumen de lo aprendido durante la sesión, destacando los puntos clave sobre los hongos y su importancia en Castilla y León.							
TÉCNICAS		Creación de mapa conceptual; Lluvia de ideas; Clase magistral; Discusión en grupo					
RECURSOS							
Software de Presentación							
Ordenador y acceso a internet.							
Herramientas digitales (MindMeister, Coggle...) para el mapa conceptual o la pizarra.							
Proyector o pantalla grande y altavoces.							
Vídeos educativos con acceso a través de internet o previamente descargados.							
COMPETENCIAS CLAVE							
CCL	CP	STEM	CD	CPSAA	CC	CE	CCEC
X	X	X	X	X	X	X	X
DESCRIPTORES			COMPETENCIAS ESPECÍFICAS			CRITERIOS DE EVALUACIÓN	
CCL1; CCL2; CCL3; CCL5; STEM1; STEM2; STEM3; STEM4; STEM5; CD2; CD3; CPSAA1; CPSAA3; CPSAA4; CPSAA5; CC1; CC3; CC4; CE1; CE3; CCEC3; CCCEC4			CE 1			1.1; 1.2; 1.3	
			CE 2			2.1; 2.3	
			CE 3			3.1; 3.6	
			CE 4			4.1	
			CE 5			5.1	
			DE 6			6.1; 6.2	
INSTRUMENTO DE EVALUACIÓN			Lista de control; Tarea Para Casa; Cuaderno de Clase				

SITUACIÓN DE APRENDIZAJE 3: ¡A PRACTICAR!	
TEMPORALIZACIÓN	2 sesiones
OBJETIVOS DIDÁCTICOS	
<ul style="list-style-type: none"> • Comprender la importancia de los microorganismos en diversos aspectos de la vida, como la salud, el medio ambiente y la industria. • Identificar y describir diferentes tipos de microorganismos, incluyendo mohos, esporas de hongos, algas y protozoos. • Comprender la importancia de los microorganismos en diversos aspectos de la vida, como la salud, el medio ambiente y la industria. • Desarrollar habilidades de observación y análisis al estudiar muestras microscópicas y macroscópicas. • Aplicar el método científico al realizar observaciones, formular hipótesis y sacar conclusiones sobre las muestras estudiadas. • Evaluar la fiabilidad y relevancia de la información obtenida a partir de lecturas y recursos virtuales sobre microorganismos. • Mejorar las habilidades técnicas al utilizar equipos de laboratorio como lupas y microscopios ópticos. • Adquirir destrezas en la preparación de muestras para su observación microscópica. • Desarrollar habilidades de trabajo en equipo al colaborar en actividades grupales tanto en el laboratorio como en el aula. • Fomentar la curiosidad y el interés por el mundo microscópico y la biología en general. • Promover el respeto y la valoración de la diversidad biológica, incluyendo la de los microorganismos. • Inculcar la importancia de seguir normas de seguridad y cuidado del medio ambiente en el manejo de muestras y equipos de laboratorio. 	
SABERES BÁSICOS	
Hongos: características generales y clasificación. Importancia de la micología en Castilla y León.	

Estrategias y destrezas de observación y comparación de tipos de células al microscopio.

Métodos de experimentación para responder a una cuestión científica determinada utilizando instrumentos y espacios (laboratorio, aulas o entorno natural) de forma adecuada.

Métodos de observación y de toma de datos de fenómenos naturales y de análisis de resultados.

Normas básicas de seguridad en el laboratorio.

La célula como unidad estructural y funcional de los seres vivos.

DESCRIPCIÓN

Sesión 1

Esta primera sesión está diseñada para introducir al alumnado en la observación de mohos y esporas de hongos, utilizando herramientas de laboratorio y recursos alternativos en caso de no contar con laboratorio o desdoble.

Actividad 1: Observación de Mohos y Esporas de Hongos en el Laboratorio (50 minutos)

- En el laboratorio, los estudiantes prepararán y observarán muestras de mohos y esporas de hongos utilizando una lupa y un microscopio óptico.
- Mientras tanto, en el aula, la otra mitad de la clase completará unas tareas sobre la importancia de los microorganismos, dirigidos por el profesor de desdoble.

La sesión se repetirá dos veces para que todos los estudiantes puedan participar en ambas actividades.

Sesión 2

Esta segunda sesión está diseñada para continuar explorando el mundo microscópico, centrándose en las algas y protozoos, así como en la observación e identificación de líquenes.

Actividad 1: Observación de Algas y Protozoos en el Laboratorio (Duración: 50 minutos)

- El profesor comenzará la sesión dividiendo la clase en dos grupos, si es posible.
- En el laboratorio, los alumnos prepararán y observarán muestras de algas y protozoos a través del microscopio óptico.
- Mientras tanto, en el aula, la otra mitad de la clase se dedicará a la observación e identificación de diferentes tipos de líquenes.
- La sesión se repetirá dos veces para que todos los alumnos puedan participar en ambas actividades.

TÉCNICAS	Demonstraciones en vivo; Discusión en grupo; Prácticas de laboratorio guiadas
-----------------	---

RECURSOS

Laboratorio de biología (microscopio óptico, lupas, muestras de mohos, esporas de hongos, algas y protozoos, materiales para la preparación de muestras, equipos de seguridad, material de limpieza).

Materiales de apoyo para la preparación de muestras y realización de actividades.

Artículo sobre microbiología y microorganismos.

Aula de informática / Ordenador y acceso a internet

Personal docente para los casos de desdoble con formación en biología o ciencias naturales.

COMPETENCIAS CLAVE

CCL	CP	STEM	CD	CPSAA	CC	CE	CCEC
X	X	X	X	X	X	X	X

DESCRIPTORES	COMPETENCIA ESPECÍFICAS	CRITERIO DE EVALUACIÓN
CCL1; CCL2; CCL5; STEM1;	CE 1	1.1; 1.2; 1.3
STEM2; STEM3; STEM4; STEM5;	CE 3	3.4; 3.5; 3.6; 3.7
CD3; CD5; CPSAA1; CPSAA2;	CE 4	4.1
CPSAA3; CPSAA4; CPSAA5; CC1;		

CC3; CC4; CE2; CE3; CCEC3; CCEC4.	CE 5	5.1
	DE 6	6.1; 6.2
INSTRUMENTO DE EVALUACIÓN	Lista de control; Cuaderno de Laboratorio; Cuestionario de Evaluación	
SITUACIÓN DE APRENDIZAJE 4: ¡VAMOS A REPASARLO TODO!		
OBJETIVOS DIDÁCTICOS (OB1)		
<ul style="list-style-type: none"> • Reconocer y recordar terminología específica relacionada con la microbiología, como tipos de microorganismos, estructuras celulares y procesos biológicos. • Identificar y comprender los conceptos fundamentales de la microbiología, incluyendo la diversidad de microorganismos, sus características y su importancia en la vida cotidiana y el medio ambiente. • Aplicar el conocimiento adquirido sobre microbiología para resolver problemas y desafíos presentados durante el juego. • Analizar y evaluar la información proporcionada en diferentes actividades, como pruebas de opción múltiple, completar texto y crucigramas, para tomar decisiones informadas. • Desarrollar habilidades de trabajo en equipo al colaborar con otros estudiantes para resolver desafíos y completar tareas dentro de la actividad. • Mejorar las habilidades de resolución de problemas al enfrentarse a acertijos y desafíos que requieren aplicar conceptos de microbiología de manera creativa. • Fomentar una actitud positiva hacia el aprendizaje de la microbiología, reconociendo su relevancia y aplicaciones en la vida cotidiana y la sociedad. • Promover valores como la colaboración, la comunicación efectiva, la perseverancia y la resolución de problemas. • Reflexionar sobre el proceso de aprendizaje durante y después del juego de Escape Room, identificando fortalezas, áreas de mejora y estrategias efectivas para abordar desafíos similares en el futuro. • Desarrollar habilidades de autorregulación al planificar, monitorear y evaluar el propio progreso y desempeño durante la actividad. 		

TEMPORALIZACIÓN	1 sesión
SABERES BÁSICOS	
<p>Funciones vitales: nutrición, relación y reproducción.</p> <p>Antiguos Reinos: Monera, Protocista, Hongos, Vegetal y Animal, y actuales Dominios Bacteria, Archaea y Eukarya.</p> <p>Hongos: características generales y clasificación. Importancia de la micología en Castilla y León.</p>	
DESCRIPCIÓN	
<p>Sesión 1</p> <p>Esta actividad está diseñada para afianzar conocimientos sobre microbiología a través de un juego educativo. La clase se dividirá en cinco grupos, participando de manera alternante en cinco actividades diferentes que evaluarán diversos aspectos del tema.</p> <ol style="list-style-type: none"> 1. Juego online en la plataforma EducaPlay: Los alumnos resolverán preguntas relacionadas con la microbiología utilizando la plataforma EducaPlay (Figura 1). Este juego pondrá a prueba su comprensión de conceptos clave y su capacidad para aplicarlos en situaciones prácticas (Zabala, 2024). <div data-bbox="577 1265 1031 1659" data-label="Image"> </div> <ol style="list-style-type: none"> 2. Crucigrama: Los estudiantes completarán un crucigrama que incluirá términos y conceptos importantes relacionados con los microorganismos (<i>Anexo II</i>). 3. Test de Verdadero o Falso: Se les presentará a los alumnos una serie de afirmaciones sobre microbiología y deberán determinar si son verdaderas o 	

Figura 1. Juego Froggy Jumps sobre microorganismos

falsas. Esta actividad evaluará su capacidad para discernir información precisa y relevante sobre el tema (*Anexo III*).

4. **Completar texto:** Los estudiantes completarán frases o párrafos relacionados con la microbiología, utilizando el conocimiento adquirido durante las clases. Esta actividad les permitirá demostrar su comprensión de los conceptos y su habilidad para expresarlos correctamente (*Anexo IV*).

5. **Test:** Los alumnos responderán a preguntas de opción múltiple sobre microbiología. Esta actividad abarcará diversos aspectos del tema y evaluará su capacidad para identificar y aplicar conceptos de manera efectiva (*Anexo V*).

El grupo que obtenga la puntuación más alta al completar todas las actividades será el grupo ganador. Todos los alumnos de este grupo recibirán una recompensa adicional como incentivo.

Esta actividad no solo servirá como una herramienta de evaluación, sino también como una oportunidad para fomentar el trabajo en equipo, la competencia amistosa y el aprendizaje colaborativo entre los estudiantes.

Los resultados obtenidos por cada grupo serán utilizados en la evaluación integral de la unidad didáctica.

TÉCNICAS	Juego educativo; Actividad de Refuerzo de Vocabulario; Evaluación Formativa; Actividad de Comprensión Escrita; Competencia y Recompensa
-----------------	---

RECURSOS

Dispositivos electrónicos, como computadoras, tabletas o teléfonos inteligentes, para que los estudiantes puedan acceder al juego en línea y realizar otras actividades digitales.

Conexión a internet estable para acceder a recursos en línea y realizar el juego en EducaPlay.

Espacio adecuado para que los grupos trabajen juntos en las actividades.

Hojas de puntuación o tablas para registrar los resultados de cada grupo en las diferentes actividades.

Impresora para llevar las pruebas a clase.							
COMPETENCIAS CLAVE							
CCL	CP	STEM	CD	CPSAA	CC	CE	CCEC
X		X	X	X		X	
DESCRIPTORES		COMPETENCIAS ESPECÍFICAS				CRITERIOS DE EVALUACIÓN	
CCL1; CCL2; CCL3;		CE 1				1.1; 1.2; 1.3	
CCL5; STEM1;		CE 2				2.2	
STEM2; STEM3;		CE 3				3.5; 3.6	
STEM4; STEM5;		CE 4				4.1	
CD3; CD5; CPSAA1;		CE 5				5.1	
CPSAA3; CPSAA4;		CE 6				6.1; 6.2	
CC2; CC3; CE1; CE2;							
CE3.							
INSTRUMENTO DE EVALUACIÓN				Rúbrica de Evaluación de Actividades de Repaso			
SITUACIÓN DE APRENDIZAJE 5: APRENDAMOS SOBRE BIOTECNOLOGÍA							
OBJETIVOS DIDÁCTICOS (OB1)							
<ul style="list-style-type: none"> • Comprender las aplicaciones prácticas de los microorganismos en la biotecnología, como la biorremediación, la producción de alimentos y biocombustibles. • Identificar y explicar los diferentes tipos de microorganismos involucrados en procesos biotecnológicos y su papel en dichos procesos. • Analizar la información presentada en los artículos y sintetizarla en un mapa conceptual que muestre las relaciones entre los diferentes conceptos y aplicaciones de la biotecnología. • Evaluar críticamente la relevancia y la fiabilidad de la información proporcionada en los artículos, identificando posibles sesgos o limitaciones. 							

- Presentar de manera clara y concisa la información recopilada en el mapa conceptual durante las sesiones de exposición, utilizando un lenguaje adecuado para el público objetivo.
- Participar activamente en la discusión y el intercambio de ideas durante las presentaciones, demostrando habilidades de escucha activa y argumentación fundamentada.
- Colaborar de manera efectiva con los compañeros de grupo para elaborar el mapa conceptual y preparar la presentación, distribuyendo tareas de manera equitativa y respetando las opiniones de los demás.
- Proporcionar retroalimentación constructiva a los compañeros durante el proceso de preparación y presentación, promoviendo un ambiente de trabajo colaborativo y de apoyo mutuo.
- Reflexionar sobre el proceso de aprendizaje y la experiencia de preparar y presentar el mapa conceptual, identificando fortalezas, áreas de mejora y estrategias para futuras presentaciones.
- Desarrollar habilidades de autorregulación al planificar y gestionar el tiempo de manera eficiente durante las sesiones de preparación y exposición.
- Conocer las aplicaciones de los microorganismos en la biotecnología tradicional y moderna.
- Aprender a aprender: mapa conceptual.

TEMPORALIZACIÓN	4 sesiones
------------------------	------------

SABERES BÁSICOS

Funciones vitales: nutrición, relación y reproducción.

Antiguos Reinos: Monera, Protoctista, Hongos, Vegetal y Animal, y actuales Dominios Bacteria, Archaea y Eukarya.

Hongos: características generales y clasificación. Importancia de la micología en Castilla y León.

La célula como unidad estructural y funcional de los seres vivos.

Ecosistemas del entorno y sus elementos integrantes.

DESCRIPCIÓN

Sesión 1

Esta primera sesión está diseñada para introducir a los estudiantes en la aplicación de diferentes microorganismos en la biotecnología, a través de la lectura de artículos y la creación de pósteres informativos.

Actividad 1: Formación de Grupos y Lectura de Artículos (25 minutos)

- El profesor formará siete grupos.
- Se proporcionará a cada grupo un artículo adecuado para su edad sobre la aplicación de diferentes microorganismos en la biotecnología (biorremediación, producción de yogur, pan, biocombustibles, entre otros) (*Anexo VI*).
- Cada grupo leerá el artículo asignado y discutirá los conceptos clave y las aplicaciones presentadas.

Los estudiantes serán informados sobre cómo preparar y exponer sus pósteres, así como de la evaluación de los mismos.

Actividad 2: Creación de Pósteres Informativos (25 minutos)

- Los grupos elaborarán un póster que resuma los conceptos clave y las aplicaciones de los microorganismos en la biotecnología, utilizando la técnica que más les guste (esquema, mapa conceptual, etc.).

Sesión 2

- Los grupos utilizarán esta sesión adicional para preparar y organizar sus presentaciones.
- El profesor ayudará a aquellos que tengan dudas.

Sesiones 3 y 4

Las sesiones de exposición se llevarán a cabo durante dos días consecutivos, con cada grupo teniendo un tiempo de 10 minutos para presentar su mapa conceptual y explicar sus hallazgos. Esto permitirá a todos los grupos compartir sus ideas y conocimientos con el resto de la clase.

<ul style="list-style-type: none"> • Durante el proceso de exposición, se fomentará la autoevaluación, coevaluación y heteroevaluación entre los estudiantes. Esto les permitirá reflexionar sobre su propio desempeño, evaluar el trabajo de sus compañeros y recibir retroalimentación constructiva de sus profesores y compañeros. 							
TÉCNICAS		Formación de grupos y lectura de artículos; Creación de pósteres; Exposición; Autoevaluación y coevaluación					
RECURSOS		Artículos adaptados a la edad Papel grande o cartulinas Marcadores, lápices de colores, bolígrafos Tijeras y pegamento Imágenes impresas y gráficos que los estudiantes puedan utilizar Ordenadores con acceso a internet Proyector y pantalla Herramientas para crear presentaciones digitales Programas de edición de imágenes para diseñar pósteres si se prefiere Espacio para exhibir los pósteres durante las presentaciones.					
COMPETENCIAS CLAVE							
CCL	CP	STEM	CD	CPSAA	CC	CE	CCEC
X		X	X	X	x	X	x
DESCRIPTORES			COMPETENCIAS ESPECÍFICAS			CRITERIOS DE EVALUACIÓN	
CCL1; CCL2; CCL3; STEM1; STEM2; STEM3; STEM4; STEM5; CD1; CD2; CPSAA3; CPSAA4; CPSAA5; CC1; CC3; CE1; CE2; CE3; CCE2; CCCE3; CCE4.			CE 1			1.1; 1.2; 1.3	
			CE 2			2.1	
			CE 3			3.6	
			CE 4			4.1	

	CE 5	5.1
INSTRUMENTO DE EVALUACIÓN	Rúbrica de evaluación del mapa conceptual; Rúbrica de la presentación oral	

6.7 EVALUACIÓN

La evaluación tiene como objetivos la mejora del aprendizaje de todos y cada uno de los estudiantes, la mejora de los procesos de enseñanza y, en última instancia, la mejora del sistema educativo.

Dependiendo de las actividades y el enfoque que se le haya dado a la situación de aprendizaje, los materiales evaluables y los instrumentos de evaluación son diferentes.

Lista de Control para Evaluar la Participación

En todas las situaciones de aprendizaje se utilizará una lista de control (*Anexo VII*) para evaluar la participación de los alumnos en las diferentes actividades, enfocándose en los siguientes criterios:

- 1. Participación equitativa.** Cada alumno contribuye de manera equilibrada durante la actividad y se asegura de que todos los miembros del grupo tengan la oportunidad de participar.
- 2. Respeto a los demás.** El alumno escucha atentamente a sus compañeros y muestra respeto por las opiniones y aportaciones de los demás.
- 3. Gestión de desacuerdos.** Maneja los desacuerdos de manera constructiva y busca soluciones consensuadas.
- 4. Comunicación efectiva.** Se comunica claramente y de manera adecuada con los demás, utilizando un lenguaje apropiado. Expresa sus ideas de manera coherente y comprensible.

Tareas para Casa

Al finalizar las clases magistrales, se asignarán tareas para casa que refuercen los conceptos aprendidos en clase y promuevan la investigación y la reflexión independiente.

- 1. Comparación de Algas y Plantas.** Los alumnos deberán comparar las características de las algas y las plantas en una tabla que se les entrega para rellenar. Esta tarea ayudará a reflexionar sobre las diferencias y similitudes entre estos dos grupos de seres vivos.

2. **Preguntas de Reflexión.** Se asignarán preguntas para fomentar el pensamiento crítico.

Cada tarea se evaluará como *Completada* (C) o *No completada* (NC) (*Anexo VIII*).

Cuaderno de Clase y Laboratorio

Durante las clases, se les pedirá a los alumnos que tomen apuntes. Estos se evaluarán mediante una rúbrica (*Anexo IX*) para verificar que toman notas adecuadas durante las clases y realizan las actividades asignadas y supondrá un 30% de la nota total de la asignatura.

Recursos virtuales

En caso de utilizar recursos virtuales, se pueden utilizar cuestionarios en línea y tareas de seguimiento para evaluar la comprensión y la participación de los alumnos.

1. La Universidad de Sevilla proporciona un laboratorio virtual de microbiología (Sevilla, s.f.), con diferentes prácticas (**Figura 2**). Para asegurarse de que los alumnos entiendan la práctica, establece preguntas sencillas relacionadas a estas al final.



Figura 2. Laboratorio virtual de microbiología

2. *A virtual pond dip* es una práctica virtual (**Figura 3**) que recoge agua de un estanque y observa los organismos (Magazine, s.f.). Requiere java y está en inglés, por lo que se fomentará la **competencia plurilingüe**. Para evaluar la actividad proporcionada en el enlace de Microscopy-UK sobre la exploración de muestras de agua de estanque, se utilizará un cuestionario de evaluación (*Anexo X*).

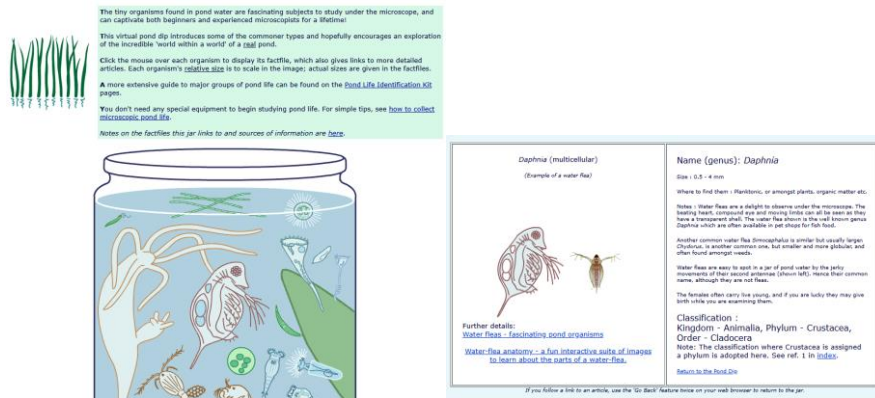


Figura 3. Ejemplo de la práctica

Evaluación de Actividades de Repaso

La actividad consta de 5 pruebas, con las siguientes puntuaciones:

1. **Juego Online.** 10 puntos por pregunta acertada.
2. **Crucigrama.** 8,3 puntos por término correcto.
3. **Test de Verdadero o Falso.** 5 puntos cada afirmación correcta.
4. **Completar Texto.** 11 puntos cada frase correcta.
5. **Test de opción múltiple.** 10 puntos cada pregunta correcta.

Rúbrica del Póster

Los pósteres se evaluarán utilizando una rúbrica (*Anexo XI*), a la cual tendrán acceso tanto los alumnos como el profesor para realizar la autoevaluación, coevaluación y heteroevaluación, respectivamente.

Rúbrica de la Presentación

Las presentaciones se evaluarán utilizando una rúbrica (*Anexo XII*), a la cual tendrán acceso tanto los alumnos como el profesor para realizar la autoevaluación, coevaluación y heteroevaluación, respectivamente.

6.8 ADAPTACIONES CURRICULARES

Adaptaciones de temario.

- Si no hay acceso a un laboratorio, se utilizarán recursos virtuales en línea.
Para la primera sesión, los alumnos explorarán simulaciones y recursos interactivos relacionados con la microscopía, utilizando enlaces proporcionados como el laboratorio virtual de microbiología. (Sevilla, s.f.)
Para la segunda sesión, los alumnos explorarán simulaciones y herramientas interactivas relacionadas con la microscopía y la observación de líquenes,

utilizando enlaces proporcionados (Magazine, s.f.) (Biodiversidad virtual, s.f.). El propósito de esta adaptación es proporcionar una experiencia de aprendizaje inmersiva, aunque virtual, que complementará los objetivos de la sesión.

- En caso de no disponer recursos virtuales en línea, se les facilitarán fotocopias de libros con imágenes reales microscópicas (Harvey, Wood, Scott, Jackson, & Perks, 2021)
- Alternativa en Caso de No Disponibilidad de Desdoble. Las mismas actividades se realizarán de manera conjunta en el laboratorio, pero el profesor hará hincapié en mantener el orden y el control para garantizar un entorno de aprendizaje efectivo y seguro.

Adaptaciones metodológicas

- Proveer apoyo adicional a estudiantes que necesiten ayuda para comprender los conceptos o completar las tareas. Esto puede incluir tutorías, materiales adaptados y explicaciones adicionales.
- Proporcionar materiales de lectura y recursos en formatos accesibles, incluyendo texto grande, audio y vídeos con subtítulos.
- Proveer guías para ayudar a los estudiantes a organizar sus apuntes de manera efectiva.
- Asignar roles específicos dentro de los grupos para asegurar la participación equitativa y el desarrollo de habilidades específicas (líder, portavoz, encargado de materiales, etc.).
- Proporcionar recursos y herramientas adaptadas para estudiantes con discapacidades físicas, sensoriales o de aprendizaje.
- Hay que asegurar que el aula y el laboratorio sean accesibles para todos los estudiantes, incluyendo aquellos con movilidad reducida.

Adaptaciones específicas

Para la persona con diversidad funcional física, se tendrán en cuenta las siguientes adaptaciones:

- El estudiante se ubicará cerca del pasillo y dispondrá de un espacio más amplio que facilite el acceso y la maniobra para sentarse en su mesa.
- Se proporcionará una mesa especial que sea más alta y ajustada a la estatura del estudiante para garantizar su comodidad y ergonomía.

- Durante las actividades en el laboratorio, se le ofrecerá al estudiante el máximo nivel de asistencia posible para asegurar su participación efectiva y segura.
- En las actividades grupales, los miembros del grupo se reunirán alrededor del estudiante para evitar que este deba desplazarse, facilitando así su integración y participación.
- En las actividades de repaso, el grupo del estudiante se ubicará lo más cercano posible al ordenador, minimizando la necesidad de desplazamiento del estudiante.
- Proporcionar tiempo adicional para la realización de exámenes y actividades que requieran desplazamientos físicos o manipulación de materiales.
- Asegurar que existen planes de evacuación y medidas de seguridad específicas para el alumno en caso de emergencia.
- Asegurar que todo el entorno escolar (baños, acceso a aulas, áreas comunes) esté adaptado para ser accesible.
- Mantener una comunicación abierta y continua con el alumno y su familia para ajustar las adaptaciones según las necesidades cambiantes del estudiante.

7. RESULTADOS Y DISCUSIÓN

Para saber la percepción de los estudiantes en biotecnología, se analizaron las 61 respuestas de la encuesta mencionada en el punto 5 (**Anexo I**).

Cabe destacar que la categoría “indiferente” fue la más alta tanto en 1º de la ESO (**Ilustración 1**) como en 3º de la ESO (**Ilustración 2**), indicando una falta de conocimiento definido sobre la biotecnología.

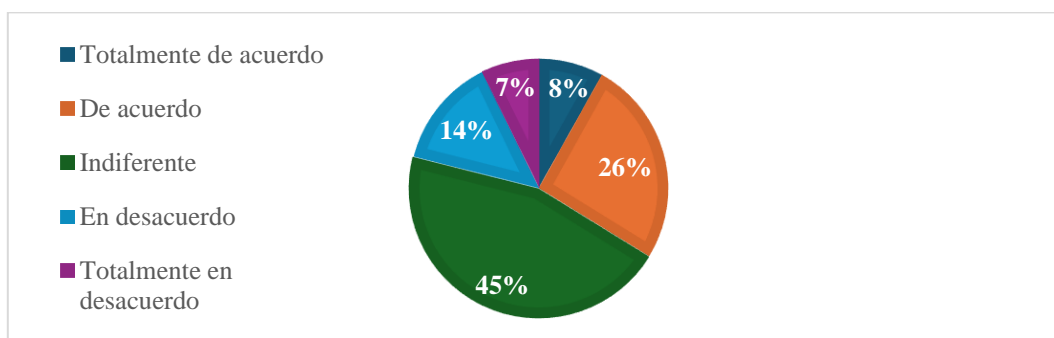


Ilustración 1. Nivel de desacuerdo del alumnado de 1º ESO

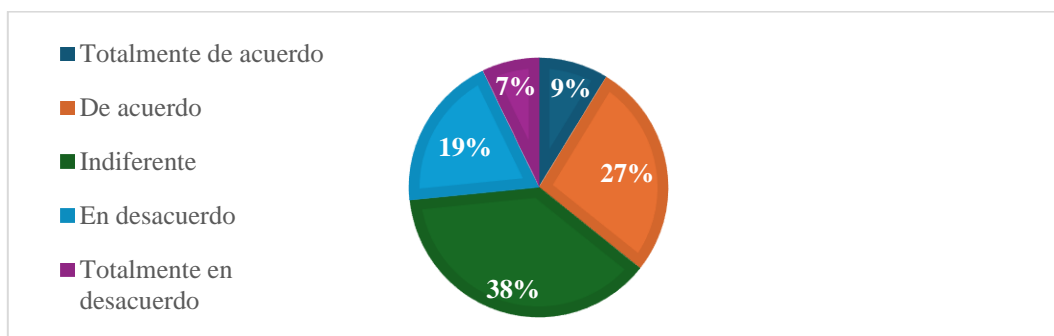


Ilustración 2 Nivel de desacuerdo del alumnado de 3º ESO

En 1º de la ESO, la mayoría (68%) reconoce la importancia y diversidad de la biotecnología (**Ilustración 3**), mientras que en 3º de la ESO solo el 29% la reconoció, mostrando una mayor indiferencia (50%) (**Ilustración 4**).

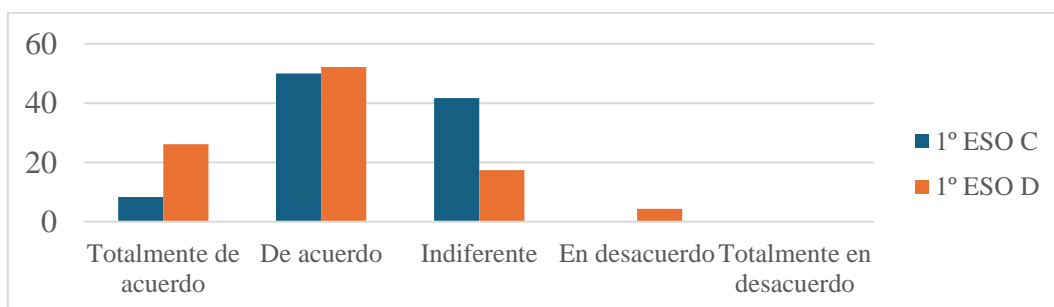


Ilustración 3 Respuesta del alumnado de 1º ESO respecto a las aplicaciones de la biotecnología

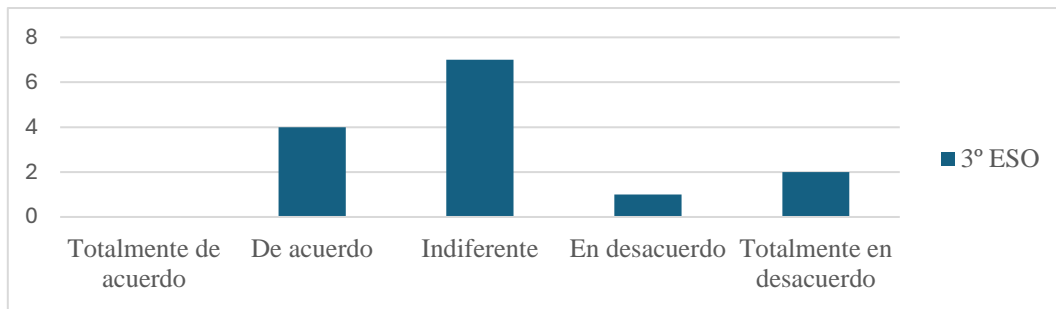


Ilustración 4. Respuesta de alumnos de 3° ESO respecto a las aplicaciones de la biotecnología

En cuanto a las percepciones erróneas, en 1° de la ESO:

- El 59,5% de los estudiantes creen que las **terapias génicas** pueden alterar la personalidad o la identidad de una persona (**Ilustración 5**).

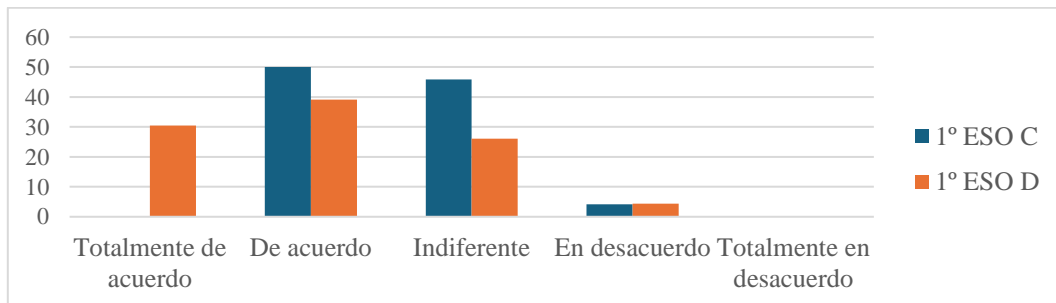


Ilustración 5. Respuesta del alumnado de 1° ESO

- El 59% cree que las **plantas transgénicas** han provocado un aumento masivo de la utilización de pesticidas. (**Ilustración 6**)

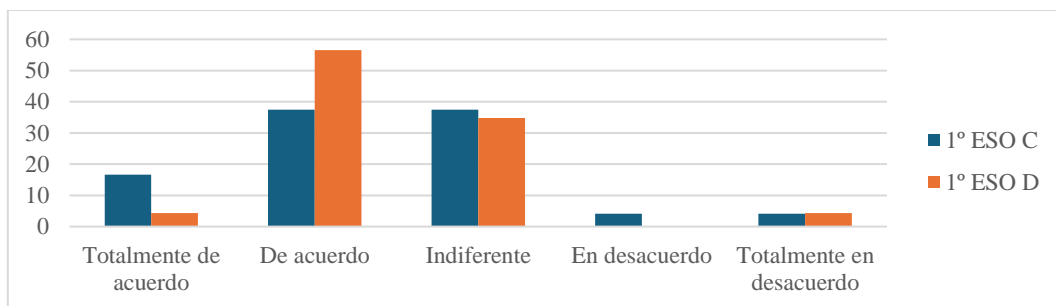


Ilustración 6 Respuesta del alumnado de 1° ESO

- El 38% de los estudiantes cree que los **organismos genéticamente modificados** pueden transferir genes modificados a los humanos que los consumen. (**Ilustración 7**)

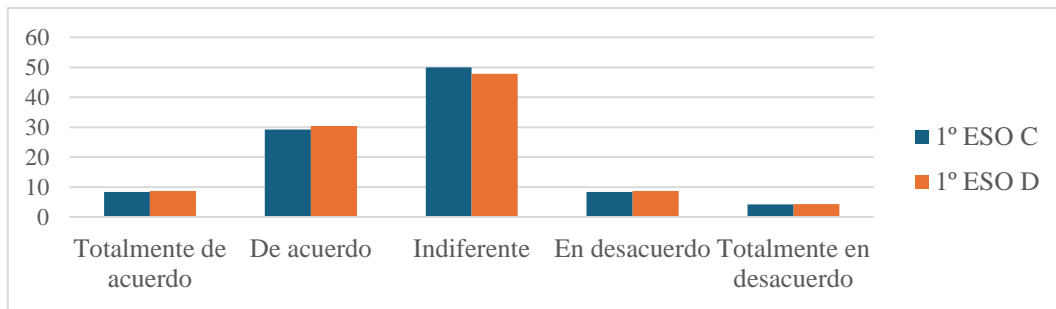


Ilustración 7 Respuesta del alumnado de 1° ESO

- El 46,5% de los estudiantes cree que las **vacunas** de ADN pueden integrarse al genoma humano, alterándolo permanentemente. (**Ilustración 8**)

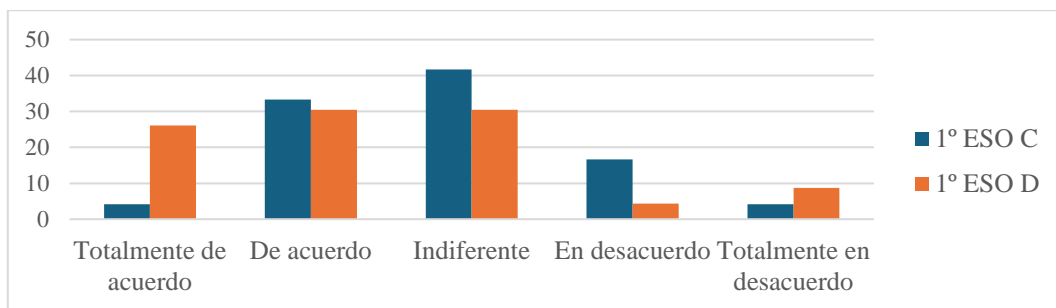


Ilustración 8 Respuesta del alumnado de 1° ESO

En cuanto a las percepciones erróneas en **3° de la ESO**:

- Un alto porcentaje (50%) cree incorrectamente que la biotecnología es una ciencia completamente nueva sin raíces históricas (**Ilustración 9**).

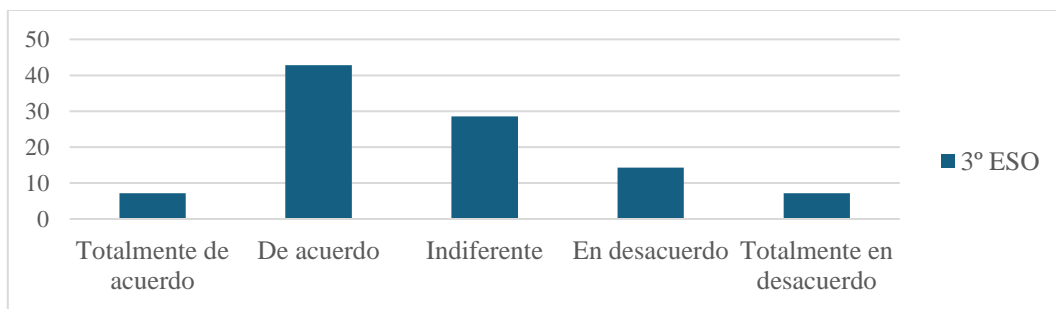


Ilustración 9 Respuesta del alumnado de 3° ESO

- El 57% del alumnado cree incorrectamente que las terapias génicas alteran la personalidad de una persona (**Ilustración 10**).

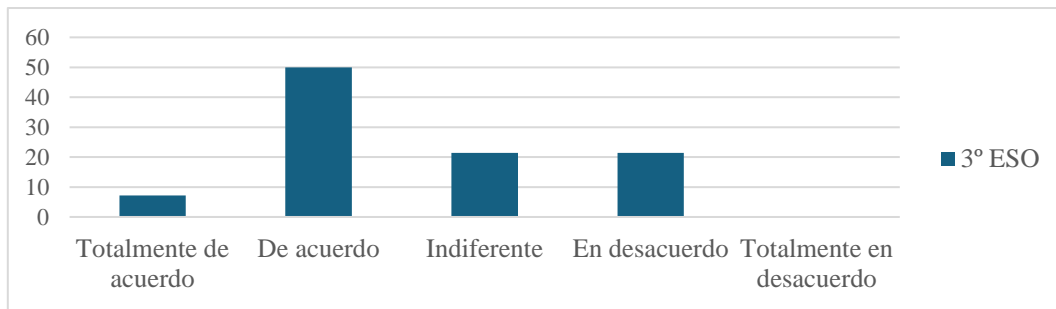


Ilustración 10 Respuesta del alumnado de 3° ESO

- El 35% de los estudiantes creen que los **OGM** pueden transferir genes modificados a los humanos que los consumen (**Ilustración 11**).

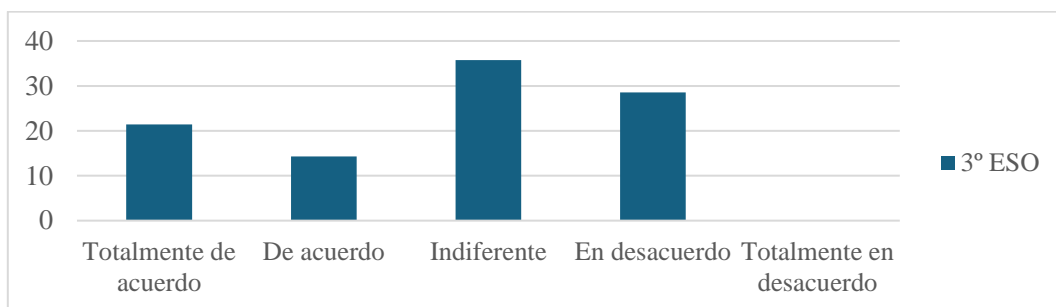


Ilustración 11 Respuesta del alumnado de 3° ESO

- El 36% cree que los **OGM** causan la declinación de los polinizadores (**Ilustración 12**).

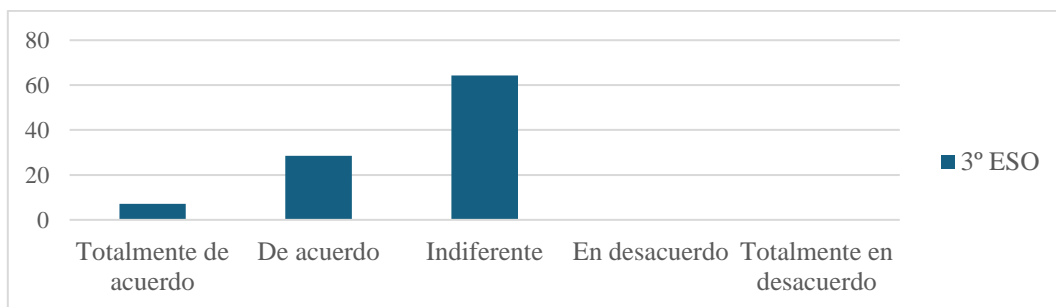


Ilustración 12 Respuesta del alumnado de 3° ESO

La prevalencia de respuestas indiferentes y percepciones erróneas destaca la **necesidad** de una **educación continuada y coherente** en biotecnología a lo largo de los diferentes niveles educativos. Es crucial proporcionar información detallada y basada en evidencia para corregir ideas equivocadas y formar opiniones más informadas entre los estudiantes, así como abordar las **cuestiones éticas** y los **beneficios** de la biotecnología en el currículo educativo para fomentar una comprensión equilibrada y precisa.

En respuesta a estos resultados, durante el **periodo de prácticas**, se **implementó** en dos aulas de 1º ESO la **unidad didáctica** desarrollada en el punto 6, centrada en la biotecnología y los microorganismos.

Es importante mencionar que el trabajo del póster se realizó de manera individual. En lugar de llevar a cabo una presentación oral como estaba originalmente planificado, los estudiantes realizaron un examen escrito individual. El resto de la unidad didáctica se llevó a cabo tal como está descrito en el plan original.

En general, se observó que:

- Todos los estudiantes participaron activamente en las actividades propuestas.
- La metodología del **Recuerdo Activo** promovió la interacción constante en el aula. Los alumnos respondieron positivamente a las preguntas frecuentes, tareas para casa y a las pruebas realizadas.
- Los alumnos demostraron una buena comprensión de los conceptos básicos y simples de la biotecnología a través de la creación de pósters. La calidad de los pósters fue alta, con un promedio de puntuación de 8,61 sobre 10, según la rúbrica de evaluación (**Ilustración 7**).

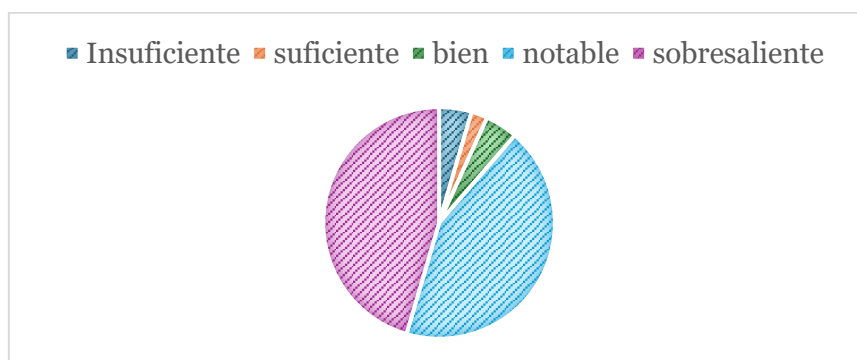


Ilustración 13. Gráfica de notas de los estudiantes

Solo el 2% de los trabajos no cumplieron con los requisitos, ya que, en lugar de presentar un esquema o mapa conceptual como se solicitaba, entregaron un resumen (**Figura 4**).

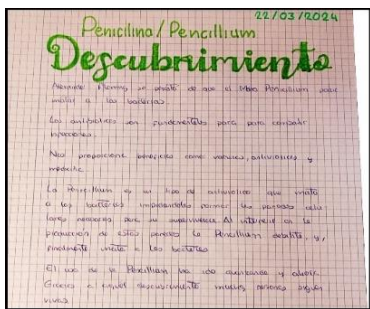


Figura 4. Resumen sobre el descubrimiento de la penicilina

El 7% de los trabajos fueron considerados adecuados, aunque les faltaba información adicional, mayor detalle en los enlaces entre conceptos y elementos visuales que facilitarían la comprensión (Figura 5 y 6).

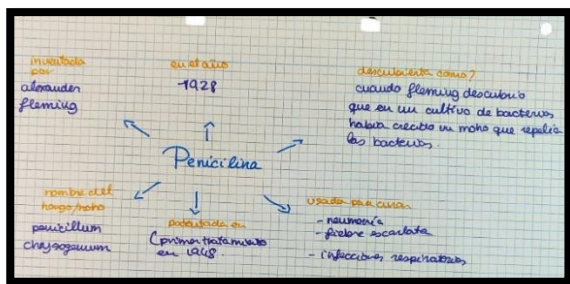


Figura 5. Mapa conceptual sobre la penicilina

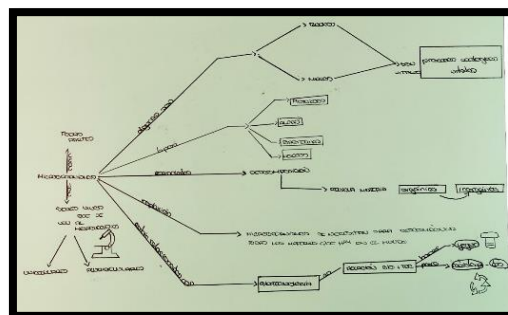


Figura 6 Mapa conceptual sobre los microorganismos

El 82% de los trabajos presentados por los estudiantes no solo demuestran un alto nivel de comprensión y síntesis de conceptos biológicos complejos, sino que también destacan la capacidad para aplicar y comunicar estos conceptos de manera efectiva (Figura 7, Figura 8 y Figura 9).

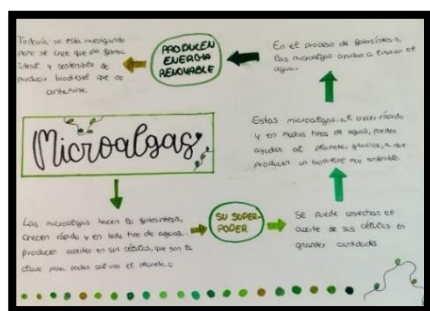


Figura 7 Mapa conceptual sobre microalgas

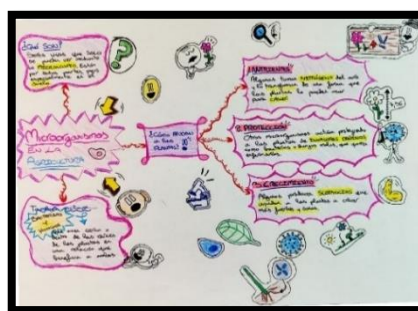


Figura 8 Mapa conceptual sobre los microorganismos en la agricultura

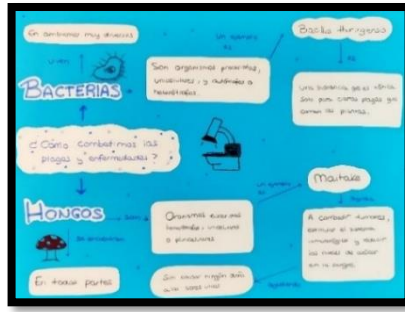


Figura 9 Mapa conceptual sobre cómo combatir las plagas

Es importante destacar ciertos trabajos presentados:

- La **Figura 10** muestra un esquema ilustrado sobre los virus, donde se abordan conceptos complejos como la transducción, normalmente enseñados a estudiantes de 16 años. Asimismo, la inclusión de aplicaciones prácticas en biotecnología y medicina muestra un entendimiento de la relevancia y el impacto de estos procesos en el mundo real.

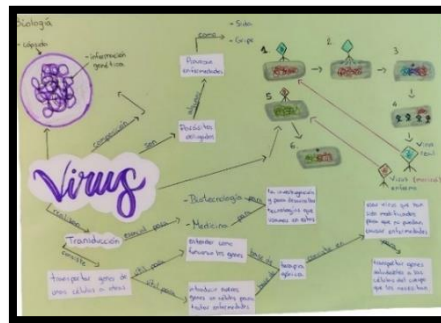


Figura 10 Mapa conceptual sobre los virus y su importancia biotecnológica

- Como vemos en la **Figura 11**, el trabajo aborda el descubrimiento y funcionamiento de la penicilina. El esquema está dividido en secciones claras, con títulos destacados que facilitan la navegación del contenido. Añadido a esto, se hace un uso interactivo de solapas para ocultar y revelar información adicional. La estudiante muestra una comprensión sólida del tema.



Figura 11 Esquema sobre la penicilina

- Por último, la **Figura 12** muestra un trabajo sobre el uso de plantas y microorganismos para limpiar metales pesados del suelo, destacando la relevancia ambiental de la fitorremediación y demostrando una comprensión profunda del tema y habilidades avanzadas en la organización y comunicación de información científica.

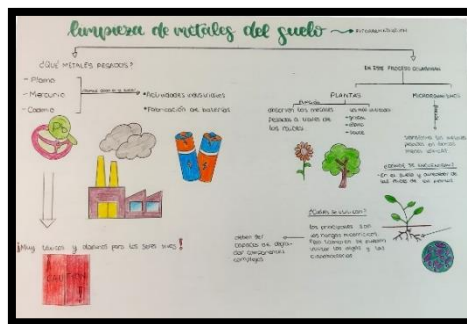


Figura 12 Mapa conceptual sobre los metales pesados

El resto de los trabajos se encuentran en los anexos y mantienen un nivel de calidad comparable a los previamente mencionados (**Anexo XIII**).

Todos estos resultados sugieren que, con el enfoque pedagógico adecuado, estudiantes más jóvenes pueden comprender y trabajar con material avanzado, lo que tiene implicaciones significativas para el diseño curricular y las estrategias de enseñanza en ciencias biológicas.

8. CONCLUSIONES

El análisis bibliográfico que se ha realizado ha demostrado percepciones erróneas y un bajo conocimiento sobre la biotecnología tanto entre estudiantes como profesores, a pesar de ser un campo de la ciencia de gran relevancia.

Llevando este análisis al contexto educativo, se ha revelado un desconocimiento generalizado sobre el tema, confirmando los hallazgos bibliográficos. Para afrontar esta situación, se ha propuesto integrar conceptos básicos de la biotecnología en el primer ciclo de la ESO mediante una unidad didáctica.

La implementación de una unidad didáctica que contempla la biotecnología ha demostrado que, con un enfoque pedagógico adecuado, estudiantes más jóvenes pueden comprender y trabajar este tema. Además de ello, a través de la creación de pósteres, los alumnos han demostrado una buena comprensión de los conceptos básicos de la biotecnología, reflejada en la alta calidad de los trabajos presentados.

Sin embargo, la legislación actual no incluye el concepto de biotecnología en la educación hasta bachillerato, quedando fuera de la educación obligatoria y limitándose a los estudiantes de la rama de ciencias biológicas. Es recomendable que esta situación cambie. Podría ser beneficioso integrar la biotecnología dentro de los conceptos ya definidos en la ley, de manera similar a lo propuesto en la unidad didáctica.

Para seguir validando y ampliando estos resultados, se sugiere llevar a cabo estudios adicionales en 1º de ESO. Además, sería valioso implementar otras unidades didácticas en diferentes cursos de la ESO y realizar estudios en esos niveles educativos. También sería interesante realizar estudios longitudinales para ver la evolución de los conocimientos tras aplicar Unidades Didácticas que contemplen conceptos básicos de biotecnología.

De esta manera, se garantizará que los hallazgos sean consistentes, representativos y aplicables a una población estudiantil más amplia. Como bien dijo Carl Sagan, “la ciencia es más que un cuerpo de conocimientos, es una manera de pensar”. Fomentar esta manera de pensar desde temprana edad puede preparar mejor a los estudiantes para los desafíos futuros y contribuir a una sociedad más informada.

9. BIBLIOGRAFÍA

Artículos de revista

- Arundel, A., Beuzekom, B. v., & Gillespie, I. (2007). Defining biotechnology - carefully. *Trends in Biotechnology*, 331-332.
- Borgerding, L. A., Sadler, T. D., & Koroly, M. J. (2012). Teachers' Concerns About Biotechnology Education. *Journal of Science Education and Technology* , 133-147.
- Dawson, V. M. (2007). An Exploration of High School (12–17 Year Old) Students' Understandings of, and Attitudes Towards Biotechnology Processes. *Research in Science Education*, 59-73.
- Duda, H. J., Wahyuni, F. R., & Setyawan, A. E. (2020). Misconception of the biology education students on the concepts of fermentation. *Journal of Physics: Conference Series*.
- Duda, H. J., Wahyuni, F. R., & Setyawan, A. E. (2020). Plant biotechnology: Studying the misconception of biology education students. *INTERNATIONAL CONFERENCE ON SCIENCE AND APPLIED SCIENCE*. Surakarta, Indonesia: AIP Publishing.
- Duda, H. J., Wahyuni, F. R., & Setyawan, A. E. (2020). Student misconception analysis in the biotechnology concept with certainty of response index. *International Journal of Education Humanities and Social Science*.
- Duda, H. J., Wibowo, D. C., Wahyuni, F. R., Setyawan, A. E., & Subekti, M. R. (2023). Examines the Misconceptions of Students Biology Education: Health Biotechnology. En *Pedagogika* (págs. 182–199).
- Dunham, T., Wells, J., & White, K. (2002). Biotechnology Education: A multiple instructional strategies approach. *Journal of Technology Education*.
- Harms, U. (2002). Biotechnology Education in Schools. *Electronic Journal of Biotechnology*.
- Hoz, M. C., Solé Llusà, A., Haro, J., Gericke, N., & Valls, C. (2021). Student Primary Teachers' Knowledge and Attitudes Towards Biotechnology- Are They Prepared

- to Teach Biotechnological Literacy? *Journal of Science Education and Technology*, 203-216.
- López-Banet, L., González, C. R., & Fernández, E. A. (2020). Relationships between Knowledge, Attitudes and Interests of Spanish Pre-university Students in Relation to Different Areas of Biotechnology. *EURASIA Journal of Mathematics, Science and Technology Education*.
- McHughen, A., & Wager, R. (2010). Popular misconceptions: agricultural biotechnology. *New Biotechnology*.
- Milena, A., Palacios, D., & Guadalupe, n. (2023). Biorremediación en Aguas Residuales Acuícolas: Una Revisión. *Ciencia Latina Revista Multidisciplinar*.
- Miller, H. I. (2006). Biotech's defining moments. *Trends in Biotechnology*.
- Orndorf, H. C., Waterman, M., Lange, D., Kavin, D., Johnston, S. C., & Jenkins, K. P. (2022). Opening the Pathway: An Example of Universal Design for Learning as a Guide to Inclusive Teaching Practices. *CBE—Life Sciences Education*.
- Pfeifer, K., Ergal, Í., Koller, M., Basen, M., & Bernhard Schuster, S. K.-M. (2021). Archaea Biotechnology. *Biotechnology Advances*.
- Stewart, C. N., Jr., H. A., & D.Halfhill, M. (2000). Transgenic Plants and Biosafety: Science, Misconceptions and Public Perceptions. *BioTechniques*, 832-843.
- Wisch, J. K., Farrel, E., Siegel, M., & Freyermuth, S. (2018). Misconceptions and persistence: resources for targeting student alternative conceptions in biotechnology. *Biochemistry and Molecular Biology Education*, 602-611.
- Wisch, J. K., Farrell, E., Siegel, M., & Freyermuth, S. (2018). Misconceptions and persistence: resources for targeting student alternative conceptions in biotechnology. *Biochemistry and Molecular Biology Education*, 602-611.
- Witzig, S. B., Rebello, C. M., Siegel, M. A., Freyermuth, S. K., Izci, K., & McClure, B. (2014). Building the BIKE: Development and Testing of the Biotechnology Instrument for Knowledge Elicitation (BIKE). *Research in Science Education* , 675-698.

Xu, J., Xu, A., Filip, C., Patel, Z., Bernstein, S. R., Tanveer, R., . . . Kotroczo, T. (2024). Active recall strategies associated with academic achievement in young adults: A systematic review. *Journal of Affective Disorders*, 191-198.

Libros

Clark, D. P., & Pazdernik, N. J. (2015). *Biotechnology*. 2ª edición Elsevier.

Smith, J. E. (2009). *Biotechnology*. 5ª edición Cambridge.

Harvey, D., Wood, E., Scott, M., Jackson, T., & Perks, B. (2021). *Vida microscópica: maravillas de un mundo en miniatura*. Gran Bretaña: DK.

Trabajos académicos

Escobar, C. (2023). *UVa doc*. Obtenido de UVa doc: https://uvadoc.uva.es/handle/10324/63481?locale-attribute=pt_BR

Montenegro, P. M. (2016). *UVa doc*. Obtenido de UVa doc: <https://uvadoc.uva.es/handle/10324/19294>

Sancha, P. (2022). *UVa doc*. Obtenido de UVa doc: <https://uvadoc.uva.es/bitstream/handle/10324/54603/TFG-M-N2576.pdf?sequence=1&isAllowed=y>

Serrano, S. (2014). *UVa doc*. Obtenido de UVa doc: <https://uvadoc.uva.es/handle/10324/6311?locale-attribute=fr>

Webs

Biotechnology Innovation Organization. (2024). Obtenido de Biotechnology Innovation Organization.

Biodiversidad virtual. (s.f.). Obtenido de <https://www.biodiversidadvirtual.org/hongos/index.php>

Magazine, M. U. (s.f.). *A virtual pond dip*. Obtenido de <http://www.microscopy-uk.org.uk/index-no-ads.html?http://www.microscopy-uk.org.uk/ponddip/>

Sevilla, U. d. (s.f.). *Laboratorio virtual microbiología*. Obtenido de https://ra.sav.us.es/rv/imagen/laboratorio_virtual_microbiologia/

Zabala, I. (2024). *EducaPlay*. Obtenido de Microorganismos Quiz: https://es.educaplay.com/recursos-educativos/18099800-microorganismos_quiz.html

Leyes

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, núm. 340, de 30 de diciembre de 2020, Referencia: BOE-A-2020-17264.

DECRETO 39/2022, de 29 de septiembre, por el que se establece la ordenación y el currículo de la educación secundaria obligatoria en la Comunidad de Castilla y León. Boletín Oficial de Castilla y León, núm. 192, de 3 de octubre de 2022, pp. 41205-41252.

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, núm. 190, de 30 de septiembre de 2022, pp. 49543-50352.

Real Decreto 217/2022, de 29 de marzo, por el que se establece la ordenación y las enseñanzas mínimas de la Educación Secundaria Obligatoria. Boletín Oficial del Estado, núm. 76, de 30 de marzo de 2022, Referencia: BOE-A-2022-4975

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, núm. 82, de 6 de abril de 2022, Referencia: BOE-A-2022-5521.

ORDEN EDU/424/2024, de 9 de mayo, por la que se desarrolla la evaluación, la promoción y la titulación en la Educación Secundaria Obligatoria en la Comunidad de Castilla y León. Boletín Oficial del Estado, núm. 95, de 17 de mayo de 2024, pp. 66-158.

10. ANEXOS

Anexo I. Encuesta sobre Biotecnología

1. La biotecnología abarca una amplia gama de aplicaciones, incluyendo medicina, agricultura y producción de alimentos, y se basa en conocimientos que se han desarrollado a lo largo de la historia (Borgerding, Sadler, & Koroly, 2012).
2. La biotecnología es una ciencia completamente nueva sin raíces históricas.
3. La modificación genética de cultivos puede aumentar la productividad de los cultivos y reducir las pérdidas debido a enfermedades y plagas, contribuyendo a la seguridad alimentaria (McHughen & Wager, 2010).
4. La biorremediación utiliza microorganismos para limpiar entornos contaminados de manera ecológica y económica (Milena, Palacios, & Guadalupe, 2023)
5. Los organismos modificados genéticamente (OMG) han sido rigurosamente evaluados por su seguridad y pueden ofrecer beneficios como mejoras en la nutrición y resistencia a enfermedades y plagas (McHughen & Wager, 2010).
6. La biotecnología tiene aplicaciones negativas y dañinas para la sociedad y el medio ambiente (Dawson, 2007)
7. La biotecnología no tiene en cuenta las cuestiones éticas (Borgerding, Sadler, & Koroly, 2012).
8. Los cultivos transgénicos son perjudiciales para la salud humana sin excepción. (McHughen & Wager, 2010)
9. Un químico es una sustancia adversa no asociada con la vida ((Wisch, Farrel, Siegel, & Freyermuth, 2018).
10. Las terapias génicas pueden alterar la personalidad o la identidad de una persona. (Duda, Wibowo, Wahyuni, Setyawan, & Subekti, 2023)
11. Los organismos genéticamente modificados (OGM) son perjudiciales para la salud (Wisch, Farrell, Siegel, & Freyermuth, 2018).
12. Las plantas transgénicas han provocado un aumento masivo de la utilización de pesticidas, perjudicando los ecosistemas. (Stewart, Jr., & D.Halfhill, 2000).
13. Los OGM pueden transferir genes modificados a los humanos que los consumen. (McHughen & Wager, 2010)
14. Las vacunas de ADN pueden integrarse al genoma humano, alterándolo permanentemente (Duda, Wibowo, Wahyuni, Setyawan, & Subekti, 2023)
15. La biotecnología solo se enfoca en organismos vivos. (Dunham, Wells, & White, 2002)
16. Los OGM causan alergias (McHughen & Wager, 2010).
17. Los OGM están vinculados con un aumento en el riesgo de cáncer. (Stewart, Jr., & D.Halfhill, 2000)
18. Los OGM causan la declinación de polinizadores (Stewart, Jr., & D.Halfhill, 2000).

Anexo II: Crucigrama

1. Conjunto de hifas que forma la estructura vegetativa de un hongo. **Micelio**

2. Estructura resistente formada por algunas bacterias como mecanismo de supervivencia en condiciones adversas. **Endoespora**
3. Extensiones del citoplasma utilizadas por algunos protozoos para moverse. **Pseudópodo**
4. Enfermedad producida por los hongos. **Micosis.**
5. Filamentos que constituyen el micelio de los hongos, fundamentales en el crecimiento y la absorción de nutrientes. **Hifas**
6. Relación estrecha y a largo plazo entre dos o más especies diferentes. **Simbiosis**
7. Hidrato de carbono presente en la pared celular de los hongos. **Quitina**
8. Asociaciones simbióticas entre un hongo y un alga o cianobacteria, importantes indicadores de la calidad del aire. **Líquenes**
9. Organismos, especialmente hongos, que se alimentan de materia orgánica en descomposición, jugando un papel crucial en el ciclo de nutrientes. **Saprófitos**
10. Tipo de hongo unicelular utilizado en la fermentación del pan y los bizcochos. **Levadura**
11. Unidad de reproducción asexual resistente y duradera, utilizada por muchos hongos. **Espora**
12. Asociación simbiótica entre las raíces de las plantas y los hongos, crucial para la absorción de nutriente. **Micorriza.**

Anexo III: Test “SI O NO”

Las levaduras son un tipo de alga.	Los protozoos son bacterias.
El reino Protocista agrupa organismos procariontas.	Las algas unicelulares pueden encontrarse en el Reino Protocista.
Los hongos pertenecen al reino Animalia.	Los microorganismos son seres vivos muy pequeños.
Las espiroquetas son un tipo de bacteria	Los microorganismos siempre son pluricelulares
Las bacterias son un ejemplo de microorganismos	El reino Bacteria incluye organismos procariontas
Las bacterias son seres vivos muy grandes.	Las levaduras son un tipo de hongo
Las algas no tienen valor nutricional	Las algas son siempre del mismo color.
Las algas son animales marinos	Las algas no influyen en la calidad del agua en los ecosistemas.
Las algas son plantas	Los hongos son organismos autótrofos.
Algunas bacterias son organismos simbióticos	Los protozoos no se mueven.

Anexo IV: Completar texto

Los microorganismos son seres vivos diminutos que, aunque a menudo invisibles a simple vista, tienen un impacto enorme en nuestro mundo. Se clasifican principalmente en tres reinos: Bacteria, Protoctista y Fungi, cada uno con características y roles únicos en la naturaleza.

El reino Bacteria (1) es vasto y diverso, compuesto por organismos unicelulares que pueden encontrarse en casi cualquier hábitat en la Tierra. A pesar de su simplicidad estructural, las bacterias tienen una gran importancia ecológica y médica. Por ejemplo, las Cianobacterias (2), también conocidas como algas azul-verdosas, juegan un papel crucial en la producción de oxígeno atmosférico mediante la fotosíntesis.

Por otro lado, los Protoctistas (3) son un grupo variado que incluye tanto organismos unicelulares como multicelulares. Este reino abarca desde las algas, que son vitales para los ecosistemas acuáticos, hasta los protozoos, como Amoeba (4), que se mueven y alimentan mediante extensiones de su citoplasma llamadas pseudópodos.

Finalmente, el reino Fungi (5) nos ofrece una increíble variedad de formas y tamaños, desde las levaduras unicelulares hasta los mohos y las setas. Los hongos son principalmente descomponedores, lo que significa que juegan un papel crítico en el reciclaje de materia orgánica. Una de sus estructuras más notables son las Hifas (6), filamentos que forman una red compleja conocida como micelio, esencial para su crecimiento y nutrición.

La interacción entre estos reinos y el mundo natural es compleja y fascinante. Por ejemplo, las Micorrizas (7), una asociación simbiótica entre las raíces de las plantas y los hongos, son fundamentales para la salud de muchos ecosistemas terrestres. Además, ciertas bacterias tienen la capacidad de realizar la Fijación de nitrógeno (8), transformando el nitrógeno atmosférico en una forma que las plantas pueden utilizar para crecer.

Estos microorganismos no solo son fundamentales para el equilibrio ecológico, sino que también tienen aplicaciones directas en la vida humana. Por ejemplo, los antibióticos, que han revolucionado la medicina moderna, son sustancias producidas por ciertos hongos y bacterias. Además, técnicas como las CRISPR (9), basadas en sistemas de defensa bacterianos, están abriendo nuevos caminos en la edición genética y el tratamiento de enfermedades.

A pesar de su tamaño minúsculo, los microorganismos del reino Bacteria, Protoctista y Fungi tienen un impacto colosal en nuestro planeta. Su estudio no solo nos ayuda a comprender la vida a nivel microscópico, sino que también revela la interconexión de todos los seres vivos.

Anexo V: Test

¿Qué característica es común a todos los organismos del reino Bacteria?

- a) Tienen un núcleo definido.
- b) Son multicelulares.
- c) No tienen pared celular.
- d) Son unicelulares sin núcleo definido.**

<p>¿Cuál es una de las principales contribuciones de las bacterias al medio ambiente?</p>	<p>a) Aceleración del cambio climático. b) Reducción de la biodiversidad. c) Descomposición de materia orgánica y reciclaje de nutrientes. d) Producción de gases tóxicos.</p>
<p>¿Cuál de los siguientes organismos pertenece al reino Protocista?</p>	<p>a) Levaduras. b) Amoebas. c) Líquenes. d) Clostridium botulinum.</p>
<p>¿Qué estructura utilizan algunos protozoos para la locomoción y la alimentación?</p>	<p>a) Cilios. b) Pseudópodos. c) Hifas. d) Esporas.</p>
<p>¿Qué son las micorrizas?</p>	<p>a) Un tipo de bacteria fotosintética. b) Asociaciones simbióticas entre hongos y raíces de plantas. c) Estructuras de reproducción de las algas. d) Esporas producidas por hongos.</p>
<p>¿Cuál es la función principal de las hifas en los hongos?</p>	<p>a) Locomoción. b) Fotosíntesis. c) Absorción de nutrientes. d) Fijación de nitrógeno.</p>
<p>¿Qué proceso utilizan ciertas bacterias para convertir el nitrógeno atmosférico en una forma utilizable por las plantas?</p>	<p>a) Fotosíntesis. b) Fijación de nitrógeno. c) Fermentación. d) Respiración celular.</p>
<p>¿Qué estructura producen algunas bacterias como mecanismo de supervivencia en condiciones adversas?</p>	<p>a) Cilios. b) Micelios. c) Endosporas. d) Plásmidos.</p>

¿Qué papel desempeñan los microorganismos en la producción de alimentos?

- a) Únicamente causan enfermedades en los cultivos.
- b) Son responsables de la polinización de las plantas.
- c) **Contribuyen a la fermentación, esencial en la elaboración de pan, queso y yogur.**
- d) Aumentan el contenido de agua en los alimentos.

Anexo VI: Artículos

1. "La magia detrás del pan: la levadura en acción"

¡Hola, jóvenes científicos! Hoy vamos a descubrir el secreto detrás de algo que todos amamos: ¡el pan! Pero ¿sabían que para hacer pan se necesita un ingrediente muy especial y vivo? Sí, ¡estamos hablando de la **levadura**!

La levadura es un tipo de **hongo unicelular** microscópico que ha sido utilizado por los panaderos durante miles de años. Aunque es demasiado pequeño para verlo sin un microscopio, tiene un gran trabajo. Cuando hacemos **pan**, mezclamos levadura con harina, agua y un poco de azúcar. La levadura se despierta del sueño en el que está cuando está seca y **comienza a comer el azúcar que le dimos**. Pero aquí viene la parte mágica: al comer azúcar, la levadura **produce dióxido de carbono** (un gas) y **alcohol**.

El **gas** que la levadura libera queda atrapado en la masa, formando pequeñas burbujas que hacen que el pan se "inflame" y se vuelva esponjoso. Si alguna vez han visto **la masa de pan elevarse**, es gracias a millones de levaduras trabajando juntas. El **alcohol** que también producen se **evapora** cuando cocemos el pan, pero ayuda a **darle ese sabor** tan rico y único.

La próxima vez que disfruten de una rebanada de pan, recuerden agradecer a la levadura, ¡esas pequeñas criaturas que hacen posible la magia del pan!

2. "Yogur: Un viaje de la leche al manjar cremoso"

¿Alguna vez se han preguntado cómo se hace el **yogur**? Es un viaje fascinante que transforma la **leche** en un delicioso manjar, y todo gracias a la ayuda de algunos amigos microscópicos: las **bacterias**.

Para hacer yogur, comenzamos con leche. Pero no cualquier leche sirve; necesita estar **caliente** para que nuestras bacterias amigas, especialmente dos tipos llamados *Lactobacillus bulgaricus* y *Streptococcus thermophilus*, puedan hacer su trabajo. Estas bacterias son **seguras** y **beneficiosas** para nosotros, así que no hay que temerles.

Cuando estas bacterias se añaden a la leche caliente, comienzan a **comerse los azúcares que contiene**, conocidos como **lactosa**. Al alimentarse, **producen ácido láctico**. Este ácido hace dos cosas importantes: primero, **cambia la textura** de la leche de líquida a

sólida, formando un gel suave que conocemos como yogur. Segundo, le da al yogur su **sabor distintivo**, un poco ácido pero delicioso.

Durante este proceso, las bacterias también crean sustancias que son buenas para nuestro estómago y ayudan a nuestro **sistema digestivo** a trabajar mejor, como las **vitaminas**. Así que, no solo el yogur es sabroso, ¡también es saludable!

La próxima vez que saboreen yogur, piensen en el increíble viaje de la leche, transformada por pequeñas bacterias en el cremoso manjar que tanto disfrutan. ¡La ciencia nunca ha sido tan deliciosa!

3. “**Molde milagroso: el descubrimiento de la penicilina**”

¡Aventureros de la ciencia, reuníos!

Vamos a retroceder en el tiempo hasta **1928**, a un laboratorio en Londres, donde un científico llamado **Alexander Fleming** hizo un descubrimiento por accidente que cambiaría el mundo de la **medicina** para siempre.

Fleming estaba estudiando **bacterias**, esos microscópicos seres vivos que a veces nos enferman. Un día, al regresar de unas vacaciones, notó que un plato de **cultivo** lleno de bacterias había sido contaminado con un poco de **moho**. Pero aquí viene lo interesante: alrededor de ese moho, ¡las bacterias habían desaparecido!

Este moho era de un tipo especial llamado *Penicillium*, y producía una sustancia que mataba a las bacterias. Fleming llamó a esta sustancia "**penicilina**", y se convirtió en el **primer antibiótico del mundo**. Los antibióticos son **medicamentos** que pueden matar bacterias o detener su crecimiento, ayudándonos a **combatir infecciones**.

Gracias al descubrimiento de Fleming, enfermedades que antes eran sentencias de muerte ahora pueden tratarse fácilmente. La penicilina ha **salvado millones de vidas desde entonces**, y todo comenzó con un poco de moho accidental en un plato de cultivo.

Entonces, ¡la próxima vez que te encuentres con algo inesperado o **un pequeño error**, recuerda que podría ser el comienzo de **un gran descubrimiento!**

4. "**Limpieza microscópica: cómo los microorganismos combaten la contaminación**"

¡Hola, jóvenes defensores del medio ambiente!

Hoy vamos a descubrir cómo los **microorganismos**, esos seres vivos tan pequeñitos que necesitamos un **microscopio** para verlos, son grandes héroes en la lucha contra la contaminación. Este proceso se llama **biorremediación** y es como darle a la naturaleza una mano amiga para limpiar los desastres que los humanos a veces causamos.

Imagina que derramas accidentalmente algo de jugo en la alfombra. Usarías un paño para limpiarlo, ¿verdad? Bueno, en casos de contaminación, como un derrame de **petróleo** en el océano o productos químicos tóxicos en el suelo, utilizamos microorganismos como nuestro "pañó de limpieza" especial.

Estos pequeños trabajadores incluyen **bacterias, hongos y protozoos** que tienen una habilidad increíble para comerse y **descomponer sustancias nocivas, transformándolas en sustancias menos dañinas**. Por ejemplo, algunas bacterias pueden devorar los componentes del petróleo, convirtiéndolos en **agua y gases inofensivos**.

Así que la próxima vez que oigas hablar de un derrame de petróleo o de suelos contaminados, recuerda que hay un ejército invisible de microorganismos listos para entrar en acción y ayudar a limpiar el desorden.

5. “Los superpoderes de las plantas y microorganismos en la limpieza de metales pesados”

¡Hola, futuros superhéroes del medio ambiente!

Hoy vamos a hablar sobre una increíble colaboración entre las plantas y los microorganismos que parece sacada de un cómic de superhéroes, pero que ocurre en la vida real. Esta alianza se utiliza para limpiar algo llamado "**metales pesados**" del suelo. ¿Te imaginas **plantas y bacterias** uniéndose para luchar contra la contaminación? ¡Pues es exactamente lo que sucede!

Los metales pesados como el **plomo, el mercurio y el cadmio pueden ser muy tóxicos y dañinos** para la salud de todos los seres vivos. A veces, estos metales terminan en el suelo debido a actividades industriales, como la **minería y la fabricación de baterías**, contaminando el ambiente.

Aquí es donde entra en juego nuestra increíble colaboración. Algunas plantas especiales tienen la habilidad de absorber estos metales pesados a través de sus raíces, como si fueran superhéroes absorbiendo toxinas. Pero ¿qué pasa después de que las plantas absorben estos metales? No queremos que simplemente se acumulen en las plantas y sigan siendo un problema.

Aquí es donde los microorganismos se unen a la misión. Estos pequeños ayudantes viven en el suelo y alrededor de las raíces de las plantas, son **hongos micorrízicos**. Tienen la capacidad de transformar estos metales en formas menos tóxicas o incluso inmovilizarlos en el suelo, evitando que se propaguen. Es como si las plantas sacaran los metales del suelo y luego los microorganismos los encerraran en una prisión microscópica para que no puedan hacer más daño.

Este método, conocido como **fitorremediación**, es una forma increíblemente ingeniosa y natural de limpiar nuestro planeta. Utiliza la propia vida para combatir la contaminación, lo que es un recordatorio asombroso de lo inteligente y resiliente que puede ser la naturaleza.

Entonces, la próxima vez que veas plantas y suelos, recuerda que podrían estar sucediendo misiones de limpieza poderosas justo bajo tus pies, lideradas por el increíble equipo de plantas y microorganismos.

6. "Protección natural: microorganismos como pesticidas biológicos"

¡Saludos, pequeños guardianes del medio ambiente!

Hoy vamos a hablar sobre cómo algunos microorganismos se convierten en héroes al proteger nuestras plantas y cultivos de los malos de la película: las **plagas y enfermedades**.

En el mundo de la agricultura, las plagas y las enfermedades pueden ser un gran problema, dañando las plantas que nos dan frutas, verduras y granos. Muchas veces, los agricultores usan **productos químicos llamados pesticidas** para luchar contra estos enemigos. Pero ¿y si les dijera que hay una forma natural y amigable con el medio ambiente de hacer esto?

¡Aquí es donde entran nuestros microorganismos superhéroes! Algunas **bacterias y hongos** son enemigos naturales de las plagas y enfermedades que atacan a las plantas. Cuando los usamos en los cultivos, pueden proteger a las plantas de una forma segura y natural.

Por ejemplo, hay una bacteria llamada ***Bacillus thuringiensis*** que produce una sustancia que es tóxica solo para ciertas plagas que comen las plantas, sin dañar a la planta ni a nosotros. Es como tener un guardaespaldas especializado que sabe exactamente cómo mantener alejados a los intrusos sin causar ningún daño a los inocentes.

Utilizar estos microorganismos como protectores es parte de lo que llamamos "**control biológico**". Es una manera genial de mantener nuestras plantas saludables y nuestros alimentos libres de químicos dañinos, cuidando al mismo tiempo de nuestro planeta.

Así que, recuerden, en la batalla contra las plagas y enfermedades, tenemos aliados microscópicos luchando en el frente para mantener nuestros alimentos seguros y deliciosos.

7. "Generando energía: el poder del biogás"

¡Hola, jóvenes inventores y científicos!

¿Sabían que algo tan simple como los restos de comida o el **estiércol** de los animales pueden convertirse en una fuente de energía? Sí, ¡es verdad! Y todo gracias a unos pequeños ayudantes llamados **microorganismos**. Hoy, vamos a descubrir el sorprendente mundo del **biogás**.

El biogás es un tipo de **energía renovable** que se produce cuando los microorganismos descomponen materiales orgánicos en ausencia de oxígeno, en un proceso llamado "**digestión anaeróbica**". Imagínense que es como si estos microorganismos tuvieran una fiesta, donde la comida es cualquier cosa orgánica que se les brinde, como desechos de cocina o plantas, y el regalo que nos dejan es el biogás.

Este biogás está principalmente compuesto por **metano y dióxido de carbono**, y el metano es un combustible muy útil. Podemos quemarlo para generar **calor y electricidad**, utilizándolo en nuestras casas, granjas, e incluso en algunas fábricas.

Lo mejor de todo es que al usar biogás, no solo obtenemos energía de una fuente renovable, sino que también ayudamos a reducir la cantidad de desechos que terminarían en vertederos, contribuyendo a un planeta más limpio y verde.

Así que, la próxima vez que tiren restos de comida, piensen en el increíble potencial que tienen para convertirse en energía limpia y renovable.

2. "Microalgas: las futuras fábricas de biodiésel"

¡Saludos, protectores del planeta y curiosos de la ciencia!

Hoy vamos a sumergirnos en el brillante y resbaladizo mundo de las **microalgas**. Aunque son muy pequeñas y a menudo pasan desapercibidas, estos diminutos seres **vivos acuáticos** podrían ser una de las claves para un futuro **energético más sostenible**.

Las microalgas pueden realizar la **fotosíntesis**, es decir, capturan la luz solar y la convierten en energía. Pero tienen un superpoder especial: pueden crecer muy rápido y producir grandes cantidades de aceites y grasas en sus células.

Científicos e ingenieros han descubierto que podemos **cosechar estos aceites y convertirlos en biodiésel**, un tipo de **combustible** que se puede usar en lugar del diésel obtenido del petróleo. Imaginen vehículos y máquinas funcionando con el poder del sol, capturado y almacenado por estas increíbles microalgas.

Lo genial de usar microalgas para producir biodiésel es que no compiten con los cultivos alimentarios por la tierra, como ocurre con otros biocombustibles. Además, pueden crecer en agua salada, agua contaminada o incluso en aguas residuales, limpiándolas en el proceso.

El cultivo de microalgas para biodiésel todavía se está investigando y desarrollando, pero promete ser una forma emocionante y ecológica de producir energía renovable. Así que, la próxima vez que vean un estanque o acuario lleno de algas, piensen en el potencial que tienen para impulsar el futuro de forma limpia y verde.

3. "Virus: No todos son los malos de la película"

¡Hola, jóvenes exploradores de lo microscópico!

Cuando pensamos en **virus**, a menudo nos vienen a la mente imágenes de **enfermedades** y malestar. Pero ¿y si les dijera que no todos los virus están aquí para causarnos problemas? De hecho, algunos tienen roles sorprendentemente útiles, especialmente en el mundo de la **ciencia y la medicina**.

Una de las formas más fascinantes en que los virus pueden ser útiles es a través de un proceso llamado "**transducción**", que es una forma elegante de decir que los virus pueden **transportar genes** de un lugar a otro. Esto puede sonar un poco técnico, así que déjenme explicarlo con una metáfora: imaginemos que los genes son como pequeños programas de software, y los virus son como los mensajeros que los llevan de una célula a otra.

Este "**intercambio de programas**" puede ser realmente útil para los científicos, especialmente cuando queremos entender **cómo funcionan los genes** o incluso cuando queremos **introducir nuevos genes en células para tratar enfermedades**. De hecho, esta idea es la base de algo llamado "**terapia génica**".

En la terapia génica, los científicos pueden usar virus que han sido modificados para que no puedan causar enfermedades, como vehículos para transportar genes saludables a las células del cuerpo que necesitan una "actualización de software". Por ejemplo, si alguien tiene una enfermedad causada por un **gen defectuoso**, la terapia génica podría permitirnos darles a sus células una copia funcional de ese gen, potencialmente curando la enfermedad.

Además, la capacidad de los virus para transferir material genético ha sido crucial en la investigación y ha ayudado a desarrollar muchas de las tecnologías que usamos en **biotecnología y medicina** hoy en día.

Así que, aunque es cierto que algunos virus pueden hacernos enfermar, otros están ayudando a abrir nuevas fronteras en la ciencia y la medicina, ofreciéndonos nuevas formas de tratar enfermedades y entender la vida a nivel molecular.

Anexo VII

1. ¿Qué tipos de microorganismos esperas encontrar en una muestra de agua de estanque? (Escribe al menos tres tipos)
2. Describe brevemente el papel de las algas en un ecosistema acuático.
3. Dibuja uno de los microorganismos que observaste en la muestra de agua de estanque e identifica sus partes principales.
4. Compara las características de las bacterias y los protozoos que pudiste observar. ¿Cuáles son sus principales similitudes y diferencias?
5. Menciona al menos dos aplicaciones prácticas de los microorganismos acuáticos en la biotecnología o en la medicina.

Anexo VIII. Lista de control

Nombre	Participación equitativa	Respeto	Gestión de desacuerdos	Comunicación efectiva	Respeto por las normas

Anexo IX. Evaluación de tareas para casa

Tarea	C	NC	Observaciones
Comparación de Algas y Plantas			
Respuestas a preguntas de reflexión			

ANEXO X. Rúbrica de evaluación del cuaderno de clase

<i> criterio</i>	Muy bien (10)	Bien (7)	Regular (4)	Mal (1)
<i>Presentación (20%)</i>	El cuaderno está en muy buenas condiciones, buena limpieza, buena letra, esquemas llamativos y con color equilibrado y sin tachones.	Presenta algún tachón, pero tiene todas las hojas bien presentadas, con buena letra y los esquemas son llamativos y con colores equilibrados.	Presenta algunos tachones y hay alguna hoja en malas condiciones. Los esquemas son básicos y la letra debería mejorar.	Cuaderno en pésimas condiciones, con hojas arrugadas y dañadas, muchos tachones y falta de limpieza.
<i>Orden (10%)</i>	Posee el orden correcto seguido en clase. No tiene huecos en blanco ni hojas con otros contenidos. Respeta los márgenes.	Presenta un orden diferente al de los contenidos entregados en clase. No tiene huecos en blanco ni hojas con otros contenidos. Respeta los márgenes.	No respeta el orden de los contenidos entregados en clase, presenta huecos en blanco o con otros contenidos. Respeta los márgenes.	No está ordenado y hay muchos huecos en blanco. Presenta hojas con otros contenidos y no respeta los márgenes.
<i>Ortografía (20%)</i>	No presenta faltas de ortografía.	Presenta 1-2 faltas de ortografía.	Presenta 3-5 faltas de ortografía.	Presenta más de 5 faltas de ortografía.
<i>Corrección (20%)</i>	Tiene todos los ejercicios corregidos y dicha corrección se aprecia perfectamente.	Tiene todos los ejercicios corregidos, pero apenas se aprecia la corrección.	Solo se aprecia la corrección de algunos ejercicios.	No se aprecia las correcciones de los ejercicios. Muchos de ellos ni siquiera están corregidos.
<i>Tareas y actividades (30%)</i>	Presenta todas las actividades y todos los apuntes	Tiene casi todas las actividades y tareas hechas y tiene todos los apuntes bien copiados.	Le faltan algunas actividades y algunos apuntes dados en clase.	Le faltan muchísimas de las actividades hechas en clase o en casa. Los apuntes dados en clase están a medio copiar.

Anexo XI. Rúbrica de evaluación del póster

<i>Indicadores</i>	Muy bien (2)	Bien (1.5)	Regular (1)	Deficiente (0.5)
<i>Organización (20%)</i>	El póster está perfectamente organizado, con una jerarquía clara y lógica.	El póster está bien organizado, con una jerarquía mayormente clara y lógica.	El póster está bien organizado, con una jerarquía mayormente clara y lógica.	El póster está bien organizado, con una jerarquía mayormente clara y lógica.
<i>Contenido (40%)</i>	Incluye todos los conceptos clave y aplicaciones de los microorganismos en la biotecnología de manera completa y precisa.	Incluye la mayoría de los conceptos clave y aplicaciones, con precisión en la mayoría de los casos.	Incluye la mayoría de los conceptos clave y aplicaciones, con precisión en la mayoría de los casos.	Incluye la mayoría de los conceptos clave y aplicaciones, con precisión en la mayoría de los casos.
<i>Claridad y coherencia (30%)</i>	La información está presentada de manera clara y coherente, facilitando la comprensión del tema.	La información está presentada de manera clara y coherente, facilitando la comprensión del tema.	La información está presentada de manera clara y coherente, facilitando la comprensión del tema.	La información está presentada de manera clara y coherente, facilitando la comprensión del tema.
<i>Creatividad y estética (10%)</i>	El póster es muy creativo y estéticamente agradable, con uso efectivo de colores, formas y diseños.	El póster es muy creativo y estéticamente agradable, con uso efectivo de colores, formas y diseños.	El póster es muy creativo y estéticamente agradable, con uso efectivo de colores, formas y diseños.	El póster es muy creativo y estéticamente agradable, con uso efectivo de colores, formas y diseños.
<i>Uso de conectores y enlaces (10%)</i>	Utiliza conectores y enlaces de manera efectiva y correcta, mostrando claramente las relaciones entre los conceptos.	Utiliza conectores y enlaces de manera efectiva y correcta, mostrando claramente las relaciones entre los conceptos.	Utiliza conectores y enlaces de manera efectiva y correcta, mostrando claramente las relaciones entre los conceptos.	Utiliza conectores y enlaces de manera efectiva y correcta, mostrando claramente las relaciones entre los conceptos.

ANEXO XII. Rúbrica de evaluación de la presentación

<i>Indicadores</i>	Muy bien (2)	Bien (1.5)	Regular (1)	Deficiente (0.5)
<i>Claridad y coherencia (30%)</i>	La presentación es muy clara y coherente, facilitando la comprensión del mapa conceptual y los hallazgos.	La presentación es clara y coherente en la mayoría de los casos, con algunas áreas que podrían mejorar.	La presentación es algo clara y coherente, pero tiene varias áreas que no son comprensibles.	La presentación no es clara ni coherente, dificultando la comprensión del mapa conceptual y los hallazgos.
<i>Dominio del tema (20%)</i>	Los presentadores muestran un dominio completo del tema, respondiendo con precisión y confianza a todas las preguntas.	Los presentadores muestran un buen dominio del tema, respondiendo a la mayoría de las preguntas con precisión y confianza.	Los presentadores no muestran un buen dominio del tema, pero responden a la mayoría de las preguntas con precisión.	Los presentadores muestran poco o ningún dominio del tema, y tienen dificultad para responder preguntas.
<i>Claridad y coherencia (20%)</i>	La información está presentada de manera clara y coherente, facilitando la comprensión del tema.	La información está presentada de manera clara y coherente, facilitando la comprensión del tema.	La información está presentada de manera clara y coherente, facilitando la comprensión del tema.	La información está presentada de manera clara y coherente, facilitando la comprensión del tema.
<i>Uso de recursos virtuales (10%)</i>	Los recursos visuales (mapa conceptual, diapositivas) son muy efectivos y apoyan claramente la presentación.	Los recursos visuales (mapa conceptual, diapositivas) son muy efectivos y apoyan claramente la presentación.	Los recursos visuales (mapa conceptual, diapositivas) son muy efectivos y apoyan claramente la presentación.	Los recursos visuales (mapa conceptual, diapositivas) son muy efectivos y apoyan claramente la presentación.
<i>Trabajo en equipo (20%)</i>	Todos los miembros del grupo participan equitativamente y de manera efectiva en la presentación.	Todos los miembros del grupo participan equitativamente y de manera efectiva en la presentación.	Todos los miembros del grupo participan equitativamente y de manera efectiva en la presentación.	Todos los miembros del grupo participan equitativamente y de manera efectiva en la presentación.

