



Universidad de Valladolid

Facultad de Educación y Trabajo Social

**Máster en Profesor de Enseñanza Secundaria y Bachillerato, Formación
Profesional y Enseñanza de Idiomas**

Especialidad de Biología y Geología

TRABAJO DE FIN DE MÁSTER

**Propuesta de proyecto educativo para un aula de segundo de bachillerato
sobre el uso de microorganismos en biotecnología.**

Curso 2024-2025

Realizado por: Antonio López González

Tutora: Alessandra Girotti

ÍNDICE:

1. Resumen.....	4
1.1. Palabras clave.	4
2. Abstract.....	5
2.1. Keywords.....	5
3. Introducción.....	6
4. Fundamentación teórica.	7
4.1. La Biotecnología.	7
4.2. La Biotecnología en la educación.	7
4.3. El papel del profesor de ciencias en la enseñanza de Biotecnología.	10
4.4. Uso de microorganismos en biotecnología dentro del ámbito educativo.	11
4.5. Aprendizaje basado en proyectos: una metodología para utilizar en el aula de ciencias.....	12
5. Objetivos del trabajo fin de máster.	13
5.1. Objetivos específicos.	13
6. Desarrollo práctico.	15
6.1. Introducción al Proyecto.....	15
6.2. Marco legal.	16
6.3. Contexto (Centro educativo y Destinatarios).....	17
6.4. Competencias.....	18
6.5. Relación con las competencias específicas y los descriptores operativos.....	20
Competencia específica 1	20
Competencia específica 2	21
Competencia específica 3	21
Competencia específica 4	22
Competencia específica 5	22
Competencia específica 6	23
6.6. Contenidos.....	23
6.7. Contenidos transversales.....	24

6.8. Interdisciplinariedad	25
6.9. Metodología	25
6.10. Atención a las diferencias individuales	28
6.11. Evaluación	29
6.12. Recursos didácticos	32
6.13. Temporalización.....	33
6.14. Introducción a las fases.	34
Fase I: Introducción y motivación al tema (1 sesión)	34
Fase II: Detección de conocimientos previos (1 sesión)	36
Fase III: Búsqueda de información (3 sesiones).....	38
Fase IV: Desarrollo (2 sesiones)	40
Fase V: Evaluación (2 sesión)	41
7. Conclusiones	43
8. Bibliografía	45
9. Anexos.	47

1. Resumen.

En este Trabajo de Fin de Máster se presenta como una propuesta de intervención didáctica dirigida al alumnado de 2º de Bachillerato, y se centra en el uso de microorganismos en procesos biotecnológicos. Esta propuesta posee un enfoque competencial, el cual incluye metodologías activas como el Aprendizaje Basado en Proyectos (ABP), además busca desarrollar en el alumnado habilidades científicas, pensamiento crítico y conciencia ética. El proyecto incluye actividades prácticas de laboratorio, una visita a la universidad y la elaboración de un producto final innovador en grupo, fomentando así el trabajo colaborativo y cooperativo.

El diseño curricular está alineado con la normativa vigente en Castilla y León (Decreto 40/2022) y el Real Decreto 243/2022, así como la normativa a nivel estatal y se vincula con los Objetivos de Desarrollo Sostenible.

Este trabajo demuestra cómo la biotecnología puede ser una herramienta educativa poderosa para conectar la ciencia con la vida cotidiana del alumnado y fomentar su motivación por las disciplinas científicas.

1.1. Palabras clave.

Biología educativa, microorganismos, bachillerato, aprendizaje basado en proyectos, innovación pedagógica, educación científica, didáctica de las ciencias.

2. Abstract.

This Master's Thesis presents a didactic intervention proposal aimed at students in the second year of baccalaureate, focusing on the use of microorganisms in biotechnological processes. This proposal adopts a competency-based approach, which includes active methodologies such as Project-Based Learning (PBL), and also seeks to develop scientific skills, critical thinking, and ethical awareness among students. The project includes practical laboratory activities, a visit to the university, and the creation of an innovative final product in groups, thus promoting collaborative and cooperative work.

The curricular design is aligned with the current regulations in Castilla y León (Decree 40/2022) and Royal Decree 243/2022, as well as national regulations, and is linked to the Sustainable Development Goals.

This Master's Thesis demonstrates how biotechnology can be a powerful educational tool to connect science with students' daily lives and to foster their motivation towards scientific disciplines.

2.1. Keywords.

Educational biotechnology, microorganisms, baccalaureate, project-based learning, pedagogical innovation, science education, science didactics.

3.Introducción.

La biotecnología constituye un área de creciente importancia en el ámbito científico y tecnológico, con aplicaciones que abarcan sectores como la medicina, la agricultura, la industria alimentaria o el medio ambiente. Sin embargo, diversos estudios han señalado que el alumnado de enseñanza secundaria y bachillerato suele percibir esta disciplina como compleja, distante o difícil de relacionar con su experiencia cotidiana. Esta percepción puede dificultar la comprensión de sus fundamentos y limitar el desarrollo de actitudes hacia la investigación científica y la innovación.

Se busca, por lo tanto, fomentar en los estudiantes no solo el conocimiento de los principios fundamentales de la biotecnología, sino también crear entusiasmo y curiosidad por explorar las posibilidades que ofrece este campo.

A lo largo de la presente propuesta de intervención, se abordarán aspectos relacionados con el uso de microorganismos en biotecnología, un área de la ciencia que está en constante evolución y que tiene un notable impacto en diversos sectores industriales y científicos. El objetivo principal es proporcionar una visión integral de la biotecnología, explorando cómo los microorganismos pueden ser utilizados en aplicaciones tan diversas como la medicina, la agricultura, la alimentación o el tratamiento de residuos, entre otros.

4. Fundamentación teórica.

4.1. La Biotecnología.

La biotecnología se define comúnmente como la rama de las ciencias biológicas que se encarga del uso de organismos vivos, sistemas biológicos o los productos derivados de los mismos, para el beneficio humano (o el beneficio de su entorno) con el fin de desarrollar un producto o resolver un problema (Thieman, W. J., & Palladino, M. A., 2010).

El hombre ha utilizado organismos en su beneficio en muchos procesos durante varios miles de años (Thieman, W. J., & Palladino, M. A., 2010). Desde los orígenes de la fabricación de cerveza con procesos de fermentación, hace 5 mil años, hasta las modernas técnicas de edición genética, la biotecnología ha estado presente en la historia de la humanidad (Barrera-Figueroa y Peña-Castro, 2019).

La biotecnología no solo ha revolucionado la forma en que abordamos los problemas globales, como la seguridad alimentaria y las enfermedades, sino que también ha planteado nuevos desafíos éticos y regulatorios que requieren una reflexión profunda (Smith y Watson, 2010).

4.2. La Biotecnología en la educación.

La biotecnología se ha incorporado en los sistemas educativos de numerosos países y, basándose en su trayectoria y relevancia, la Organización de las Naciones Unidas para la Educación, la Ciencia y la Cultura (UNESCO) ha recomendado su integración como parte de los contenidos de las ciencias naturales, desde los primeros cursos de la educación secundaria hasta el final del bachillerato.

En este punto se trata de explicar las razones y la historia por las cuales la biotecnología se ha incluido en los programas de enseñanza de las ciencias, destacando su evolución científica, su influencia en la sociedad y su contribución al ámbito económico.

En 1990, la UNESCO, en colaboración con la Comisión de Educación en Biología de la International Union of Biological Science (IUBS), publicó de manera oficial el libro “Teaching Biotechnology in School”, editado por Joseph D. McInerney. Esta publicación fue,

en gran medida, el resultado de una conferencia sobre biotecnología y educación, realizada en 1989 en Alemania, en la que participaron universidades de diversos países, como Bulgaria, Singapur, India, Alemania, Finlandia, China y Estados Unidos de América (UNESCO, 1990).

Antes de la publicación de este libro, Wymer (1992) destacó que la biotecnología ya había adquirido una presencia significativa en las escuelas y universidades del Reino Unido durante la década de 1980, gracias a las iniciativas del gobierno, instituciones y contribuciones individuales, lo que contribuyó a la alfabetización biotecnológica en ese país.

Años antes, Wymer (1986) menciona que David Micklos, del Cold Spring Harbor Laboratory en Nueva York, había señalado la falta de enseñanza de la biotecnología en las escuelas.

Para abordar esta carencia, Micklos ideó un proyecto innovador: realizó viajes desde las escuelas de California hasta las de New Hampshire en una camioneta plateada, a la que llamó “The Vector Mobile DNA Laboratory”. El objetivo era capacitar a profesores y estudiantes, permitiéndoles visitar el laboratorio, realizar prácticas sobre técnicas de recombinación de Ácido Desoxirribonucleico (ADN) y observar las instalaciones y exhibiciones de informática (Wymer, 1986).

Un factor clave en la consolidación de la biotecnología en el ámbito educativo fue la creación de la European Initiative for Biotechnology Education (EIBE) en 1991. Esta iniciativa tuvo como objetivo principal desarrollar habilidades, incrementar la comprensión y fomentar debates públicos informados mediante una mejora en la enseñanza de la biotecnología en escuelas, institutos de educación secundaria y universidades de la Unión Europea. Su labor más destacada ha sido la producción de materiales didácticos dirigidos a jóvenes entre 16 y 19 años. Estos recursos incluyen una serie de actividades que abarcan protocolos experimentales, prácticas de laboratorio, juegos de rol, información actualizada y espacios para debates (EIBE, 1991).

Los materiales generados por la EIBE están disponibles en línea en varios idiomas y consisten en 20 unidades educativas desarrolladas entre 1996 y 2000. Estas unidades ofrecen una amplia gama de herramientas pedagógicas diseñadas para facilitar el aprendizaje interactivo y crítico sobre temas biotecnológicos (EIBE, 2000).

Además, la EIBE se consolidó como una red europea activa y multidisciplinaria, integrada por expertos en educación provenientes de 20 centros ubicados en diversos países europeos. Entre los países participantes se encuentran Bulgaria, Estonia, Polonia, Suiza, República Checa, Grecia, Bélgica, Dinamarca, Alemania, Irlanda, España, Francia, Italia, Luxemburgo, Países Bajos, Suecia y el Reino Unido (EIBE, 1991).

Esta colaboración internacional permitió el intercambio de conocimientos y experiencias, fortaleciendo así la enseñanza de la biotecnología en el continente.

En definitiva, la introducción de la biotecnología en los sistemas educativos de diversos países ha tenido como objetivo principal evitar que la sociedad desconfíe de la aplicación de los conocimientos científicos en áreas como la producción de alimentos, medicamentos y otros avances. Polanco y Díaz Martínez (2023) destacan que la biotecnología no solo representa una revolución científica, sino también una herramienta educativa fundamental para preparar a las nuevas generaciones frente a los desafíos globales en salud y sostenibilidad.

En esta misma línea, Roa y Valbuena (2009) destacan la importancia de profundizar en la investigación sobre la enseñanza y el aprendizaje de conceptos biotecnológicos, así como en aspectos transversales como su historia, epistemología y fundamentos filosóficos. Esto permitiría una comprensión más integral de la biotecnología y su impacto en la sociedad. La educación en biotecnología debe ir más allá de la transmisión de conocimientos técnicos, incorporando también una dimensión ética y social que prepare al alumnado para enfrentar los dilemas contemporáneos (Moreno Muñoz, 2023).

Es fundamental analizar las experiencias de otros países en la incorporación de la biotecnología en la educación, identificando las circunstancias que llevaron a tales decisiones y los resultados obtenidos. Esto ayudaría a definir objetivos adaptados a las necesidades y contextos específicos de cada país o región, considerando factores como la cultura, la biodiversidad, la posición geográfica, las demandas alimentarias, las necesidades de empleo y la formación de profesionales tanto para la enseñanza como para la investigación en biotecnología (Roa & Valbuena, 2009).

Finalmente, es evidente que el interés por llevar la biotecnología a las aulas no surge desde el sistema educativo, sino de factores externos, principalmente impulsados por el

mercado. Esto subraya la necesidad de reflexionar sobre los objetivos reales de su inclusión en los planes de estudio y su impacto en la formación de los ciudadanos. La incorporación de la biotecnología en el ámbito educativo no solo permite comprender los avances científicos, sino que también fomenta una reflexión ética crítica sobre su impacto en la sociedad (Moreno Muñoz, 2023).

4.3. El papel del profesor de ciencias en la enseñanza de Biotecnología.

La enseñanza de la biotecnología requiere de un enfoque pedagógico que integre conceptos científicos complejos con aplicaciones prácticas, esto supone un desafío para los profesores de ciencias. En este contexto, es fundamental que el profesor fomente el interés, la comprensión y la aplicación de la biotecnología entre los estudiantes.

El aprendizaje del temario de biotecnología por parte del alumnado, no solo implica la transmisión de conocimientos científicos, sino también la discusión de implicaciones éticas, sociales y ambientales (Harms, 2002). Según la (UNESCO, 2017), la educación en biotecnología debe promover el pensamiento crítico y la toma de decisiones que estén bien contrastadas, esto requiere que los profesores de ciencias adopten un enfoque competencial en el proceso de enseñanza.

La biotecnología puede presentar varios desafíos para el profesor, debido a su complejidad conceptual, la falta de recursos y formación y las controversias éticas y sociales.

Los conceptos de biotecnología, como la ingeniería genética o la clonación, pueden ser difíciles de entender para los estudiantes. El profesor debe utilizar analogías, modelos y ejemplos concretos para facilitar su comprensión. En ocasiones la falta de acceso a materiales didácticos actualizados y de formación específica en biotecnología limita también la capacidad para enseñar el tema de manera efectiva (Harms, 2002). La biotecnología plantea algunas preguntas éticas y sociales que pueden generar debates en el aula y el profesor debe estar preparado para guiar estas discusiones de manera objetiva y respetuosa.

Para superar todos estos desafíos, los profesores de ciencias deben implementar diversas estrategias didácticas como el aprendizaje basado en proyectos o el uso de las nuevas tecnologías para lograr aumentar la motivación e interés de sus alumnos por la biotecnología.

Para conseguir estos objetivos, el profesor debe relacionar los conceptos de biotecnología con problemas reales y aplicaciones prácticas, así como estimular preguntas y debates que inviten a los estudiantes a profundizar en el tema.

A través de estrategias didácticas innovadoras, un enfoque interdisciplinar y una especial atención a los aspectos éticos y sociales de la biotecnología, los profesores pueden inspirar y ayudar a los estudiantes a comprenderla mejor.

4.4. Uso de microorganismos en biotecnología dentro del ámbito educativo.

En educación, el uso de microorganismos en biotecnología nos ofrece una oportunidad para que el alumnado comprenda conceptos científicos complejos de manera práctica.

Como señala García (2019), los microorganismos, debido a su versatilidad y facilidad de manipulación, son herramientas ideales para introducir a los estudiantes en los principios básicos de la biotecnología y fomentar su interés por la ciencia.

El empleo de microorganismos en el aula permite a los estudiantes explorar y conocer las bases de los procesos que se realizan y estudian en la biotecnología. Según Fernández y López (2020), las actividades prácticas no solo refuerzan el aprendizaje teórico, sino que también desarrollan habilidades científicas clave, como la observación, la experimentación y el análisis de resultados.

Además, el trabajo con microorganismos en la educación, como puede ser a través de la experimentación, fomenta la curiosidad y la creatividad de los estudiantes, al tiempo que les permite comprender la relevancia de la biotecnología en la vida cotidiana. La biotecnología en la educación también contribuye a la formación de una ciudadanía más informada y consciente de los avances científicos.

Como indica Martínez (2018), es fundamental que los estudiantes comprendan el potencial y los límites éticos de la biotecnología, especialmente en un mundo donde los avances en esta disciplina tienen un impacto creciente en la sociedad. Por ello, el uso de microorganismos en el aula no solo debe enfocarse en el aspecto técnico, sino también en la reflexión sobre sus implicaciones tanto sociales como ambientales.

4.5. Aprendizaje basado en proyectos: una metodología para utilizar en el aula de ciencias.

El Aprendizaje Basado en Proyectos, más conocido por sus siglas, ABP, es una metodología activa que promueve el aprendizaje significativo a través de la resolución de problemas cercanos al alumnado, y la realización de proyectos vinculados a contextos reales.

Según López (2015), el ABP se define como un enfoque pedagógico en el que los estudiantes investigan, diseñan y desarrollan proyectos que responden a preguntas o desafíos concretos, lo que les permite adquirir conocimientos de manera más profunda y aplicada. Esta metodología no solo fomenta el aprendizaje de contenidos científicos, sino que también desarrolla habilidades como el trabajo en equipo, la comunicación y el pensamiento crítico (García y Martínez, 2018).

En el ámbito de las ciencias, el ABP resulta especialmente relevante, ya que permite a los estudiantes abordar problemas complejos y desarrollar las competencias específicas que recoge nuestro currículo actual.

Como señala Fernández (2016), los proyectos en el aula de ciencias deben estar diseñados para que los estudiantes formulen hipótesis, diseñen experimentos, analicen datos y saquen conclusiones, lo que les ayuda a comprender los procesos científicos de manera más autónoma y reflexiva. Pero, además, tal y como nos señala Hernández y Ventura (2008), esta metodología favorece la motivación de los estudiantes, ya que les permite tomar decisiones y asumir un papel activo en su propio aprendizaje.

El papel del docente en la metodología ABP también cambia significativamente, pasando de ser un mero transmisor de conocimientos, a un guía en el proceso de enseñanza y aprendizaje. Como indica Prieto (2020), el profesor debe proporcionar apoyo continuo, fomentar la reflexión y crear un ambiente de colaboración en el aula, lo que permite a los estudiantes desarrollar su autonomía y responsabilidad.

Este enfoque no solo mejora el rendimiento académico, sino que también prepara a los estudiantes para enfrentar desafíos futuros en el ámbito científico y profesional.

5. Objetivos del trabajo fin de máster.

La biotecnología, como ciencia en constante evolución, nos invita a reflexionar sobre cómo los avances científicos pueden mejorar la vida de las personas y de nuestro planeta. Pero también ha puesto de manifiesto la importancia de humanizar la ciencia, de mostrar que, detrás de cada descubrimiento, hay un componente humano. Albert Einstein afirmó que *"la mente que se abre a una nueva idea nunca vuelve a su tamaño original"*. Es por ello que, más allá de los contenidos de Biología en 2º de Bachillerato, se pretende que este proyecto abra las mentes del alumnado, invitándolos a reflexionar, a investigar, y, sobre todo, a hacerse preguntas.

Por todo ello el objetivo general de este proyecto educativo es diseñar e implementar una propuesta didáctica basada en el estudio de los fundamentos, aplicaciones y controversias de la biotecnología moderna, que promueva el aprendizaje activo y el pensamiento científico

5.1. Objetivos específicos.

El proyecto se alinea con los objetivos generales de la etapa establecidos en el Real Decreto 243/2022, de 5 de abril, así como con diversos Objetivos de Desarrollo Sostenible (ODS) recogidos en la Agenda 2030. A través del análisis del papel que desempeñan los microorganismos en distintos procesos biotecnológicos (industriales, médicos, ambientales o alimentarios), se promueve una comprensión profunda de la ciencia como motor de transformación social y medioambiental.

A continuación, se relacionan los objetivos que se trabajan en este proyecto:

- Acceder a los conocimientos científicos y tecnológicos fundamentales y dominar las habilidades propias de la modalidad elegida.

- ODS 4: Educación de calidad, ODS 9: Industria, innovación e infraestructura.

El alumnado profundiza en conceptos clave de la microbiología, la genética y la biotecnología, comprendiendo sus aplicaciones prácticas en sectores como la medicina, la agricultura o la industria alimentaria.

- Comprender los métodos científicos y valorar críticamente la contribución de la ciencia y la tecnología al cambio social.

- ODS 3: Salud y bienestar, ODS 12: Producción y consumo responsables, ODS 13: Acción por el clima.

Se promueve la aplicación del método científico a través del planteamiento de hipótesis, la investigación, la interpretación de resultados y la elaboración de conclusiones sobre el uso de microorganismos en procesos como la depuración de aguas, la producción de fármacos o los alimentos fermentados.

- Fomentar una actitud responsable y comprometida en la lucha contra el cambio climático y en la defensa del desarrollo sostenible.

- ODS 6: Agua limpia y saneamiento, ODS 13: Acción por el clima, ODS 15: Vida de ecosistemas terrestres

El proyecto permite analizar el potencial de la biotecnología microbiana como herramienta para reducir el impacto ambiental, desarrollar energías limpias (como el biogás) o tratar residuos orgánicos, fomentando actitudes sostenibles.

- Afianzar el espíritu emprendedor con actitudes de creatividad, iniciativa y trabajo en equipo

- ODS 8: Trabajo decente y crecimiento económico, ODS 17: Alianzas para lograr los objetivos.

Mediante el trabajo por proyectos, el alumnado diseña soluciones innovadoras y propuestas aplicables en el mundo real, desarrollando competencias clave para su futuro académico y profesional.

- Consolidar una madurez personal y social que permita actuar de forma respetuosa, responsable y autónoma.

-ODS 5: Igualdad de género, ODS 10: Reducción de las desigualdades.

El enfoque cooperativo y el respeto a la diversidad de ideas refuerzan la empatía, la convivencia y el compromiso social, al tiempo que se visibiliza el papel de la mujer en el ámbito científico.

- Utilizar con solvencia y responsabilidad las tecnologías de la información y la comunicación.
 - ODS 4: Educación de calidad, ODS 9: Industria, innovación e infraestructura.
- A lo largo del proyecto, el alumnado emplea recursos digitales para investigar, presentar resultados y elaborar productos multimedia, fomentando la competencia digital.

6. Desarrollo práctico.

6.1. Introducción al Proyecto.

Para este Trabajo Final de Máster, se propone un proyecto didáctico centrado en el uso de microorganismos en la biotecnología. El objetivo principal de este proyecto es ofrecer al alumnado de segundo de Bachillerato una experiencia de aprendizaje activa y competencial, donde podrán aplicar los conceptos teóricos sobre biología y biotecnología en un entorno práctico.

A lo largo de este proyecto, los alumnos explorarán cómo los microorganismos son esenciales para resolver problemas reales que nos podemos encontrar en nuestra vida diaria. Además, los estudiantes tendrán la oportunidad de visitar la universidad, lo que les permitirá observar de forma activa como se trabaja con microorganismos en un laboratorio de ciencias.

Este proyecto se estructura en cinco fases, las cuales son: introducción, detección de conocimientos previos, búsqueda de información, desarrollo y evaluación, y está diseñado para fomentar la investigación, la creatividad, el trabajo cooperativo y la reflexión crítica sobre los avances de la biotecnología en nuestra vida.

Al final del proyecto, los alumnos presentarán por grupos un producto final mediante la aplicación de los conocimientos adquiridos a lo largo de las sesiones.

La temporalización está pensada para desarrollarse durante el primer trimestre del curso escolar, de manera que puedan disfrutar de un enfoque más práctico y manipulativo antes de concentrarse en la preparación para la Prueba de Acceso a la Universidad (PAU).

Cada sesión se llevará a cabo aproximadamente 7 días, esto permite un espacio adecuado para la reflexión, la investigación y el desarrollo de las actividades propuestas. Cabe destacar que, en el resto de las sesiones de este primer trimestre, el alumnado irá avanzando en el resto de contenidos del currículo de Biología de segundo de bachillerato, necesarios para poder comprender este proyecto en su totalidad.

6.2. Marco legal.

El proyecto se encuentra enmarcado en diversas normativas que establecen los principios para la ordenación y desarrollo de las enseñanzas del Bachillerato en España y en la Comunidad de Castilla y León. Entre las principales leyes y decretos que regulan esta etapa educativa, destacamos:

En primer lugar, la Ley Orgánica 3/2020, de 29 de diciembre, por la que se modifica la Ley Orgánica 2/2006, de 3 de mayo, de Educación (LOMLOE), establece el marco normativo general para la educación en España, promoviendo una educación inclusiva, equitativa y de calidad. Esta ley incorpora principios clave como la atención a la diversidad, la promoción de la igualdad de género y la educación en valores.

A nivel específico del Bachillerato, se aplica el Real Decreto 243/2022, de 5 de abril, que regula la ordenación y las enseñanzas mínimas del Bachillerato, estableciendo los contenidos y competencias que deben desarrollarse en todas las modalidades de esta etapa educativa.

En el ámbito autonómico, el Decreto 40/2022, de 29 de septiembre, regula la ordenación y el currículo del Bachillerato en la Comunidad de Castilla y León. Este decreto adapta el currículo nacional a las necesidades y características específicas de los estudiantes de la región, estableciendo qué se debe alcanzar en cada modalidad de Bachillerato.

Además, la Orden EDU/425/2024, de 9 de mayo, desarrolla las directrices para la evaluación, promoción y titulación en el Bachillerato en Castilla y León, asegurando que los procesos de evaluación sean claros, equitativos y ajustados a las competencias y descriptores establecidos.

En cuanto a la atención a la diversidad, la Orden EDU/1152/2010, de 3 de agosto, regula la respuesta educativa a los alumnos con necesidades específicas de apoyo educativo en el

segundo ciclo de Educación Infantil, Primaria, Secundaria Obligatoria, Bachillerato y Enseñanzas de Educación Especial en la Comunidad de Castilla y León. Esta normativa, junto con sus modificaciones en la Orden EDU/371/2018, de 2 de abril, garantiza que los estudiantes con necesidades educativas especiales reciban el apoyo necesario para su integración y éxito académico.

Además, el Plan de Digitalización de la Educación en Castilla y León impulsa la transformación digital de los centros educativos, lo que facilita la incorporación de nuevas tecnologías y recursos en el proceso de enseñanza-aprendizaje.

Por último, la Ley 2/2011, de 4 de marzo, de Educación Ambiental para el Desarrollo Sostenible, refuerza la importancia de la educación en valores medioambientales y sostenibilidad, principios que se incorporan en diversas asignaturas del Bachillerato, especialmente en aquellas relacionadas con las ciencias y la tecnología.

Este marco legal establece una base sólida para el desarrollo del proyecto, garantizando que se alineen tanto con las normativas nacionales como con las específicas de Castilla y León, y asegurando la atención a la diversidad, la inclusión y la calidad educativa en todo momento.

6.3. Contexto (Centro educativo y Destinatarios)

El proyecto se desarrollará en un instituto público de Educación Secundaria de la comunidad de Castilla y León, que ofrece enseñanzas de Educación Secundaria Obligatoria y Bachillerato en sus diferentes modalidades. Se trata de un centro con una comunidad educativa diversa y comprometida con la innovación pedagógica, la inclusión y la atención a la diversidad.

El centro cuenta con los recursos materiales y digitales necesarios para el desarrollo de proyectos de carácter interdisciplinar, incluyendo aulas equipadas con pizarras digitales, conexión a internet, biblioteca, y espacios para el trabajo cooperativo. Además, el equipo docente mantiene una línea de trabajo colaborativa y abierta a metodologías activas que fomentan la autonomía y el pensamiento crítico del alumnado.

Destinatarios del Proyecto:

El proyecto está dirigido a un grupo de estudiantes de 2º de Bachillerato de la modalidad de Ciencias y Tecnología, con edades comprendidas entre los 17 y 18 años. Se trata de un grupo con intereses académicos centrados mayoritariamente en estudios universitarios relacionados con áreas de ciencias de la salud, pero también con ciencias puras como Biología.

Este grupo presenta un nivel académico adecuado, y ha demostrado motivación por abordar temas de actualidad que conecten los contenidos del currículo con los retos científicos y sociales del mundo real. El alumnado está habituado al uso de herramientas digitales y participa activamente en dinámicas de trabajo cooperativo, aunque también se observa la necesidad de seguir reforzando habilidades clave como la gestión del tiempo, la planificación y la comunicación efectiva.

En el grupo existen casos puntuales de estudiantes con necesidades específicas de apoyo educativo, para los que se plantearán medidas de atención a la diversidad desde una perspectiva inclusiva, adaptando materiales, tiempos o agrupamientos según sus necesidades, tal y como recoge la normativa vigente de la comunidad autónoma.

Entorno del Centro:

El entorno sociocultural del centro es heterogéneo. Confluyen estudiantes de distintos perfiles socioeconómicos, algunos provenientes de entornos urbanos y otros de zonas rurales del entorno próximo.

Este entorno ofrece, además, un marco idóneo para trabajar contenidos relacionados con la sostenibilidad, la divulgación científica, la alfabetización digital y los Objetivos de Desarrollo Sostenible (ODS), temáticas que se abordan de forma transversal en la propuesta.

6.4. Competencias.

El proyecto favorece el desarrollo integral del alumnado mediante un enfoque competencial que permite la transferencia de los aprendizajes a contextos reales. A continuación, se detallan las competencias clave del Real Decreto 243/2022, de 5 de abril, y su relación con el proyecto:

- a) Competencia en comunicación lingüística

A través de la lectura de textos científicos, la elaboración de informes y exposiciones

orales, el alumnado mejora su capacidad para expresar y comprender ideas de manera clara y estructurada, utilizando el vocabulario específico del ámbito biotecnológico.

- b) Competencia plurilingüe

Se fomenta mediante la consulta de artículos científicos en inglés, el uso de terminología técnica internacional y la posible realización de actividades en lengua extranjera, favoreciendo la familiarización con el lenguaje científico global.

- c) Competencia matemática y competencia en ciencia, tecnología e ingeniería (STEM)

Es la competencia más estrechamente vinculada al proyecto. El alumnado trabaja el método científico, realiza cálculos relacionados con el crecimiento microbiano, analiza datos experimentales y comprende los principios biotecnológicos aplicados en ámbitos como la salud, la agricultura o el medio ambiente.

- d) Competencia digital

El uso de herramientas digitales para la búsqueda de información, la simulación de procesos biotecnológicos o la elaboración de presentaciones y documentos multimedia permite a los estudiantes adquirir y consolidar una actitud crítica, ética y segura en el entorno digital.

- e) Competencia personal, social y de aprender a aprender

El trabajo cooperativo, la resolución de problemas reales y la autorregulación del aprendizaje favorecen el desarrollo de la autonomía, la responsabilidad y el pensamiento crítico, así como la gestión emocional y social dentro del grupo.

- f) Competencia ciudadana

Se promueve al analizar el impacto de la biotecnología microbiana en la sociedad y el medioambiente, fomentando una actitud ética, responsable y comprometida con la

mejora del entorno y la salud pública.

- g) Competencia emprendedora

El diseño de propuestas innovadoras que utilizan microorganismos con fines sostenibles (producción de biocombustibles, depuración de aguas, obtención de antibióticos, etc.) potencia la creatividad, la iniciativa personal y la toma de decisiones informadas.

- h) Competencia en conciencia y expresión culturales

Aunque es menos central, esta competencia se activa al relacionar los avances biotecnológicos con su contexto histórico y social, y al valorar la contribución de distintas culturas y científicos/as al progreso científico.

6.5. Relación con las competencias específicas y los descriptores operativos.

El proyecto se relaciona de manera sólida y coherente con las competencias específicas de la materia de Biología, así como con los descriptores operativos del segundo curso de Bachillerato, tal y como se recogen en el Real Decreto 243/2022, de 5 de abril.

A continuación, se relaciona cada una de las competencias específicas y los descriptores competenciales vinculados, justificando su integración en el diseño y desarrollo del proyecto:

Competencia específica 1

Interpretar y transmitir información científica con rigor, empleando el lenguaje y los formatos adecuados para cada situación comunicativa, fomentando el pensamiento crítico y el intercambio de ideas.

Durante el desarrollo del proyecto, el alumnado deberá consultar y comprender textos científicos y divulgativos relacionados con las aplicaciones biotecnológicas de los microorganismos en diversos sectores (salud, industria, medioambiente). Además, se les

propondrá elaborar y presentar materiales como infografías, artículos, exposiciones orales o pósteres científicos, ajustando el lenguaje al contexto comunicativo. Esta actividad fomenta el uso del lenguaje científico con precisión, promueve el pensamiento crítico al valorar distintas fuentes y contribuye a desarrollar destrezas comunicativas tanto orales como escritas.

Descriptores vinculados: CCL1, CCL2, CCL3, CCL5, CP1, STEM1, STEM2, STEM4, CD2, CD3, CPSAA4, CC3, CCEC3.2, CCEC4.1

Competencia específica 2

Localizar, seleccionar y utilizar fuentes de información fiables, relevantes y actualizadas, aplicando el pensamiento crítico para resolver problemas científicos, responder a preguntas y desarrollar proyectos relacionados con la biología.

El alumnado trabajará activamente en la búsqueda y selección de información científica contrastada sobre el uso de microorganismos en procesos biotecnológicos. Se fomentará la consulta de artículos de revistas científicas, bases de datos y plataformas digitales especializadas, desarrollando así su autonomía investigadora y su capacidad para filtrar información veraz. Esta competencia se ejercita también en el momento de tomar decisiones respecto al enfoque del proyecto, a la selección de ejemplos representativos y a la justificación de sus aplicaciones prácticas.

Descriptores vinculados: CCL2, CCL3, CP1, CP2, STEM2, STEM4, CD1, CD2, CD3, CD4, CD5, CPSAA4, CPSAA5, CC1, CC3, CE3

Competencia específica 3

Analizar críticamente trabajos de investigación y divulgación científica, valorando la calidad de las fuentes, el rigor metodológico y la claridad en la presentación de resultados.

A lo largo del proyecto, se presentarán diferentes estudios reales o adaptados sobre investigaciones en biotecnología microbiana (por ejemplo, producción de antibióticos, microorganismos modificados genéticamente, biorremediación de suelos contaminados). Se trabajará con el alumnado en la identificación de hipótesis, variables, diseño experimental,

resultados y conclusiones, desarrollando así su capacidad para evaluar el método científico y detectar posibles sesgos o limitaciones.

Descriptores vinculados: CCL2, CCL3, CP1, CP2, CP3, STEM1, STEM2, STEM3, STEM4, CD1, CD4, CPSAA4, CC1, CC3, CE1

Competencia específica 4

Plantear y resolver problemas biológicos o realizar pequeñas investigaciones, aplicando el método científico, estrategias de resolución de problemas y herramientas digitales adecuadas.

El alumnado podrá formular preguntas científicas relacionadas con los microorganismos y su utilidad, por ejemplo: ¿Qué condiciones favorecen el crecimiento de microorganismos beneficiosos? ¿Cómo se podría mejorar la eficiencia de una bacteria utilizada en la limpieza de aguas contaminadas? A partir de estas preguntas, se les propondrá diseñar pequeños experimentos o simulaciones digitales aplicando el método científico. Asimismo, se fomentará la elaboración de hipótesis, análisis de datos y extracción de conclusiones, lo que afianza el aprendizaje competencial desde un enfoque indagativo.

Descriptores vinculados: CCL1, CCL2, CCL3, STEM1, STEM2, STEM4, CD1, CD5, CPSAA1.1, CPSAA1.2, CPSAA4, CPSAA5, CE3

Competencia específica 5

Analizar fenómenos relacionados con la salud, la sostenibilidad o el medioambiente desde una perspectiva biológica y molecular, promoviendo una actitud crítica, responsable y comprometida.

La biotecnología microbiana presenta numerosas aplicaciones en los campos de la sostenibilidad y la salud: desde la biorremediación de entornos contaminados hasta la producción de vacunas o probióticos. Este enfoque permite al alumnado reflexionar sobre cómo la biología molecular contribuye a dar soluciones a problemas reales, valorando tanto los beneficios como las implicaciones éticas, sociales y ambientales. De esta manera, se refuerza una actitud crítica y comprometida con los Objetivos de Desarrollo Sostenible (ODS).

Descriptores vinculados: CCL1, CCL3, STEM2, STEM5, CD4, CPSAA2, CC3, CC4, CE1

Competencia específica 6

Analizar la estructura y función de las biomoléculas, los bioelementos y los procesos celulares fundamentales, relacionándolos con el funcionamiento de los seres vivos.

Para comprender las aplicaciones de los microorganismos en biotecnología, es esencial entender cómo funcionan a nivel molecular: qué tipo de biomoléculas sintetizan, cómo actúan sus enzimas, cómo se regula su ADN para producir sustancias útiles, etc. El proyecto permite trabajar estos contenidos de forma significativa, conectando los conocimientos teóricos sobre metabolismo y genética con su aplicación en contextos reales.

Descriptores vinculados: CCL1, CCL2, STEM1, STEM2, STEM4, CD1, CPSAA4, CC4

6.6. Contenidos.

Los contenidos seleccionados para el desarrollo del presente proyecto giran en torno al uso de microorganismos en el ámbito de la biotecnología, con especial atención a sus aplicaciones en salud, industria, agricultura y medio ambiente. En línea con el enfoque competencial del currículo, estos contenidos no se abordan de forma aislada, sino como medios para el desarrollo y la movilización de las competencias específicas.

Dado que el proyecto se centra específicamente en los microorganismos y su manipulación con fines biotecnológicos, se han seleccionado los contenidos del bloque E (Biotecnología).

Bloque E. Biotecnología

- Técnicas actuales de ingeniería genética (PCR, enzimas de restricción, clonación molecular, CRISPR-CAS9, etc.): se trabajan para comprender los procedimientos mediante los cuales se modifica genéticamente a los microorganismos

con el fin de obtener productos o funciones de interés.

- Importancia de la biotecnología y productos elaborados por biotecnología: se abordan ejemplos reales y actuales del uso de microorganismos en campos diversos como la salud (producción de antibióticos, vacunas, terapias génicas), la agricultura (biofertilizantes, organismos modificados), el medio ambiente (biorremediación) o la industria alimentaria (fermentaciones, probióticos).
- Papel destacado de los microorganismos: se estudia su protagonismo como herramienta fundamental en procesos biotecnológicos, analizando los tipos más utilizados, sus características y los contextos de aplicación.
- Aspectos más relevantes del marco normativo europeo sobre la utilización de organismos modificados genéticamente y sus implicaciones éticas: se fomenta la reflexión crítica sobre el uso responsable y ético de los avances biotecnológicos, así como la legislación que regula el uso de Organismos Modificados Genéticamente (OMG).

Estos contenidos se trabajarán a través de actividades que implican la aplicación práctica del conocimiento, la experimentación, el análisis crítico y la valoración ética, fomentando un aprendizaje activo, significativo y conectado con la realidad científica y social actual.

6.7. Contenidos transversales

Incluir los contenidos transversales en el proceso de enseñanza-aprendizaje resulta primordial para la formación integral del alumnado. En este proyecto, se incorporan diversos contenidos transversales con la finalidad de fomentar un pensamiento crítico, responsable y ético hacia la ciencia.

Uno de los ejes transversales del proyecto es la ética de la ciencia, esto se aborda a través del análisis de los límites éticos de la manipulación genética y de las aplicaciones de la biotecnología en la salud, la alimentación o el medioambiente.

Asimismo, se trabajan otros contenidos transversales como la educación para el desarrollo sostenible, y la educación en valores, promovida mediante el trabajo en grupo y el respeto a las diferentes opiniones. También se favorece la alfabetización digital, ya que el alumnado utiliza diversas fuentes científicas y tecnológicas para contrastar información, evaluar su fiabilidad y presentar sus propias conclusiones.

6.8. Interdisciplinariedad

El enfoque interdisciplinar no solo enriquece el aprendizaje, sino que permite al alumnado establecer conexiones reales entre el conocimiento científico, la dimensión ética, y la comunicación efectiva, favoreciendo una comprensión integral de la biotecnología. Este proyecto didáctico establece una conexión entre varias asignaturas del currículo de 2º de Bachillerato en la modalidad de Ciencias y Tecnología:

- Química: contribuye al entendimiento de las reacciones químicas involucradas en los procesos biotecnológicos, como la fermentación alcohólica y láctica.
- Matemáticas II: fundamental para el análisis cuantitativo de datos experimentales, así como análisis estadísticos.
- Historia de la Filosofía, imprescindible para incentivar la reflexión sobre las implicaciones éticas y sociales de la biotecnología.
- Lengua Castellana y Literatura II y Lengua Extranjera II (inglés) son esenciales para el desarrollo de competencias comunicativas.

6.9. Metodología

La metodología de este proyecto está orientada a favorecer un aprendizaje activo, participativo y colaborativo, centrado en la resolución de problemas reales relacionados con el uso de microorganismos en biotecnología. Esta metodología se apoya en un enfoque competencial y constructivista, promoviendo que el alumnado sea protagonista en su proceso de aprendizaje.

1. Enfoque competencial y aprendizaje basado en proyectos (ABP)

El proyecto se estructura mediante un enfoque basado en la resolución de problemas y el aprendizaje basado en proyectos (ABP), favoreciendo la integración de conocimientos y habilidades a través de situaciones contextualizadas. En este sentido, se desarrollan competencias científicas, tecnológicas, críticas y éticas, con énfasis en la investigación práctica y el análisis reflexivo.

2. Trabajo experimental y de laboratorio

Una parte fundamental de la metodología consiste en la realización de actividades experimentales en el laboratorio. Estas actividades permiten a los estudiantes trabajar directamente con técnicas biotecnológicas como PCR, cultivo de microorganismos y análisis genético. De este modo, se fomenta el aprendizaje de manera práctica, proporcionando a los estudiantes las herramientas necesarias para llevar a cabo sus propios experimentos y análisis.

3. Uso de tecnologías de la información y la comunicación (TIC)

El uso de las TIC es esencial para el acceso a información actualizada, visualización de procesos biotecnológicos y simulaciones de técnicas. A través de plataformas digitales y recursos interactivos, los estudiantes pueden complementar el aprendizaje en clase con investigaciones, vídeos y herramientas digitales que faciliten la comprensión de los conceptos más complejos.

4. Trabajo cooperativo y colaborativo

El trabajo en equipo es otra característica clave de la metodología empleada. El alumnado se organiza en grupos para investigar sobre diferentes aspectos del proyecto, lo que les permite compartir ideas, desarrollar habilidades de comunicación científica y aprender unos de otros. Esta colaboración también se extiende a la resolución de problemas, donde cada grupo se enfrenta a una situación práctica relacionada con la biotecnología y presenta sus conclusiones a sus compañeros.

5. Enfoque crítico y ético

La reflexión crítica sobre los avances en biotecnología, especialmente en cuanto a la manipulación genética y los organismos modificados, es un componente esencial del proyecto. Los estudiantes deben analizar los beneficios y riesgos de las biotecnologías, considerando las implicaciones éticas y sociales. Esta reflexión se realiza tanto a nivel individual como colectivo, estimulando el debate y la toma de decisiones informadas.

6. Evaluación continua y formativa

La evaluación en este proyecto tiene carácter continuo y formativo, y se realiza mediante la observación de las actividades y el seguimiento del progreso de los estudiantes. Se emplean diferentes herramientas de evaluación, como rúbricas, cuestionarios, presentaciones orales y registros de laboratorio, que permiten valorar tanto los conocimientos adquiridos como las competencias desarrolladas en el proceso de aprendizaje. Además, se fomenta la autoevaluación y la coevaluación entre los estudiantes para que reflexionen sobre su propio desempeño y el de sus compañeros. Esto lo veremos mejor en el punto de la evaluación.

7. Adaptación a los intereses y necesidades del alumnado

La metodología se adapta a los intereses y necesidades del alumnado, promoviendo la personalización del aprendizaje. A través de actividades diferenciadas y el uso de recursos variados, se permite que cada estudiante trabaje a su propio ritmo, superando las barreras que puedan surgir en el proceso de aprendizaje y fomentando la autonomía.

8. Conexión con el entorno

El proyecto busca conectar el contenido de la biotecnología con situaciones reales y cercanas al entorno del alumnado. Esto se logra a través de visitas a centros de investigación, charlas de expertos en biotecnología, y el análisis de casos de estudio relacionados con la biotecnología aplicada a la salud, el medio ambiente o la agricultura. Estas actividades permiten

al alumnado contextualizar los conocimientos y comprender el impacto que la biotecnología tiene en la sociedad.

6.10. Atención a las diferencias individuales

En el desarrollo del proyecto, es esencial considerar la diversidad del alumnado en el aula para garantizar que todos puedan acceder al aprendizaje de manera equitativa.

La atención a las diferencias individuales implica ajustar tanto la metodología como los recursos didácticos, los ritmos de aprendizaje y las estrategias de evaluación para atender a las características y necesidades de cada alumno, respetando sus capacidades, estilos de aprendizaje y motivaciones. Este enfoque es aún más relevante cuando se trata de un tema complejo como la biotecnología, que requiere comprensión de conceptos avanzados y aplicaciones científicas que pueden ser desafiantes para algunos estudiantes.

El primer paso para garantizar la atención a las diferencias individuales consiste en identificar las diversas características de los estudiantes. Entre estas características se incluyen los estilos de aprendizaje, que varían entre los estudiantes visuales, auditivos y kinestésicos. Por ejemplo, los estudiantes visuales pueden beneficiarse de recursos como diagramas, infografías y videos, mientras que los auditivos pueden encontrar más efectivas las actividades orales o debates. Además, los estudiantes kinestésicos se benefician de actividades prácticas o experimentales, lo cual es particularmente relevante en un proyecto de biotecnología, que puede incorporar experiencias de laboratorio o simulaciones interactivas.

Además de los estilos de aprendizaje, es crucial tener en cuenta los ritmos de aprendizaje de los estudiantes. No todos los estudiantes asimilan los contenidos de manera uniforme; algunos pueden necesitar más tiempo para comprender los procesos complejos de la biotecnología mientras que otros pueden avanzar más rápido. Por lo tanto, es importante permitir que los estudiantes trabajen a su propio ritmo, ofreciendo tanto actividades de refuerzo como de ampliación.

También es fundamental tener en cuenta los conocimientos previos de los estudiantes sobre biología y biotecnología, ya que algunos pueden tener una base sólida en estos temas, mientras que otros pueden estar comenzando a comprender los conceptos.

La metodología para este proyecto debe ser diferenciada para responder a estas diferencias individuales. Una de las estrategias más efectivas es el aprendizaje cooperativo, que promueve el trabajo en grupos heterogéneos.

En cuanto a la evaluación, es fundamental que esta también sea diferenciada para atender las necesidades individuales. La evaluación formativa es clave, ya que permite evaluar el proceso de aprendizaje de manera continua. Esto se puede hacer a través de actividades como cuestionarios, reflexiones escritas, debates o presentaciones orales, y permite ajustar las estrategias de enseñanza según los resultados obtenidos.

Para aquellos alumnos que necesiten un apoyo más personalizado, como los que presenten dificultades de aprendizaje o que necesiten más tiempo para asimilar los contenidos, es fundamental ofrecer una atención individualizada. Esto puede incluir sesiones de tutoría donde se resuelvan dudas específicas y se refuercen conceptos clave. Asimismo, es útil proporcionar materiales de refuerzo como resúmenes, mapas conceptuales o videos adicionales, que faciliten la comprensión de temas complejos.

Además, se debe fomentar la participación activa en clase, creando un ambiente inclusivo donde todos se sientan cómodos para plantear preguntas y compartir ideas. Esta participación activa no solo mejora la comprensión de los contenidos, sino que también permite detectar tempranamente las necesidades individuales y ofrecerles el apoyo necesario.

6.11. Evaluación

La evaluación de este proyecto se concibe como un proceso continuo, sistemático y formativo que permite valorar tanto el progreso del alumnado como la eficacia del propio diseño. Se estructura en tres momentos fundamentales: evaluación inicial, evaluación continua y evaluación final, cada una con funciones y herramientas específicas que facilitan una valoración objetiva y ajustada al desarrollo competencial.

La evaluación inicial tiene como finalidad detectar los conocimientos previos del alumnado sobre los microorganismos y su papel en los procesos biotecnológicos, así como sus habilidades para buscar y analizar información científica. Se emplearán instrumentos como cuestionarios, lluvias de ideas o mapas conceptuales, permitiendo adaptar la intervención didáctica al punto de partida del grupo.

La evaluación continua se llevará a cabo durante todo el desarrollo del proyecto, recogiendo evidencias del aprendizaje del alumnado a través de la observación sistemática, el análisis de producciones individuales y grupales, y la participación en actividades de investigación y reflexión. Se hará uso de rúbricas y diarios de aprendizaje. Asimismo, se promoverá la autoevaluación y coevaluación mediante instrumentos digitales o analógicos, fomentando la autonomía, la metacognición y el trabajo cooperativo.

La evaluación final permitirá valorar el grado de adquisición de las competencias y contenidos propuestos, a través de la elaboración del producto final.

A lo largo de todo el proceso, se tendrán en cuenta los siguientes criterios de evaluación, directamente vinculados con las competencias específicas más pertinentes al proyecto:

- 1.1 Analizar críticamente conceptos y procesos biológicos, seleccionando, contrastando e interpretando información presentada en diferentes lenguas y formatos, utilizando métodos inductivos y deductivos que permitan integrar con creatividad diversos medios y soportes.

- 1.2 Comunicar informaciones u opiniones razonadas relacionadas con los contenidos de la materia, transmitiéndolas de forma clara y rigurosa, utilizando la terminología adecuada y los formatos pertinentes, respondiendo de manera fundamentada a las cuestiones que surjan, y manteniendo una actitud cooperativa y respetuosa.

- 1.3 Argumentar sobre aspectos relacionados con los contenidos de la materia, generando nuevo conocimiento y considerando de forma razonada los puntos fuertes y débiles de diferentes posturas, con una actitud abierta y respetuosa ante la diversidad de opiniones.

- 2.1 Plantear y resolver cuestiones y crear contenidos innovadores y sostenibles relacionados con los contenidos de la materia, localizando y citando fuentes de forma adecuada, y desarrollando estrategias eficaces para comunicar la

información.

- 2.2 Contrastar y justificar la veracidad de información relacionada con la materia, especialmente en textos académicos, utilizando fuentes fiables, aplicando medidas de protección en el uso de tecnologías digitales y adoptando una actitud crítica hacia pseudociencias o creencias infundadas.

- 3.1 Evaluar la fiabilidad de las conclusiones de un trabajo de investigación o divulgación científica relacionado con los contenidos de la materia, con capacidad para reformular el procedimiento si fuera necesario.

- 3.3 Argumentar, utilizando ejemplos concretos, sobre la contribución de la ciencia a la sociedad y la labor de las personas dedicadas a ella, destacando el papel de la mujer y comprendiendo la investigación como una labor colectiva e interdisciplinar.

- 4.1 Explicar fenómenos biológicos a través del planteamiento y resolución de problemas, buscando y utilizando criterios de validez, actualidad y fiabilidad, y aprovechando las posibilidades de las TIC para transmitir la información de forma clara y precisa.

- 5.2 Analizar y explicar los fundamentos de la biología molecular en relación con el funcionamiento de los sistemas biológicos, apreciando su repercusión sobre la salud.

Estos criterios orientarán la valoración del progreso del alumnado, permitiendo evidenciar el desarrollo de su pensamiento científico, su capacidad crítica y su competencia comunicativa, en coherencia con el enfoque del proyecto y los principios del currículo vigente.

6.12. Recursos didácticos

Los recursos didácticos seleccionados para el desarrollo de este proyecto se han escogido en función de su capacidad para facilitar el aprendizaje significativo, estimular la curiosidad científica y favorecer el trabajo autónomo y colaborativo del alumnado. Se han organizado en diferentes categorías según su naturaleza y función pedagógica:

- Recursos materiales y tecnológicos:

Se emplearán equipos informáticos, conexión a internet, y pizarras digitales interactivas, esenciales para la búsqueda y análisis de información científica, así como para la presentación de trabajos. También se incorporarán herramientas digitales como Canva, Genially o PowerPoint para la elaboración de productos finales visuales e interactivos.

- Recursos bibliográficos y documentales:

Se proporcionará al alumnado acceso a artículos científicos actualizados, bases de datos de y manuales de Biología de nivel universitario adaptados. Asimismo, se fomentará el uso de documentos institucionales de organismos como la Organización Mundial de la Salud (OMS) o la Organización de las Naciones Unidas para la Agricultura y la Alimentación (FAO), especialmente en relación con el uso de microorganismos en biotecnología alimentaria, ambiental y médica.

- Recursos audiovisuales:

Se integrarán documentales, vídeos educativos y conferencias científicas, disponibles en plataformas como YouTube Edu, TED-Ed o el portal de la Universidad Nacional de Educación a Distancia (UNED). Estos materiales facilitarán la comprensión de conceptos complejos, mostrando ejemplos reales de aplicación biotecnológica y testimonios de profesionales en el ámbito.

- Recursos experimentales:

Cuando sea posible, se utilizarán materiales de laboratorio para realizar prácticas relacionadas con la microbiología, como la observación de cultivos o el uso de

técnicas básicas de bioseguridad. Estas experiencias fomentarán el aprendizaje vivencial y el desarrollo de habilidades científicas.

- Recursos organizativos y metodológicos:

Se incluirán rúbricas de evaluación, guías de trabajo cooperativo, diarios de aprendizaje, organizadores gráficos (mapas conceptuales, esquemas) y fichas de análisis de artículos científicos. Todos ellos orientados a facilitar la planificación, la reflexión y la sistematización del proceso de investigación.

6.13. Temporalización

Se ha decidido iniciar el proyecto a finales de octubre, ya que el primer trimestre del curso de segundo de bachillerato es crucial para consolidar los conocimientos necesarios para iniciar el proyecto y de cara a la preparación de la PAU.

Cada sesión se distribuye aproximadamente cada 7 días, este ritmo de sesiones también facilita que los estudiantes puedan procesar y aplicar lo aprendido en cada etapa antes de pasar a la siguiente.

De este modo, se optimiza el tiempo y se asegura que el proyecto esté bien distribuido durante el primer trimestre, sin sobrecargar a los estudiantes en momentos clave del curso.

Duración del proyecto: Primer trimestre (21 de octubre - 16 de diciembre)

- Sesión 1: 21 de octubre (Fase I) - Introducción y motivación al tema
- Sesión 2: 28 de octubre (Fase II) - Detección de conocimientos previos
- Sesión 3: 4 de noviembre (Fase III) - Búsqueda de información (Sesión 1)
- Sesión 4: 11 de noviembre (Fase III) - Búsqueda de información (Sesión 2)
- Sesión 5: 18 de noviembre (Fase III) - Búsqueda de información (Sesión 3)
- Sesión 6: 25 de noviembre (Fase IV) - Desarrollo (Sesión 1)
- Sesión 7: 2 de diciembre (Fase IV) - Desarrollo (Sesión 2)

- Sesión 8: 10 de diciembre (Fase V) - Evaluación (Sesión 1)
- Sesión 9: 16 de diciembre (Fase V) – Evaluación (Sesión 2)

6.14. Introducción a las fases.

El producto final del aprendizaje basado en proyectos sobre biotecnología va a constar de tres elementos:

- El primero es una presentación digital o multimedia que los grupos tendrán que exponer a sus compañeros y que debe contener: una explicación y justificación del problema elegido, la solución biotecnológica mediante el uso de microorganismos y las ventajas y riesgos de esa técnica o método, así como las consideraciones éticas.
- El segundo consistirá en la elaboración de un póster, explicativo del problema y la técnica biotecnológica con la que se podría supuestamente solucionar que será colocado en los pasillos para que lo pueda ver toda la comunidad educativa.
- El tercer elemento consistirá en entregar un informe de 3-4 folios con bibliografía incluida donde se resuma todo el trabajo de investigación que han realizado.

Fase I: Introducción y motivación al tema (1 sesión)

Objetivos:

- Desarrollar en los alumnos interés por el proyecto que van a realizar y explicarles en qué va a consistir.
- Despertar su curiosidad y hacer que sean conscientes de la importancia de la biotecnología y de cómo ha mejorado nuestras vidas.
- Familiarizar a los alumnos con los problemas reales abordables mediante biotecnología.
- Introducir a los estudiantes en los conceptos básicos de biotecnología y los diferentes tipos de aplicación en los diferentes sectores.

- Establecer los grupos de trabajo para la realización del producto final del proyecto de manera que estén equilibrados según sus habilidades.

Actividades:

1. Presentación introductoria:

En esta actividad se va explicar brevemente en qué va a consistir el proyecto, el número de sesiones que se van a realizar y cuál es el producto final del mismo. Esto se va a presentar con diapositivas, y en estas, se va a especificar claramente todas las partes del proyecto desde el modo de trabajo, el producto final y la forma de evaluar. Se mostrará una rúbrica simplificada de cómo se les va a evaluar. Estas diapositivas se les subirán a los alumnos a la plataforma digital para que puedan consultar las instrucciones y resolver dudas en cualquier momento.

A continuación, el docente pondrá un Padlet digital donde se pregunte qué es la biotecnología y qué problemas creen que se puede resolver con ella. Las respuestas se registrarán para más adelante hacer una comparativa con las mismas preguntas una vez finalice el proyecto para poder evaluar los conocimientos adquiridos por los alumnos.

El próximo paso de esta actividad será explicar de manera sencilla con una charla visual el concepto de biotecnología y los campos de estudio de la misma.

Se utilizarán recursos multimedia como infografías, imágenes y diagramas que muestren las ramas que estudia la biotecnología y las técnicas.

2. Vídeo motivacional:

Se proyectará un vídeo que sirva de gancho inicial para motivar a los alumnos a realizar el proyecto. Este video puede enseñar algunos de los avances que se han realizado gracias a la biotecnología y que han tenido un papel crucial para mejorar la vida de las personas como la fabricación de medicamentos o vacunas. El vídeo incluye entrevistas con científicos, imágenes de laboratorios avanzados y aplicaciones futuristas.

El objetivo es que los estudiantes vean la biotecnología en acción y se motiven por la aplicabilidad práctica del conocimiento.

3. Dinámica de grupo:

El docente va a establecer los grupos de trabajo teniendo en cuenta las habilidades de cada alumno para que los equipos estén conformados de manera equilibrada. Los estudiantes tendrán que decidir el rol que van a desempeñar cada uno en el grupo y tendrán que decidir, planificar y organizar como van a trabajar para alcanzar los objetivos del proyecto.

Cada grupo a mayores, realizará una lluvia de ideas relacionada con los problemas que puede resolver la biotecnología y finalmente se comentará con toda la clase.

4. Reflexión final:

La sesión finalizará con la realización por parte de los estudiantes de una breve reflexión escrita sobre lo que esperan aprender en el proyecto y qué preguntas tienen sobre la biotecnología y el uso y alcance de las técnicas actuales que utilizan.

Fase II: Detección de conocimientos previos (1 sesión)

Objetivos:

- Evaluar el conocimiento previo de los estudiantes sobre los temas clave: biotecnología, microorganismos y técnicas de la biotecnología.
- Fomentar la reflexión sobre lo que ya saben y lo que necesitan aprender para llevar a cabo el proyecto de manera efectiva.
- Asignar el tema de cada grupo para que empiecen a elaborar el producto final del proyecto.

Actividades:

1. Cuestionario inicial:

Los estudiantes responden a un cuestionario individual de diagnósticos con preguntas de tipo test sobre temas que antes de empezar el proyecto ya han tenido que estudiar y preguntas sobre conocimientos previos sobre la biotecnología. Dentro de los temas que ya han tenido que estudiar se les preguntará por cuestiones como: la estructura y función del ADN, la replicación, transcripción y traducción, el código genético, las mutaciones y la regulación de la expresión génica, metabolismo y los microorganismos.

Este cuestionario servirá de repaso y para que los alumnos tengan un autoconcepto de cómo llevan la asignatura de cara a los exámenes finales y la PAU. Este cuestionario también sirve para ver el nivel de los alumnos y conocer los conocimientos previos que tienen sobre la biotecnología.

2. Elección del tema:

Una vez finalizado el cuestionario, los alumnos ya se pondrán en sus grupos correspondientes. Tendrán que decidir el tema sobre el que van a hacer su proyecto. Para facilitar la elección del tema se propondrá una lista con el doble de propuestas que equipos haya conformados. Anotarán un orden de prioridad de tres temas y el docente asignará a cada grupo el primero escogido. Si hubiera coincidencias se deja que los grupos negocien entre ellos para la elección, pero al final de la sesión cada equipo ya tiene que tener un tema asignado. En caso de no resolverse por las coincidencias se haría un sorteo.

3. Planificación y organización:

En el caso de que sobrara tiempo, lo que resta de la sesión los grupos se dedicaran a repartir y organizar las tareas para alcanzar su objetivo final. El profesor ayuda a resolver las posibles dudas que surjan de como trabajar o realizar el proyecto. Pero se dará una plantilla con lo mínimo que debe contener el proyecto.

Fase III: Búsqueda de información (3 sesiones)

Objetivos:

- Desarrollar o mejorar sus destrezas de investigación utilizando y buscando fuentes confiables y seleccionando y sintetizando la información correctamente.
- Repasar o enseñar la forma de hacer la bibliografía según el modelo APA o Vancouver que son los modelos estándar.
- Mejorar el pensamiento crítico de los alumnos y sus habilidades oratorias mediante la realización de un debate sobre la ética de la biotecnología.
- Mejorar sus habilidades de comunicación mediante la realización de una ponencia online con un experto y permitirles que puedan resolver dudas sobre sus trabajos con un profesional del campo.
- Motivar a los alumnos en la materia y el proyecto mediante la experiencia y conocimientos del ponente profesional y la actividad complementaria.

Sesión 1 - Investigación en línea:

Actividades:

1. Repaso y explicación:

Esta sesión entera se va a desarrollar en el aula de informática. La primera parte de la sesión consistirá en repasar aquellos conocimientos que ya deberían de tener sobre las estrategias y buscadores fiables que tienen que emplear para la búsqueda de información veraz. Este repaso no debería llevar mucho tiempo porque son contenidos que ya se han dado en cursos anteriores, concretamente en el bloque de proyecto científico de 1º y 4º de la ESO. Tras finalizar el repaso, se explica cómo se tiene que hacer una bibliografía. El modelo que se va a explicar es el APA porque es uno de los modelos estándar y el que van a tener que utilizar para el informe de su producto final.

2. Trabajo en el proyecto:

Una vez se ha finalizado de explicar todo lo anterior, cada alumno se pondrá con su grupo del proyecto y empezarán a hacer una búsqueda exhaustiva de artículos científicos que traten sobre el tema que han elegido. Con las tareas distribuidas cada miembro del grupo se

encargará de buscar o realizar un contenido para su producto final. Todas las fuentes de donde saquen información las tendrán que poner con estilo Apa en la bibliografía del informe final.

Sesión 2 - Charla con experto en biotecnología.

Esta sesión se va a realizar mediante una charla vía telemática mediante “Teams” de un profesor investigador del área de biotecnología de una universidad. Primero el profesor de biotecnología se presentará y hará una breve descripción de su trayectoria, proyectos relevantes y área de especialización intentando cautivar o generar curiosidad en los alumnos. A continuación, hablaría de proyectos innovadores actuales en los él o algún compañero estén trabajando. Para motivarles más, contaría anécdotas personales de experiencias vividas en el laboratorio. La última parte de la sesión consistiría en resolver las dudas de los alumnos y que estos expongan sus ideas de su proyecto final para que el experto brinde retroalimentación específica y sugiera recursos para la realización del mismo (artículos y herramientas).

Sesión 3 - Visita a la universidad:

1. Visita guiada:

Esta sesión consistiría en una visita a la Universidad de Valladolid. La visita a la universidad para alumnos se centraría en acercar la biotecnología mediante actividades prácticas en laboratorio, comenzando con una breve charla introductoria y una visita guiada por las instalaciones.

Se hablará sobre avances como CRISPR o vacunas de ácido ribonucleico (ARN). Los estudiantes realizarán experimentos sencillos, cómo extraer ADN de fresas usando detergente y alcohol, observaran bacterias modificadas en placas Petri y simularían técnicas como PCR o electroforesis. Además, interactuarían con investigadores o alumnos universitarios para resolver dudas sobre carreras científicas, visitarían instalaciones clave (i, biorreactores). La jornada, de 3-4 horas, cerraría con una reflexión grupal sobre cómo resolver problemas globales con biotecnología y entrega de material informativo, priorizando siempre la seguridad en el laboratorio y fomentando la curiosidad científica.

Fase IV: Desarrollo (2 sesiones)

Objetivos:

- El objetivo principal de estas dos sesiones será el de trabajar en el producto final del proyecto que tienen que presentar aplicando los conocimientos adquiridos.
- Fomentar la creatividad e innovación mediante el diseño de sus presentaciones y pósteres.
- Finalizar la presentación digital integrando elementos visuales para explicar el problema con su solución. Asegurando que este todo lo que se pedía en las especificaciones iniciales.
- Diseñar el póster explicativo, sintetizando la información clave para que lo entienda todo el mundo y usando un diseño vistoso con esquemas y texto breve.
- Revisar todo el trabajo para verificar que tenga coherencia, la ortografía esté bien y las fuentes estén bien citadas.

Actividades:

Sesión 1 - Presentación digital:

1. Preparación de presentación e informe final:

Esta sesión se realizará en el aula de informática. Los estudiantes trabajarán con sus grupos para preparar la presentación y el informe final. Para ello tienen a su disposición los ordenadores del aula de informática.

Sesión 2 - Elaboración del póster:

1. Preparación:

Esta sesión se realizará en el aula normal. Con todos los datos recogidos en las sesiones anteriores. Los alumnos en sus correspondientes grupos realizarán el póster utilizando materiales manipulativos como cartulinas, papel continuo u otro tipo de materiales que ellos mismos decidan o traigan de casa.

Cabe destacar que este póster debe ser visual y con un lenguaje adecuado para que el resto de alumnos del instituto puedan entenderlo.

Fase V: Evaluación (2 sesión)

Objetivos:

- Evaluar los resultados del proyecto y la experiencia de aprendizaje.
- Reflexionar y estimular el debate sobre las cuestiones éticas de la biotecnología.

Sesión 1 - Presentación de los productos finales.

Actividades:

1. Presentación oral:

El orden de ponencia de las presentaciones será por sorteo. Todos los miembros de cada grupo tienen que presentar una parte del trabajo. Al final de la presentación de cada turno habrá un breve espacio de tiempo para que el resto de alumnos y el profesor hagan alguna pregunta. El resto de grupos durante la presentación coevaluará el trabajo de sus compañeros mediante una rúbrica que dará el profesor y también servirá para evaluar el proyecto.

El docente evalúa los proyectos basándose en una rúbrica que incluya criterios como la creatividad, el uso adecuado de la biotecnología, la calidad del producto y la presentación.

Sesión 2 - Reflexión y cuestionario final.

Actividades:

1. Reflexión y debate:

El debate o reflexión comenzaría con una pregunta que el docente lanzase sobre la ética de algún tema concreto de la biotecnología y que ellos mismos se posicionaran a favor o en contra dando argumentos. En caso de que todos se posicionaran en una postura, el docente haría los dos grupos para debatir, actuando él como moderador del debate.

2. Cuestionario final:

Se pasará de nuevo el cuestionario de la primera sesión, para conocer y comprobar los conocimientos que han adquirido con este proyecto y compararlo con sus conocimientos previos. A mayores, harán una reflexión sobre qué es lo que más les ha motivado y gustado del proyecto, así como que cambiarían del mismo.

7. Conclusiones

El desarrollo de este proyecto es una experiencia enriquecedora, pues no solo intenta proporcionar al alumnado herramientas para comprender un campo tan amplio como la biotecnología, sino que también se busca transmitir la curiosidad que la ciencia puede despertar. Como bien expresa Carl Sagan, *"la ciencia es más que un cuerpo de conocimiento; es una manera de pensar, una manera de cuestionar lo establecido y explorar lo desconocido"*.

La intervención ofrece un modelo replicable para convertir conceptos abstractos relacionados con la biotecnología en aprendizajes significativos mediante una experiencia más práctica, gracias a las charlas, la excursión y los debates.

Este proyecto es un intento de fomentar en los alumnos esa manera de pensar, de hacer que no solo aprendan sobre biotecnología, sino que se cuestionen el mundo que los rodea, busquen las respuestas y que disfruten con el proceso de descubrimiento. También fortalece en el alumno las competencias clave como trabajo colaborativo y la gestión y desarrollo de la información científica.

Para el docente, proporciona nuevas estrategias y técnicas para poder desarrollar una clase en segundo de bachillerato y poder explicar de una manera diferente el bloque relacionado con la biotecnología. Además, los posters expuestos en el centro pueden servir para incentivar en toda la comunidad educativa la curiosidad sobre la biotecnología y su impacto en la sociedad.

A lo largo de este trabajo ya he hablado de las limitaciones que podría tener esta propuesta, siendo la principal, la elevada presión curricular que tiene segundo de bachillerato. Este curso está orientado mayoritariamente a la preparación de la PAU y eso restringe mucho cualquier propuesta que se salga de ese objetivo. Además de todo esto, la saturación a la que puede estar sometido el alumnado también puede imposibilitar la incorporación de este tipo de proyecto ya que le puede dedicar poco tiempo reduciendo la calidad de los productos finales por falta de dedicación. Pero tampoco hay evidencias de que esta propuesta no fuera realmente efectiva.

Esta propuesta puede tener un margen de mejora mucho más amplio si se desarrollase con más profundidad y se viera que tiene buenos resultados a nivel académico en los alumnos. Entre las propuestas de mejora se podría ampliar a más sesiones, añadir más prácticas en el laboratorio e incluir la utilización de laboratorios virtuales o kits caseros para centros con menos

recursos. Se podría también crear una red de los centros que implementasen el ABP y la universidad para compartir recursos y poder subir los trabajos finales y los posters. Además, se podría estudiar el número de alumnos que eligen carreras relacionadas con biología tras realizar este tipo de proyectos.

En definitiva, este trabajo es el resultado de mi creencia firme de que los docentes tenemos la capacidad de motivar a nuestros alumnos y, a través de metodologías innovadoras, hacer que la ciencia deje de ser una disciplina fría, para convertirse en una fuente de motivación y de crecimiento personal.

8. Bibliografía

- Acosta, R. R. (2011). Acercamiento a la historia de la instalación de la biotecnología en la educación. *Bio-grafía*, 5(9), 320–332.
- Barrera-Figueroa, B. E., & Peña-Castro, J. M. (2019). ¿Qué es la biotecnología? *Ecofronteras*, 52, 2–5.
- EIBE. (1991). *European Initiative for Biotechnology Education: Objectives and Activities*.
- EIBE. (2000). *Teaching Units in Biotechnology Education (1996–2000)*.
- Fernández, M. (2016). El Aprendizaje Basado en Proyectos en la enseñanza de las ciencias: Una propuesta práctica. *Revista de Investigación Educativa*, 34(2), 75–90.
- Fernández, M., & López, R. (2020). Biotecnología en el aula: Una propuesta didáctica con microorganismos. *Revista de Educación en Ciencias*, 4(1), 45–59.
- Flórez, Á. M. W. (2010). La biotecnología en un mundo globalizado. *Revista Colombiana de Bioética*, 5(2), 164–169.
- García, J. (2019). *Microorganismos y biotecnología: Herramientas para la enseñanza de las ciencias*. Editorial Innovación Educativa.
- García, J., & Martínez, L. (2018). *Metodologías activas en el aula: El Aprendizaje Basado en Proyectos*. Editorial Síntesis.
- Harms, U. (2002). Biotechnology education in schools. *Electronic Journal of Biotechnology*, 5(3), 205–211. <https://doi.org/10.2225/vol5-issue3-fulltext-6>
- Hernández, F., & Ventura, M. (2008). *La organización del currículum por proyectos de trabajo*. Graó.
- Hurtado, G. B. (2007). La biotecnología: “un juguete” preferido en la educación, una visión del grupo de investigación bio-educación. *Revista Colombiana de Biotecnología*, 9(2), 72–78.
- López, M. (2015). *Aprendizaje Basado en Proyectos: Una guía práctica para docentes*. Narcea Ediciones.
- Martínez, A. (2018). La biotecnología en la educación secundaria: Retos y oportunidades. *Revista Iberoamericana de Educación en Ciencias*, 4(2), 78–91.

- Moreno Muñoz, M. (2023). *Biotecnología, ética y sociedad* (Monografía técnica M3856121 v.1). Universidad de Granada.
- Polanco, A., & Díaz Martínez, E. (2023). *Biotecnología: soluciones para la salud del futuro y el bienestar del planeta*. LID Editorial.
- Prieto, A. (2020). El rol del docente en el Aprendizaje Basado en Proyectos. *Revista Iberoamericana de Educación*, 82, 109–124.
- Roa, C., & Valbuena, E. (2009). La educación en biotecnología: Retos y perspectivas. *Revista Educación y Ciencia*, 3(1), 15–22.
- Taguenca, J. A. (2008). Percepciones sociales de la biotecnología: Entre la esperanza y el temor. *Revista Mexicana de Sociología*, 70(4), 677–703.
- Thieman, W. J., & Palladino, M. A. (2010). *Introducción a la biotecnología* (Vol. 7). Pearson Educación.
- UNESCO. (1990). *Teaching biotechnology in school*. Joseph D. McNerney (Ed.).
- UNESCO. (2017). *Education for sustainable development goals: Learning objectives*. UNESCO Publishing.
- Wymer, P. (1986). *Initiatives in biotechnology education: The Vector Mobile DNA Laboratory*.
- Wymer, P. (1992). *Biotechnology in schools and universities in the UK*.

9. Anexos.

Anexo I. Tablas de acrónimos

Abreviatura	Significado
ABP	Aprendizaje Basado en Proyectos
ADN	Ácido Desoxirribonucleico
ARN	Ácido Ribonucleico
CRISPR	Clustered Regularly Interspaced Short Palindromic Repeats
EIBE	European Initiative for Biotechnology Education
FAO	Organización de las Naciones Unidas para la Agricultura y la Alimentación
IUBS	International Union of Biological Science
LOMLOE	Ley Orgánica de Modificación de la Ley Orgánica de Educación
ODS	Objetivos de Desarrollo Sostenible
OMG	Organismos Modificados Genéticamente
OMS	Organización Mundial de la Salud
PAU	Prueba de Acceso a la Universidad
PCR	reacción en cadena de la polimerasa
STEM	Ciencia, Tecnología, Ingeniería y Matemáticas
TIC	Tecnologías de la Información y la Comunicación
UNED	Universidad Nacional de Educación a Distancia
UNESCO	Organización de las Naciones Unidas para la Educación, la Ciencia y la Cultura