



**VNiVERSiDAD
D SALAMANCA**



TRABAJO FIN DE MÁSTER

**MÁSTER UNIVERSITARIO EN PROFESOR DE EDUCACION SECUNDARIA OBLIGATORIA,
BACHILLERATO, FORMACION PROFESIONAL Y ENSEÑANZAS DE IDIOMAS**

ESPECIALIDAD: BIOLOGÍA Y GEOLOGÍA

“¡Culpable serás tú!” Intervención didáctica y tutorial a través de una salida de campo en la asignatura de Biología y Geología

"Guilty you are!"

**Didactic and tutorial intervention through a field trip in the subject of
Biology and Geology**

Autora: M^a de Loreto Megido Domínguez

Tutora: Dra. Irene de Felipe Martín

En Salamanca a 3 de junio de 2024

**UNIVERSIDAD DE SALAMANCA
FACULTAD DE EDUCACIÓN**



**VNiVERSiDAD
D SALAMANCA**



TRABAJO FIN DE MÁSTER

**MÁSTER UNIVERSITARIO EN PROFESOR DE EDUCACION SECUNDARIA OBLIGATORIA,
BACHILLERATO, FORMACION PROFESIONAL Y ENSEÑANZAS DE IDIOMAS**

ESPECIALIDAD: BIOLOGÍA Y GEOLOGÍA

“¡Culpable serás tú!” Intervención didáctica y tutorial a través de una salida de campo en la asignatura de Biología y Geología

"Guilty you are!"

**Didactic and tutorial intervention through a field trip in the subject of
Biology and Geology**

Autora: M^a de Loreto Megido Domínguez

Tutora: Dra. Irene de Felipe Martín

En Salamanca a 3 de junio de 2024

**UNIVERSIDAD DE SALAMANCA
FACULTAD DE EDUCACIÓN**



TRABAJO FIN DE MÁSTER

DECLARACIÓN DE AUTORÍA

Dña. M^a de Loreto Megido Domínguez, con DNI _____, matriculada en la Titulación de Máster en Profesor de Educación Secundaria Obligatoria y Bachillerato, Formación Profesional y Enseñanzas de Idiomas, en la especialidad de Biología y Geología **Declaro** que he redactado el Trabajo Fin de Máster titulado:

“¡Culpable serás tú!” Intervención didáctica y tutorial a través de una salida de campo en la asignatura de Biología y Geología.

del curso académico 2023/2024 de forma autónoma, con la ayuda de las fuentes y la literatura citadas en la bibliografía, y que he identificado como tales todas las partes tomadas de las fuentes y de la literatura indicada, textualmente o conforme a su sentido.

En Salamanca, a 3 de junio de 2024

Fdo.: M^a de Loreto Megido Domínguez

ÍNDICE

RESUMEN	3
ABSTRACT	4
INTRODUCCIÓN	5
1. La enseñanza de la Biología y Geología en Educación Secundaria Obligatoria	5
2. La salida de campo como recurso educativo.....	6
3. La intervención tutorial desde todos los ámbitos en la Educación Secundaria Obligatoria	8
OBJETIVOS.....	11
MARCO LEGISLATIVO, JUSTIFICACIÓN Y CONTEXTUALIZACIÓN.....	12
FUNDAMENTACIÓN CURRICULAR.....	14
1. Descriptores operativos.....	14
2. Criterios de evaluación e indicadores de logro	15
3. Contenidos	19
RELACIÓN CON OTRAS MATERIAS Y TRANSVERSALIDAD	21
PROPUESTA PEDAGÓGICA	22
1. Localización geográfica de la salida de campo.....	22
1.1. La comarca de Sanabria	22
1.2. El Parque Natural del Lago de Sanabria y la Reserva Regional de la Sierra de la Culebra.....	22
1.3. El Albergue Juvenil de San Martín de Castañeda.....	24
1.4. Justificación de la elección del lugar para la salida de campo.....	25
2. Temporalización y secuenciación de la salida de campo	25
3. Ruta de senderismo en el entorno natural.....	27
3.1. Contenidos didácticos que se trabajarán durante la ruta y en la vista panorámica del lago desde el albergue	28
4. “¿Y tú quién eres?” Intervención tutorial para la cohesión del grupo.....	31
4.1. ¡Vamos a conocernos!	32
4.2. “¿Y tú quién eres?” Dinámica sobre los prejuicios sociales y la toma de decisiones.....	32
5. “¿Culpable serás tú?” Intervención didáctica a través de un juego por equipos	34
5.1. Contenidos didácticos que se trabajarán durante el juego	35
6. Visita al Centro de Interpretación del Lobo Ibérico.....	36
7. Evaluación, valoración y autoevaluación de la salida de campo.....	38
7.1. Evaluación y valoración del alumnado	38
7.2. Evaluación del proceso de enseñanza.....	39

ÍNDICE

“¡Culpable serás tú!” Intervención didáctica y tutorial a través de una salida de campo en la asignatura de Biología y Geología

DISCUSIÓN Y REFLEXIÓN FINAL.....	40
BIBLIOGRAFÍA.....	42
ANEXO I: RUTA HASTA LAS CASCADAS DE SOTILLO	45
ANEXO II: MATERIAL COMPLEMENTARIO PARA LA INTERVENCIÓN TUTORIAL “¿Y TÚ QUIÉN ERES?”	48
ANEXO III: CUADERNO CIENTÍFICO: “¡CULPABLE SERÁS TÚ!”	50
ANEXO IV: CARTELES INFORMATIVOS ACCESIBLES PARA EL ALUMNADO DURANTE EL JUEGO: “¡CULPABLE SERÁS TÚ!”.....	58
ANEXO V: VALORACIÓN Y EVALUACIÓN DE LA SALIDA DE CAMPO	63

RESUMEN

La enseñanza de Biología y Geología en la ESO busca fomentar la comprensión del mundo natural, la interacción entre la biosfera y la geosfera y el método científico. Una manera de acercar al alumnado a estos conocimientos y aptitudes es a través de las salidas de campo. Estas actividades constituyen una estrategia innovadora que ofrece experiencias directas en el entorno natural, reforzando los contenidos del aula y promoviendo hábitos saludables, y fomentando un aprendizaje significativo y duradero. La combinación de metodologías prácticas, como las salidas de campo, con la acción tutorial, puede potenciar aún más el aprendizaje, ofreciendo apoyo emocional y social en un ambiente distendido, y fortaleciendo las habilidades científicas y metodológicas de los estudiantes, preparándolos para futuros desafíos académicos y profesionales.

En medio de este contexto educativo, se fijó como objetivo del presente Trabajo de Fin de Máster el diseño de una salida de campo que conforme el marco idóneo para poder desarrollar una intervención tutorial y didáctica para la asignatura de Biología y Geología en 4º de ESO. Dicha salida de campo se realizará en el Parque Natural del Lago de Sanabria y la Sierra de la Culebra, unos entornos únicos que permitirán al alumnado acercarse a la naturaleza y conocer distintos tipos de rocas y geomorfología en un ambiente glaciar gracias a una ruta de senderismo en la zona, y al estudio y la conservación de uno de los animales más emblemáticos de la Península Ibérica, el lobo ibérico. Además, el desarrollo de una propuesta de intervención tutorial a través de una dinámica en contra de los prejuicios sociales ayudará a la cohesión del grupo. Así mismo, se ha planteado un juego didáctico basado en la resolución de un asesinato que les permitirá tomar contacto con algunos de los conceptos teóricos más importantes que se trabajarán a lo largo del curso académico.

La realización de una intervención didáctica y tutorial a través de una salida de campo representa una oportunidad educativa integral que abarca tanto el aprendizaje científico como el desarrollo personal y social de los estudiantes.

Palabras clave: salida de campo, intervención tutorial, propuesta didáctica, Biología y Geología, juego didáctico, ruta de senderismo, Sanabria.

ABSTRACT

Teaching Biology and Geology in secondary education (ESO) aims to foster an understanding of the natural world, the interaction between the biosphere and the geosphere, and the scientific method. One way to introduce students to this knowledge and skills is through field trips. These activities serve as an innovative strategy that offers direct experiences in natural environments, reinforcing classroom content, promoting healthy habits, and fostering meaningful and lasting learning. Combining practical methodologies, such as field trips, with tutorial support can further enhance learning by providing emotional and social support in a relaxed environment, and strengthening students' scientific and methodological skills, preparing them for future academic and professional challenges.

In this educational context, the objective of this Master's Thesis was to design a field trip that serves as an ideal framework for developing a tutorial and didactic intervention for the subject of Biology and Geology in the fourth year of ESO. This field trip will take place in the Natural Park of Lake Sanabria and the Sierra de la Culebra, unique environments that will allow students to engage with nature and learn about different types of rocks and geomorphology in a glacial context through a hiking route in the area, as well as to approach to the study and conservation of one of the most emblematic animals of the Iberian Peninsula, the Iberian wolf. Additionally, developing a tutorial intervention proposal through an activity against social prejudices will help group cohesion. Furthermore, a didactic game based on solving a murder will allow them to engage with some of the most important theoretical concepts that will be learned throughout the academic year.

Conducting a didactic and tutorial intervention through a field trip represents a comprehensive educational opportunity that encompasses both scientific learning and personal and social development of students.

Keywords: field trip, tutorial intervention, didactic proposal, Biology and Geology, didactic game, hiking route, Sanabria.

INTRODUCCIÓN

1. La enseñanza de la Biología y Geología en Educación Secundaria Obligatoria

La enseñanza de la Biología y Geología en la Educación Secundaria Obligatoria (ESO) no sólo consiste en transmitir al alumnado conocimientos sobre la diversidad de la vida y los procesos geológicos que configuran nuestro planeta, sino que es fundamental para fomentar en ellos la comprensión del mundo natural que les rodea y de todos los procesos involucrados en él.

Durante la ESO, los estudiantes deben aprender contenidos fundamentales científicos, entre los que se incluyen la evolución de la Ciencia y el método científico y la elaboración de razonamientos científicos, un ámbito en el que la asignatura de Biología y Geología es esencial. A través del desarrollo de habilidades de investigación y comunicación, y de la comprensión de algunas características y hábitos inherentes a la naturaleza de la Ciencia y del conocimiento científico, los estudiantes podrán desarrollar las aptitudes científicas necesarias para su futuro (Banet Hernández, 2003).

Se han descrito en la literatura numerosos métodos de enseñanza de las Ciencias Naturales (Fernández *et al.*, 1997; Campanario & Moya, 1999; García Pérez, 2000), de modo que el profesorado dispone de un amplio repertorio de metodologías que pueden aplicar en sus clases. Lo ideal es adecuar el método de enseñanza a cada actividad concreta y al alumnado, en función de la contribución del profesor y del alumno al proceso de enseñanza-aprendizaje. En cualquier caso, un paso indispensable para lograr la motivación de los estudiantes es cultivar la curiosidad, el pensamiento crítico y el interés hacia el entorno natural. Para ello, es necesario que el profesorado lleve a cabo una enseñanza efectiva que en muchas ocasiones depende directamente de la implementación de metodologías activas y prácticas que permitan a los alumnos conectar de forma significativa con el contenido de la materia (Banet Hernández, 2003; Morón Monge *et al.*, 2012). La tradicional transmisión de contenidos mediante clases magistrales y ejercicios teóricos puede limitar la capacidad del alumnado para comprender y aplicar estos conceptos de manera significativa en su vida cotidiana, además de reducir su interés y predisponerles contra el aprendizaje (Moreira, 2012; Teasdale *et al.*, 2018; Muñoz Expósito *et al.*, 2023).

En este contexto surge la necesidad de explorar metodologías innovadoras que permitan una enseñanza más dinámica y experiencial de la Biología y Geología, que acerquen al alumnado a la Ciencia a través de un enfoque alternativo a las metodologías tradicionales, despertando su interés por conocer más sobre el mundo que les rodea. Una estrategia que se ha ido aplicando mucho en los últimos años y que ha dado buenos resultados es la implementación de las salidas de campo como medio para ofrecer a los estudiantes la oportunidad de explorar directamente el entorno natural, observar fenómenos en vivo y participar en actividades prácticas que complementen y refuercen los contenidos aprendidos en el aula. Además, las actividades al aire libre permiten también desarrollar aptitudes físicas en el alumnado y acercarlos a hábitos de vida saludables.

6 | INTRODUCCIÓN

“¡Culpable serás tú!” *Intervención didáctica y tutorial a través de una salida de campo en la asignatura de Biología y Geología*

2. La salida de campo como recurso educativo

Las salidas de campo son un recurso educativo que ofrece una experiencia de aprendizaje única y enriquecedora. Al llevar el aula fuera de las paredes del Centro Educativo, las salidas de campo permiten que los alumnos se sumerjan en entornos naturales y culturales reales, donde pueden observar directamente fenómenos naturales, interactuar con el medio ambiente y explorar diferentes contextos geográficos, geológicos, biológicos y sociales (Hurtado Soler *et al.*, 2023). Las salidas de campo permiten contextualizar los conceptos teóricos que se enseñan en el aula. En el caso de Biología y Geología, los estudiantes pueden acceder, por ejemplo, a la observación directa de la diversidad de especies de un ecosistema, al estudio de la formación de rocas y fósiles en su entorno natural, o al análisis de la influencia de factores geográficos en la distribución de la flora y la fauna, entre muchas otras posibilidades. Esta inmersión práctica en el campo no solo ayuda a consolidar los conocimientos adquiridos, sino que también estimula la curiosidad y el interés de los estudiantes, fomentando así un aprendizaje más significativo y duradero (Martínez-Pachón & Tellez-Acosta, 2015; Aguilera, 2018).

Además, las salidas de campo ofrecen la oportunidad de desarrollar una amplia gama de habilidades y competencias en los estudiantes. Durante una salida de campo, los alumnos pueden mejorar sus habilidades de observación, análisis y resolución de problemas, así como aprender a trabajar en equipo, comunicarse efectivamente y tomar decisiones informadas. Estas habilidades son fundamentales tanto para su desarrollo académico como para su futura participación activa en la sociedad (Hurtado Soler *et al.*, 2023). La conexión emocional que facilita el contexto de la salida de campo también ayuda a desarrollar un mayor sentido de responsabilidad, sostenibilidad y respeto hacia el entorno natural (Freire, 2012).

Entre los beneficios específicos que las salidas de campo aportan al alumnado, podemos destacar los siguientes:

- **Contextualización y aprendizaje significativo.** Las salidas de campo aportan contexto a los conceptos teóricos mediante experiencias prácticas. Según la teoría del aprendizaje significativo de Ausubel, los conocimientos se edifican de forma armónica y coherente a partir de conceptos sólidos, por lo que los estudiantes aprenden de manera más efectiva cuando pueden relacionar los nuevos conocimientos con sus experiencias previas y con el entorno que los rodea (Ausubel *et al.*, 1983; Ausubel, 2002). Las salidas de campo proporcionan esta oportunidad al permitir que los estudiantes observen, investiguen y reflexionen sobre los fenómenos naturales y geológicos en su contexto natural.
- **Estímulo sensorial.** Las salidas de campo involucran a los estudiantes de manera multisensorial, lo que aumenta la retención y comprensión de la información. La neurociencia educativa respalda la idea de que el aprendizaje se facilita cuando se activan múltiples sentidos (Giménez Beut & Ranz-Alagarda, 2019). Durante una salida de campo, los estudiantes pueden ver, escuchar, tocar, oler y hasta saborear diferentes elementos del entorno natural, lo que estimula su atención y procesamiento cognitivo.
- **Aprendizaje experiencial y construccionismo.** Las salidas de campo siguen los principios del aprendizaje experiencial, donde los estudiantes aprenden haciendo y reflexionando sobre sus experiencias. Desde la perspectiva del construccionismo, los estudiantes construyen su conocimiento a través de la interacción activa con el mundo físico y social que los rodea (Papert & Harel, 1991). En una salida de campo, los estudiantes pueden explorar, experimentar

y construir su comprensión de los conceptos científicos a través de actividades prácticas como la observación de procesos naturales, la realización de mediciones y la toma de muestras, según los objetivos del trabajo a desarrollar.

- **Desarrollo de habilidades científicas y metodológicas.** Las salidas de campo ofrecen una oportunidad única para que los estudiantes desarrollen habilidades científicas y metodológicas, como la observación, la formulación de hipótesis, el diseño de experimentos y la interpretación de datos (Morote Seguido, 2019). El aprendizaje activo y práctico fomenta un entendimiento más profundo de los conceptos científicos y promueve el desarrollo de habilidades de pensamiento crítico y resolución de problemas (Vasquez Gordillo & Mosquera, 2022). Al interactuar con el entorno natural, los estudiantes se ven obligados a formular preguntas, buscar respuestas y tomar decisiones informadas, lo que fortalece su capacidad para analizar y evaluar la información de manera reflexiva y autónoma.
- **Impacto en la motivación y el compromiso.** Numerosos estudios han demostrado que las salidas de campo pueden aumentar la motivación y el compromiso de los estudiantes con el aprendizaje de las ciencias (Aguilera, 2018; Hurtado Soler *et al.*, 2023). Al experimentar directamente la naturaleza, los estudiantes desarrollan un sentido de asombro y curiosidad que los motiva a explorar y comprender el mundo que los rodea.
- **Fomento del aprendizaje colaborativo y la comunicación científica.** Durante una salida de campo, los estudiantes tienen la oportunidad de trabajar en colaboración con sus compañeros, compartiendo ideas, discutiendo observaciones y colaborando en la resolución de problemas. Esta experiencia de aprendizaje colaborativo no solo promueve el desarrollo de habilidades sociales y emocionales, sino que también facilita la comunicación científica, ya que los estudiantes aprenden a expresar sus ideas de manera clara y convincente, tanto verbalmente como por escrito (Vasquez Gordillo & Mosquera, 2022).
- **Vinculación con el currículo y los objetivos de etapa.** Las salidas de campo pueden integrarse de manera efectiva en el currículo escolar, permitiendo a los docentes abordar los objetivos de aprendizaje y los contenidos de una manera más dinámica. Al diseñar una salida de campo, los docentes pueden identificar los conceptos clave que se relacionan con el entorno natural elegido y desarrollar actividades específicas que apoyen la consecución de los objetivos de aprendizaje establecidos en el currículo oficial, así como la consecución de las competencias clave por parte del alumnado (Aguilera, 2018).
- **Inclusión de la tecnología como apoyo educativo.** La integración de la tecnología puede enriquecer aún más la experiencia de las salidas de campo, proporcionando herramientas y recursos que faciliten la recolección, el análisis y la presentación de datos. La realidad aumentada, la realidad virtual y otras tecnologías emergentes pueden ofrecer experiencias inmersivas que complementen y enriquezcan la experiencia de aprendizaje en el campo.

Las salidas de campo son una estrategia educativa poderosa que puede transformar la forma en que los estudiantes aprenden y comprenden el mundo que los rodea. Proporcionan una experiencia de aprendizaje auténtica y significativa, multisensorial y contextualizada que estimula el pensamiento crítico, la creatividad y la motivación de los estudiantes.

8 | INTRODUCCIÓN

“¡Culpable serás tú!” *Intervención didáctica y tutorial a través de una salida de campo en la asignatura de Biología y Geología*

3. La intervención tutorial desde todos los ámbitos en la Educación Secundaria Obligatoria

La acción tutorial es una parte fundamental del proceso educativo que tiene como objetivo principal acompañar y orientar a los estudiantes en su desarrollo personal, académico y profesional. Se basa en el establecimiento de una relación de confianza y apoyo entre el tutor y el alumno que busca promover su bienestar integral y su éxito académico (Ricoy Lorenzo & Pino Juste, 2008). El tutor también se convierte en un enlace vital entre el centro educativo, los estudiantes y sus familias, asegurando que se cumplan las necesidades educativas y personales de cada alumno. La acción tutorial es fundamental para mejorar la convivencia escolar y la gestión de conflictos (Falcón-Linares *et al.*, 2021). La intervención tutorial, por su parte, se refiere a la concreción de las acciones que se requieren por arte del tutor para alcanzar todos los objetivos de la acción tutorial.

Desde el punto de vista de la didáctica educativa, la intervención tutorial puede llevarse a cabo de diversas formas, tanto individual como grupalmente, y debe incluir actividades como la tutoría personalizada, la orientación académica y profesional, el desarrollo de habilidades socioemocionales y la enseñanza de estrategias de estudio. Es importante que la intervención tutorial sea flexible y adaptada a las necesidades específicas de cada estudiante, y que se base en un enfoque centrado en el alumno, donde este sea protagonista de su propio proceso de aprendizaje y desarrollo (Cerrillo Martín, 2015; Álvarez Justel, 2017).

Numerosos estudios han destacado el impacto positivo de la intervención tutorial en el rendimiento académico, la motivación y el bienestar emocional de los estudiantes. Por ejemplo, investigaciones en psicología educativa han demostrado que la tutoría personalizada puede mejorar la autoestima, la autoeficacia y la percepción de competencia académica de los estudiantes, lo que a su vez se traduce en un mejor desempeño académico y una mayor satisfacción con la escuela (Carrillo *et al.*, 2011).

Además, la investigación en pedagogía ha resaltado la importancia de la relación tutor-alumno como factor clave en el éxito de la intervención tutorial. Una relación de confianza y apoyo entre el tutor y el alumno puede facilitar la comunicación abierta y honesta, así como el establecimiento de metas realistas y alcanzables (García Nieto, 2012). Asimismo, estudios sobre orientación académica y profesional han destacado la importancia de ayudar a los estudiantes a explorar sus intereses, habilidades y valores, y a tomar decisiones informadas sobre su futuro académico y profesional (Expósito López, 2014; Álvarez Justel, 2017).

Aunque la intervención tutorial se ha realizado de forma tradicional en el ámbito del centro educativo, es posible, e incluso beneficioso, realizar intervenciones tutoriales efectivas en otros contextos y ambientes que separen de forma más directa la figura del tutor de la figura del docente, facilitando la interacción con el alumno y complementar y enriquecer la intervención tutorial tradicional con experiencias prácticas y contextuales que pueden potenciar el desarrollo integral de los estudiantes (Miravet *et al.*, 2013).

Una salida de campo puede ser un contexto muy favorable para llevar a cabo una intervención tutorial, siempre que se tengan en cuenta algunos de los aspectos más importantes que caracterizan la acción del tutor (Expósito López, 2014):

- **Preparación previa.** Antes de la salida de campo, el tutor debe informar a los alumnos de los objetivos de la salida, el aprendizaje que va a conllevar y las herramientas y recursos necesarios

para aprovechar al máximo la experiencia. Se incluyen aquí la presentación de los contenidos curriculares relevantes, la explicación de las actividades que se llevarán a cabo durante la salida de campo y la discusión sobre las expectativas y normas de comportamiento.

- **Desarrollo de habilidades.** El tutor puede aprovechar el tiempo de convivencia más directa con sus alumnos para desarrollar y fortalecer habilidades específicas en los estudiantes. Se pueden realizar actividades prácticas que fomenten la observación, la recopilación de datos, la resolución de problemas y la comunicación científica. El tutor puede guiar a los estudiantes en la aplicación de estas habilidades en situaciones reales, proporcionando el apoyo individualizado que sea necesario.
- **Orientación académica y profesional.** Una salida de campo puede ser un momento propicio para hablar sobre temas relacionados con la orientación académica de los estudiantes. Durante las actividades en el campo, el tutor puede aprovechar para explorar sus intereses y habilidades, así como para discutir las posibles oportunidades educativas y profesionales. Una visión más completa puede ayudar a los estudiantes a dar más valor y relevancia a lo que están aprendiendo en el aula y relacionarlo con de sus futuras trayectorias académicas y profesionales.
- **Apoyo emocional y social.** La salida de campo también puede ser un espacio para ofrecer apoyo emocional y social a los estudiantes. El entorno natural puede ser estimulante pero también desafiante, por lo que el tutor debe estar atento a las necesidades individuales de cada estudiante y garantizar su bienestar durante la actividad. Puede ayudar a lograrlo el fomento de un ambiente de trabajo colaborativo y de apoyo mutuo, así como la atención a posibles preocupaciones o dificultades que puedan ir surgiendo.

La acción tutorial es especialmente relevante en algunos momentos de la vida de los estudiantes en los que se enfrentan a decisiones académicas especialmente relevantes para su futuro. Es el caso del 4º curso de Educación Secundaria Obligatoria (ESO), que coincide con un momento crucial marcado por la transición hacia etapas educativas superiores y el comienzo de la especialización en su formación con la elección del itinerario a seguir, que marcará hacia dónde irán dirigiendo su carrera profesional. La intervención tutorial en este nivel educativo debe enfocarse en proporcionar una orientación académica que les exponga todas las opciones que pueden elegir de una forma objetiva y atractiva, junto al apoyo emocional y las herramientas para el desarrollo de habilidades de estudio y planificación que puedan necesitar. Pero no sólo debe limitarse a esta intervención individual, sino que puede ser muy favorecedora a nivel grupal, para lograr una cohesión en un grupo de personas que se están conociendo y que van a convivir durante muchas horas durante los próximos años, por lo que el apoyo y la colaboración entre ellos es fundamental para la buena marcha del curso. Una intervención tutorial al comienzo de este año académico, desde la enseñanza de la Biología y Geología como materia principal del itinerario científico, en el contexto de una salida de campo, puede contribuir significativamente al éxito académico, emocional y social de los estudiantes. Al combinar experiencias prácticas en el campo con la orientación académica, el desarrollo de habilidades y el apoyo emocional, y la colaboración entre compañeros, el tutor puede proporcionar una experiencia de aprendizaje integral y significativa que prepare a los estudiantes para enfrentar los desafíos futuros con confianza y competencia.

10 | INTRODUCCIÓN

“¿Culpable serás tú!” Intervención didáctica y tutorial a través de una salida de campo en la asignatura de Biología y Geología

Combinar todos los rasgos de la función docente descritos en esta Introducción para lograr enriquecer la enseñanza de Biología y Geología en un grupo de estudiantes de 4º curso de ESO constituye una propuesta que promueve el aprendizaje significativo de los contenidos curriculares y consolida los conocimientos adquiridos en el aula. Además, estimula el desarrollo de habilidades cognitivas y emocionales que son fundamentales para el desarrollo integral de los estudiantes, fomenta en ellos un aprendizaje duradero. Por ello, a lo largo de este Trabajo, se describirá detalladamente el proceso de diseño de la intervención, desde la selección de los contenidos curriculares pertinentes hasta la planificación de las actividades prácticas y la elaboración de materiales didácticos y recursos educativos. Junto a la presentación ya realizada de la fundamentación teórica que respalda esta metodología, se analizarán las posibles implicaciones pedagógicas y beneficios potenciales de su aplicación en el contexto educativo.

OBJETIVOS

La innovación educativa es una herramienta indispensable en la labor docente para lograr la atención y el interés del alumnado. Combinar distintas metodologías y llevar la enseñanza fuera del aula en determinados ámbitos y circunstancias se señalan cada vez más como herramientas muy útiles para alcanzar esta meta. Por ello, partiendo de las premisas sobre la enseñanza de la Biología y Geología en Educación Secundaria Obligatoria y la utilidad de las salidas de campo como recurso educativo señaladas en la Introducción de este Trabajo Fin de Máster, se fijó como objetivo principal el diseño de una salida de campo que conforme el marco idóneo para poder desarrollar una intervención tutorial y didáctica para la asignatura de Biología y Geología en 4º de ESO.

Dentro de este objetivo principal general, se han descrito como objetivos específicos los siguientes:

1. Contribuir a la adquisición y desarrollo de las competencias clave recogidas en el currículo oficial por parte del alumnado.
2. Plantear una actividad grupal al aire libre en la zona de Sanabria que cumpla los requisitos necesarios para el éxito de la salida en el ámbito deportivo y de recreo y descanso.
3. Desarrollar una intervención tutorial grupal que permita el autoconocimiento y también la cohesión y la inmersión grupal para facilitar el encuentro entre los alumnos.
4. Diseñar un juego didáctico sobre contenidos específicos del currículo de la asignatura de Biología y Geología relacionados con la genética que permita el aprendizaje en un ambiente distendido.
5. Contribuir al desarrollo de las aptitudes comunicativas del alumnado mediante la propuesta de una breve memoria y exposición de las actividades realizadas.

MARCO LEGISLATIVO, JUSTIFICACIÓN Y CONTEXTUALIZACIÓN

La actividad que se plantea en este Trabajo se ha planificado de acuerdo con la legislación vigente en materia de Educación, de manera que se sitúa en el marco legislativo que concreta y condiciona los contenidos curriculares, reflejado en los siguientes documentos: Ley Orgánica 3/2020, del 29 de diciembre, que modifica la Ley Orgánica 2/2006 de Educación (LOMLOE); Real Decreto 217/2022, del 29 de marzo, por el que se establece la ordenación y las enseñanzas mínimas de la Educación Secundaria Obligatoria; y DECRETO 39/2022, del 29 de septiembre, por el que se establece la ordenación y el currículo de la Educación Secundaria Obligatoria en la Comunidad Autónoma de Castilla y León (Junta de Castilla y León, 2022).

Esta normativa señala que la etapa de Educación Secundaria tiene como finalidad lograr que los alumnos adquieran los elementos básicos de la cultura, especialmente en sus aspectos humanístico, artístico, científico-tecnológico y motor; que desarrollen y consoliden los hábitos de estudio y trabajo, así como hábitos de vida saludables, preparándolos para su incorporación a estudios posteriores y para su inserción laboral; y que se formen para el ejercicio de sus derechos y sus obligaciones en la vida como ciudadanos.

La contribución específica de la materia de Biología y Geología se centra en mostrar la importancia del desarrollo sostenible, despertar la curiosidad, la actitud crítica, el pensamiento y las destrezas científicas, valorar el papel de la ciencia en la sociedad y fomentar las vocaciones científicas, con mayor relevancia en las alumnas, para seguir desarrollando y apostando por la ciencia en la sociedad presente y futura. Además, debe incidir especialmente en la concepción de la naturaleza en su conjunto y en la aplicación de la metodología científica rigurosa para la comprensión y resolución de problemas y la producción de modelos que expliquen y predigan el comportamiento de fenómenos naturales.

El desarrollo de aspectos relacionados con la búsqueda, interpretación y transmisión del conocimiento científico a partir de fuentes de información veraces, la aplicación del método científico y el carácter práctico de la materia permitirá a los alumnos desarrollar un sentido crítico a la hora de manejar información, aplicar la metodología científica a distintos problemas en diferentes campos y habituarse a un trabajo disciplinado, ordenado y en equipo. Además, la necesidad de comprender otras materias como las matemáticas o la química fomentará el carácter interdisciplinar de la materia. También contribuye a la mejora de la competencia digital, necesaria para la búsqueda de información veraz y para el uso de diversas aplicaciones que facilitan la innovación educativa.

Aspirando a poder contribuir a la consecución de todas las metas señaladas por la normativa para la asignatura, se ha diseñado la actividad desarrollada en este trabajo destinándola a alumnos que cursen la asignatura de Biología y Geología en 4º de ESO. De manera más concreta, se ha pensado para poder llevarla a cabo durante el curso 2023-2024 con los grupos de **25 y 15 alumnos de 4º de ESO del IES Mateo Hernández de Salamanca que han elegido el itinerario de ciencias**. Se trata de dos grupos de estudiantes bastante aplicados que, en general, han elegido el itinerario de ciencias porque se les da bien el estudio y les gustan las asignaturas que van a cursar.

El curso pasado estaban repartidos entre tres clases de 3º de ESO, por lo que, aunque se conocen por estar en el mismo Instituto desde que comenzaron la ESO, algunos no habían coincidido en clase hasta ahora. Algunos alumnos tienen alguna asignatura pendiente del año pasado, pero ello no impide que el desempeño esperado por su parte en la asignatura de Biología y Geología sea satisfactorio. Aunque son algo revoltosos, se portan bien, no generan conflictos y suelen atender a las explicaciones de los profesores. En ninguna de estas dos clases hay alumnos con necesidades educativas especiales, por lo que la atención a la diversidad se limitará a la aplicación del Diseño Universal de Aprendizaje que facilite la adquisición de los conocimientos por parte de todo el alumnado.

El profesor de Biología y Geología es el tutor del grupo más numeroso, por lo que la salida favorece su intervención tutorial con el alumnado que tutorizará durante todo el curso y que está empezando a conocer en este momento. El tutor del otro grupo, aunque no es el profesor de la asignatura, también los acompañará en la salida, por lo que este tiempo de mayor interacción también será beneficioso para ellos.

El IES Mateo Hernández es un Centro Educativo situado en la zona norte de la ciudad de Salamanca, que da respuesta educativa a una zona considerada media-baja, tanto desde el punto de vista sociocultural como económico. Es un Instituto con altas tasas de inmigración, especialmente en los primeros cursos. Está provisto de materiales y recursos suficientes para el día a día escolar. Los alumnos de este centro, una vez que alcanzan los cursos superiores, muestran un mayor interés por el aprendizaje y por su formación, por lo que 4º de ESO es un curso óptimo para realizar una actividad de este tipo.

Durante la salida de campo realizaremos cuatro actividades que se detallarán pormenorizadamente en la Propuesta Didáctica, y que estarán programadas en momentos específicos de la salida. Cada una de ellas contribuye al desarrollo de alguno de los aspectos que queremos trabajar con esta actividad, y que se enumeran a continuación:

1. Ruta de senderismo: contacto con el entorno natural, concienciación sobre hábitos saludables y ejercicio físico y observación y explicación de algunos fenómenos geológicos.
2. Dinámica de intervención tutorial: trabajo de las habilidades sociales y la cohesión grupal.
3. Juego didáctico: toma de contacto con algunos contenidos esenciales de la asignatura relacionados con el ADN y la genética.
4. Visita al Centro del Lobo Ibérico: descubrimiento de las tareas de conservación de especies, la ecología y la sostenibilidad del ecosistema.

Para la evaluación de la actividad, les pediremos desde el comienzo de la misma que estén muy atentos y tomen todas las notas que consideren necesarias, ya que, una vez finalizada, deberán presentar una redacción en la que plasmen los conocimientos que hayan adquirido.

FUNDAMENTACIÓN CURRICULAR

El desarrollo y los contenidos de esta salida de campo se ajustan a los requisitos señalados en el DECRETO 39/2022 del 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. Las competencias, contenidos y criterios de evaluación que se aplicarán están recogidos en la **Tabla 1**. Posteriormente está señalado a qué se refiere cada uno de los códigos de la tabla.

Tabla 1. Fundamentación curricular de la salida de campo.

Competencias específicas	Criterios de Evaluación	Indicadores de logro	Descriptorios operativos	Contenido
CE1	1.1, 1.2	1.1.1, 1.1.2, 1.2.1	CCL1, CCL2, CCL5, CP1, STEM2, STEM4, CD1, CD2, CD3, CPSAA4, CE1	A1, A2, A3, A4, C2, C3, C4, C5, C8, D3, D4
CE2	2.1, 2.3	2.1.1, 2.1.2, 2.3.1, 2.3.2	CCL2, CCL3, CP1, STEM2, STEM4, CD1, CD2, CD3, CD4, CD5, CPSAA4, CC3, CE1	A1, A2, A3, A4, A5, C2, C3, C4, C5, C8, D3, D4
CE3	3.1, 3.5, 3.6	3.1.1, 3.5.1, 3.6.1	CCL1, CCL2, CCL3, CP1, STEM1, STEM2, STEM3, STEM4, CD1, CD2, CD3, CPSAA3, CE1, CE3	A1, A2, A3, A4, A5, C2, C3, C4, C5, C8
CE4	4.1, 4.2	4.1.1, 4.1.2, 4.2.1, 4.2.2, 4.2.3	STEM1, STEM2, CD2, CD5, CPSAA5, CE1, CE3, CCEC4	A1, A2, A3, A5, C2, C3, C4, C5, C8, D3, D4
CE5	5.4	5.4.1, 5.4.2	CPSAA2, CC4, CE1	A1, A3, C4
CE6	6.2	6.2.1, 6.2.2	CCL2, STEM1, STEM2, STEM4, STEM5, CD1, CE1, CC4	D3, D4

1. Descriptorios operativos

Los descriptorios operativos hacen referencia a la contribución específica de la asignatura de Biología y Geología a la adquisición por parte del alumnado de las 8 competencias clave. Dichas competencias clave se describen a continuación:

- **Competencia en comunicación lingüística (CCL).** Se trabajarán los descriptorios operativos CCL1, CCL2, CCL3 y CCL5. El objetivo es lograr que el alumno se exprese correctamente, tanto oralmente como por escrito, que comprenda la información y sea capaz de filtrarla, y que dialogue de manera razonada.

- **Competencia plurilingüe (CP).** Se trabaja el CP1, que hace referencia al uso de la lengua extranjera de manera adecuada en diferentes contextos para comunicarse correctamente.
- **Competencia matemática y competencia en ciencia, tecnología e ingeniería (STEM).** Se desarrollarán los descriptores operativos STEM1, STEM2, STEM3, STEM4 y STEM5. Estos descriptores hacen referencia al uso correcto del razonamiento matemático para resolver problemas, la correcta aplicación del método científico para explicar los fenómenos que ocurren a su alrededor, la planificación de proyectos siguiendo la metodología adecuada y la transmisión precisa del conocimiento científico.
- **Competencia digital (CD).** Se desarrollarán los descriptores CD1, CD2, CD3, CD4 y CD5, es decir todos los pertenecientes a esta competencia. Los alumnos deben ser capaces de utilizar fuentes digitales de información de forma crítica, crear contenido digital, utilizar herramientas digitales para interactuar y compartir datos, usar la tecnología de forma segura y mostrar curiosidad por el progreso de los medios digitales para resolver problemas de manera creativa.
- **Competencia personal, social y de aprender a aprender (CPSAA).** Se trabajarán los descriptores CPSAA2, CPSAA4 y CPSAA5, que permiten al alumno asociar el aprendizaje a sus propios objetivos, comprender al resto para trabajar correctamente en grupo, autoevaluar el aprendizaje y planear objetivos teniendo en cuenta sus errores pasados.
- **Competencia emprendedora (CE).** Se trabajará el análisis crítico de distintos problemas valorando el efecto sobre el entorno y su posible solución, reflexionando sobre el proceso realizado y los resultados logrados a través de los descriptores CE1 y CE3.
- **Competencia en conciencia y expresión culturales (CCEC).** Se trabajará el CCEC4, que permitirá a los alumnos utilizar diversos medios y soportes de manera creativa de forma cooperativa.
- **Competencia ciudadana (CC).** Los descriptores operativos que se trabajarán son CC3 y CC4, que hacen referencia al análisis de problemas éticos y la formulación de un juicio propio para poder debatir argumentando adecuadamente, y a la adopción de estilos de vida sostenibles y responsables.

2. Criterios de evaluación e indicadores de logro

En cuanto a los criterios de evaluación y a los indicadores de logro relacionados con cada competencia específica de la asignatura de Biología y Geología que trabajaremos durante la salida de campo, estos se resumen en la **Tabla 2**.

Tabla 2. Criterios de evaluación e indicadores de logro.

Competencia específica 1	
Interpretar y transmitir información y datos científicos, argumentando sobre ellos y utilizando diferentes formatos, para analizar conceptos y procesos de las ciencias biológicas y geológicas.	
Criterios de evaluación	Indicadores de logro
1.1. Analizar conceptos y procesos relacionados con los contenidos de Biología y Geología interpretando y organizando la información en diferentes formatos (textos,	1.1.1. Analiza los conceptos y procesos biológicos y geológicos de los que toma conciencia, interpretando y organizando la

16 | FUNDAMENTACIÓN CURRICULAR

“¿Culpable serás tú!” Intervención didáctica y tutorial a través de una salida de campo en la asignatura de Biología y Geología

<p>modelos, gráficos, tablas, diagramas, fórmulas, esquemas, mapas conceptuales, símbolos, libros o páginas web, entre otros) y/o en idiomas diferentes, procedentes de fuentes de información fiables, manteniendo una actitud crítica, obteniendo conclusiones y formando opiniones propias fundamentadas evitando la propagación y consolidación en la sociedad de ideas sin fundamento científico relacionadas con los contenidos de Biología y Geología. (CCL2, CP1, STEM2, STEM4, CD1, CD2, CPSAA4).</p> <p>1.2. Transmitir opiniones propias fundamentadas e información sobre Biología y Geología de forma clara y rigurosa, facilitando su comprensión y análisis mediante el uso de la terminología y el formato adecuados (modelos, gráficos, tablas, vídeos, informes, diagramas, fórmulas, esquemas, símbolos, contenidos digitales, etc.). (CCL1, CCL2, CCL5, CP1, STEM2, STEM4, CD1, CD2, CD3, CE1).</p>	<p>información presentada en el formato que se le solicite.</p> <p>1.1.2. Obtiene conclusiones fundamentadas utilizando adecuadamente el lenguaje científico.</p> <p>1.2.1. Transmite la información seleccionada de manera precisa utilizando diversos soportes.</p>
---	---

Competencia específica 2

Identificar, localizar y seleccionar información, contrastando su veracidad, organizándola y evaluándola críticamente, para resolver preguntas relacionadas con las ciencias biológicas y geológicas.

Criterios de evaluación	Indicadores de logro
<p>2.1. Resolver cuestiones y profundizar en aspectos relacionados con los contenidos de la materia Biología y Geología, localizando, seleccionando, organizando y analizando críticamente la información de distintas fuentes citándolas con respeto por la propiedad intelectual, explicando los fenómenos naturales confiando en el conocimiento derivado del método científico como motor de desarrollo. (CCL2, CCL3, CP1, STEM2, STEM4, CD1, CD2, CD3, CD4, CD5, CPSAA4, CC3).</p> <p>2.3. Valorar la contribución de la ciencia a la sociedad y la labor de las personas dedicadas a ella destacando el papel de la mujer y entendiendo la investigación como una labor colectiva e interdisciplinar en constante</p>	<p>2.1.1. Busca, selecciona e interpreta la información de carácter científico a partir de la utilización de diversas fuentes.</p> <p>2.1.2. Resuelve las cuestiones que se le plantean aplicando el método científico.</p> <p>2.3.1. Valora la contribución de la ciencia a la sociedad reconociendo los avances que se han producido en diversos ámbitos.</p> <p>2.3.2. Entiende que la investigación es una tarea interdisciplinar que está en constante</p>

evolución, no dogmática e influida por el contexto político y los recursos económicos, que es totalmente necesaria para comprender los fenómenos naturales que nos rodean y que contribuye a la mejora ética, innovadora y sostenible de nuestra sociedad, no solamente en términos económicos, sino también en una dimensión cultural, social e incluso personal. (CC3, CE1).

evolución, utilizando conocimientos y habilidades de otras materias al proyecto de investigación.

Competencia específica 3

Planificar y desarrollar proyectos de investigación, siguiendo los pasos de las metodologías científicas y cooperando cuando sea necesario, para indagar en aspectos relacionados con las ciencias geológicas y biológicas.

Criterios de evaluación	Indicadores de logro
<p>3.1. Plantear preguntas e hipótesis que puedan ser respondidas o contrastadas utilizando métodos científicos mediante textos escritos o búsquedas en Internet intentando explicar fenómenos biológicos y/o geológicos y realizar predicciones sobre estos. (CCL2, CCL3, STEM1, STEM2, CD1, CD2).</p> <p>3.5. Establecer colaboraciones cuando sea necesario en las distintas fases del proyecto científico trabajando así con mayor eficiencia, valorando la importancia de la cooperación en la investigación, respetando la diversidad y la igualdad de género, y favoreciendo la inclusión. (CCL1, CP1, STEM3, STEM4, CD3, CPSAA3, CE3)</p> <p>3.6. Presentar de forma clara y rigurosa la información y las conclusiones obtenidas mediante la experimentación y observación de campo utilizando el formato adecuado (textos, modelos, tablas, gráficos, informes, diagramas, etc.) y destacando el uso de herramientas digitales. (CCL1, CCL3, CP1, STEM1, STEM2, STEM4, CD2, CD3, CE1).</p>	<p>3.1.1. Plantea preguntas e hipótesis e intenta realizar predicciones sobre fenómenos biológicos o geológicos que puedan ser respondidas o contrastadas utilizando métodos científicos.</p> <p>3.5.1. Cooperera dentro de un proyecto científico asumiendo responsablemente una función concreta, utilizando espacios virtuales cuando sea necesario, respetando la diversidad y la igualdad de género, y favoreciendo la inclusión.</p> <p>3.6.1. Presenta la información utilizando el formato de textos, tablas, pequeños informes y herramientas digitales.</p>

Competencia específica 4

Utilizar el razonamiento y el pensamiento computacional, analizando críticamente las respuestas y soluciones 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.

18 | FUNDAMENTACIÓN CURRICULAR

“¡Culpable serás tú!” Intervención didáctica y tutorial a través de una salida de campo en la asignatura de Biología y Geología

Criterios de evaluación	Indicadores de logro
<p>4.1. Resolver problemas o dar explicación a procesos biológicos o geológicos utilizando con creatividad los conocimientos, datos e informaciones aportadas, el razonamiento lógico, el pensamiento computacional o los recursos digitales. (STEM1, STEM2, CD2, CD5, CE1, CE3, CCEC4).</p> <p>4.2. Analizar críticamente la solución a un problema sobre fenómenos biológicos y geológicos cambiando los procedimientos utilizados o conclusiones si dicha solución no fuese viable o ante nuevos datos aportados con posterioridad que puedan contradecir los métodos de trabajo empleados en la construcción de conocimiento o las conclusiones derivadas de los mismos. (STEM1, STEM2, CPSAA5, CE1, CE3).</p>	<p>4.1.1. Interpreta la información que recibe y es capaz de reflexionar sobre ella.</p> <p>4.1.2. Resuelve problemas con creatividad y espíritu crítico.</p> <p>4.2.1. Distingue los principales fenómenos geológicos que observa en el entorno natural.</p> <p>4.2.2. Es consciente de la relevancia de la tecnología relacionada con el ADN para el avance de la ciencia.</p> <p>4.2.3. Es capaz de utilizar distintos procedimientos en función de los datos obtenidos.</p>

Competencia específica 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, sean compatibles con un desarrollo sostenible y permitan mantener y mejorar la salud individual y colectiva.

Criterios de evaluación	Indicadores de logro
<p>5.4. Entender que la biodiversidad del planeta es resultado de complejos procesos genéticos y evolutivos de enorme importancia biológica, así como la necesidad de proteger esta biodiversidad adquiriendo conciencia de los problemas ambientales que afectan a la sociedad actual y desarrollando una ciudadanía responsable y respetuosa con el medio ambiente. (CPSAA2, CC4, CE1).</p>	<p>5.4.1. Tiene conciencia de la importancia del medio ambiente para la vida.</p> <p>5.4.2. Se implica activamente en la sostenibilidad ecológica.</p>

Competencia específica 6

Analizar los elementos de un paisaje concreto valorándolo como patrimonio natural y utilizando conocimientos sobre geología y ciencias de la Tierra para explicar su historia geológica, proponer acciones encaminadas a su protección e identificar posibles riesgos naturales.

Criterios de evaluación	Indicadores de logro
<p>6.2. Interpretar la formación de los principales relieves terrestre, localizados a través de búsquedas en Internet, dentro del gran marco de la tectónica de placas, con el pensamiento científico y crítico basado en los procesos implicados en su génesis, y valorando los riesgos asociados, así como conociendo y respetando el patrimonio artístico y cultural del que forman parte. (CCL2, STEM1, STEM2, STEM4, STEM5, CD1, CC4, CE1).</p>	<p>6.2.1. Identifica la intervención de seres vivos en procesos de meteorización, erosión y sedimentación.</p> <p>6.2.2. Valora la importancia de actividades humanas en la transformación de la superficie terrestre.</p>

3. Contenidos

Los contenidos didácticos que se trabajarán durante la actividad están incluidos en el currículo de la asignatura que recoge el DECRETO 39/2022 del 29 de septiembre. Esta normativa señala que los contenidos para el 4º curso de ESO en la materia de Biología y Geología se estructuran en cinco bloques: el bloque A se refiere al “Proyecto científico”; el bloque B a “La célula”; el bloque C incluye conocimientos sobre “Genética y Evolución”; el bloque D se centra en “Geología”; y finalmente el bloque E abarca contenidos sobre “La Tierra en el Universo”. Concretamente, trabajaremos contenidos de los bloques A, C y D. Estos contenidos específicos se enumeran a continuación, extraídos del total de contenidos de cada bloque:

A. Proyecto científico

- A1. Preguntas, hipótesis y conjeturas científicas: planteamiento con perspectiva científica.
- A2. Herramientas digitales para la búsqueda de información, la colaboración y la comunicación de procesos, resultados o ideas en diferentes formatos (presentación, gráfica, vídeo, póster o informe, entre otros).
- A3. Fuentes veraces de información científica: reconocimiento y utilización.
- A4. Controles experimentales (positivos y negativos) y argumentación sobre su esencialidad para obtener resultados objetivos y fiables en un experimento.
- A5. Estrategias de experimentación para responder a una cuestión científica determinada utilizando los instrumentos y espacios (laboratorio, aulas o entorno natural) de forma adecuada y precisa.
- A8. Métodos de análisis de resultados. Diferenciación entre correlación y causalidad.

C. Genética y evolución

- C2. Estrategias de extracción de ADN de una célula eucariota.
- C3. Etapas de la expresión génica y de las características del código genético. Resolución de problemas relacionados con estas.

20 | FUNDAMENTACIÓN CURRICULAR

“¿Culpable serás tú!” Intervención didáctica y tutorial a través de una salida de campo en la asignatura de Biología y Geología

C4. Ingeniería genética: principales técnicas utilizadas y relevancia en el sistema de salud.

C5. Mutaciones y la replicación del ADN. Influencia en la evolución y la biodiversidad. Influencia en el cáncer.

C8. Fenotipo y genotipo. Epigenética.

D. Geología

D3. Procesos geológicos externos e internos y su relación con los riesgos naturales. Medidas de prevención y mapas de riesgos.

D4. Relieve y paisaje: importancia como recursos y factores que intervienen en su formación y modelado.

La integración de estos contenidos en una salida de campo en la que el alumnado realizará actividades de diversa índole supondrá para ellos un cambio de ambiente que facilitará el aprendizaje y les despertará el interés por el conocimiento que se transmitirá posteriormente en el aula de una forma más formal y académica.

RELACIÓN CON OTRAS MATERIAS Y TRANSVERSALIDAD

Aunque la presente propuesta didáctica se ha pensado para los alumnos que cursen la asignatura de Biología y Geología en 4º de ESO, la amplitud de la misma hace que pueda relacionarse con contenidos y competencias de otras asignaturas, que se enumeran a continuación.

La asignatura más relacionada con la actividad es Educación Física, puesto que una parte relevante de la salida consiste en la realización de una ruta de senderismo en Sanabria. Esta actividad está relacionada con los contenidos de la asignatura durante todo el período de la Educación Secundaria Obligatoria, pero de una forma especialmente directa con los del 4º curso. Entre estos contenidos, son destacables los del bloque A, Vida activa y saludable, y los del bloque F, Interacción eficiente y sostenible con el entorno. De hecho, para que la actividad resulte lo más completa y productiva posible, permitiendo un mayor rendimiento de la misma, el Departamento de Educación Física participa activamente en la organización y el desarrollo de la misma. Ellos serán los que se ocupen de organizar y coordinar la ruta de senderismo por la montaña más adecuada para las condiciones físicas del alumnado.

Por otro lado, durante el desarrollo del juego didáctico será necesario que apliquen algunos conocimientos de las asignaturas de Matemáticas y Física y Química, que no necesariamente serán contenidos de este curso académico, pero sí trabajados a lo largo de los años y gracias a los que habrán adquirido competencias básicas de lógica y cálculo matemático, así como de reacciones químicas, que les permitirán resolver algunos de los problemas que se les van a plantear.

Por último, serán relevantes los contenidos trabajados en cursos anteriores en la asignatura de Geografía e Historia, especialmente los del curso anterior, cuando adquirieron competencias sobre la interpretación del territorio y el paisaje que les resultarán muy útiles para ubicarse geográficamente en el lugar al que nos vamos a desplazar.

Es necesario destacar que, aunque estos conocimientos de otras asignaturas serán beneficiosos para el alumnado y somos conocedores de que todos los han cursado y deberían haberlos adquirido, no se va a exigir ni tener en cuenta su dominio para la preparación y la asistencia a la salida, y por lo tanto no van a ser tampoco evaluados de cara a la actividad.

Por otro lado, en relación con los contenidos transversales de la salida de campo, es destacable que se trabajarán todos los contemplados en la normativa. Los alumnos aplicarán la comprensión lectora, la comunicación audiovisual y TIC y la creatividad y el espíritu científico en la resolución del juego didáctico que les propondremos. La realización de la ruta de senderismo pondrá en valor la educación para la salud, y la dinámica de intervención tutorial fomentará la educación emocional y en valores. Por último, la redacción que deberán entregar para la evaluación de la actividad requerirá de sus habilidades de expresión escrita.

PROPUESTA PEDAGÓGICA

1. Localización geográfica de la salida de campo

1.1. La comarca de Sanabria

Sanabria es una comarca española situada en el noroeste de la submeseta norte, en el extremo noroccidental de la provincia de Zamora, en la comunidad autónoma de Castilla y León. Limita con Portugal y con las provincias de León y Ourense (**Figura 1**). Es conocida principalmente por el Lago de Sanabria, el lago glaciario más grande de la Península Ibérica, y por el entorno natural de gran belleza que lo rodea. Su territorio está limitado por sierras al norte, oeste y sur, y al este se abre el valle a las penillanuras zamoranas. El río Tera, nacido en la sierra Segundera, es el eje vertebral de la región. Entre sus afluentes se encuentran arroyos como el Trefacio, el Villarino y el Truchas (Ladoire Cerné, 1973).

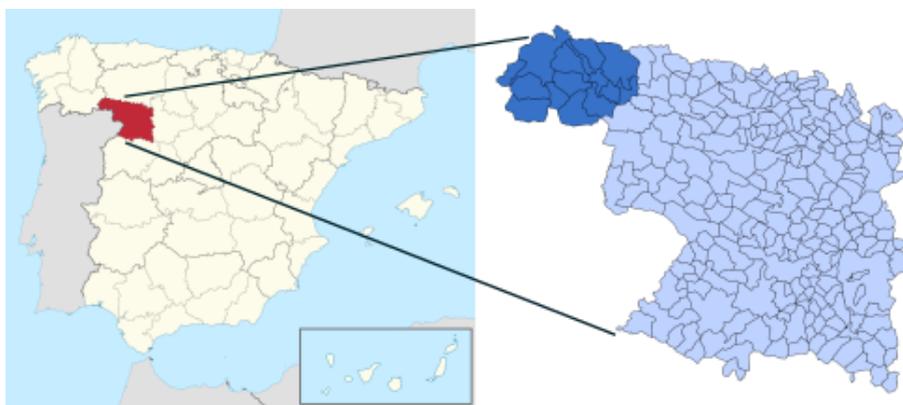


Figura 1. Localización de la comarca de Sanabria (región marcada en azul oscuro) sobre el mapa de la provincia de Zamora (recuperado de [Caravás, nov. de 2009](#)).

Los primeros pobladores se remontan a la Prehistoria, como lo atestiguan numerosos yacimientos arqueológicos encontrados en la zona. Durante la Edad Media, la comarca estuvo poblada por distintos pueblos que dejaron su huella en forma de castillos, iglesias y tradiciones. El núcleo principal de población es Puebla de Sanabria, una localidad documentada por primera vez en el año 509, que cuenta con una importante fortificación (Sanabria, 2024). Además, El Puente de Sanabria es el núcleo comercial de la comarca y segunda población en número de habitantes.

La comarca cuenta con un notable sentimiento de identidad, dadas las afinidades geográficas, económicas, sociales e históricas de los municipios que la conforman, aunque hay una falta de cohesión administrativa entre ellos. La ubicación afecta en este sentido, ya que su altitud se corresponde con la media-alta montaña (una media de 1157 m.s.n.m.) y ello dificulta la comunicación entre los municipios (Carnero Pérez, 1996; Vidal Rodríguez, 2013).

1.2. El Parque Natural del Lago de Sanabria y la Reserva Regional de la Sierra de la Culebra

Como ya se ha señalado, el principal atractivo turístico y geológico de la región se localiza en el entorno del Lago de Sanabria (**Figura 2**), un Parque natural fundado en 1978. El valle en el que se

sitúa, con su característica forma de U, es un valle de origen glaciar con evidencias geomorfológicas como morrenas en la zona noroeste. Su formación se remonta a la última glaciación del Pleistoceno Superior, hace unos 100.000 años, cuando un glaciar de más de 20 kilómetros de extensión ocupó la superficie en la que se originó el actual Lago de Sanabria (Acedo, 1994; Vega *et al.*, 2005). Es un lago de 318 hectáreas de superficie y una profundidad de hasta 51 metros, el mayor lago glaciar de la Península Ibérica (JCYL, 2024b).



Figura 2. Vista panorámica del Parque Natural de Lago de Sanabria (recuperado de [Turismo de Castilla y León](#)).

Todo el entorno del del Lago de Sanabria es una zona boscosa de robles melojos, rebollos, acebo y tejo, mientras que los abedules y alisos son abundantes en las riberas de los ríos que descienden desde las sierras o que comunican entre sí las distintas lagunas localizadas en el interior del Parque. En las zonas más elevadas, se encuentran prados de montaña y matorrales. En cuanto a la fauna, el Lago de Sanabria es un hábitat importante para diversas especies de aves acuáticas, como el ánade real, la perdiz pardilla o el cormorán. También se pueden encontrar mamíferos como el corzo, el jabalí y el lobo ibérico. (JCYL, 2024b).

El clima en Sanabria es de tipo mediterráneo continentalizado, con inviernos que pueden ser bastante fríos y acompañados de nevadas frecuentes, y veranos templados. Sin embargo, debido a su altitud y su proximidad a los sistemas montañosos, presenta una mayor variabilidad climática. (Sanabria, 2024).

El entorno del Parque Natural del Lago de Sanabria ofrece un amplio abanico de posibilidades para el senderismo y el excursionismo. Hay una gran variedad de sendas oficiales y una red de caminos tradicionales señalizados que unen todas las localidades de la zona, constituyendo un valioso legado cultural de las tradiciones sanabresas. Se trata de más de 100 km de paseos sencillos y tranquilos, pero también hay rutas de montaña que acercan al visitante a los paisajes más hermosos del Parque Natural. Además, en invierno se puede disfrutar de la nieve practicando de esquí de travesía (Turístico, 2024).

El Lago es cuna de leyendas y de relatos universales, y la más famosa es la que cuenta que el Lago se originó sobre el pueblo *Valverde de Lucerna*. El 1 de junio de 1930, Miguel de Unamuno visitó el Lago de Sanabria, lugar del que quedó prendado y en el que se inspiró para escribir el libro "*San Manuel Bueno, mártir*" (Vidal Rodríguez, 2013).

24 | PROPUESTA PEDAGÓGICA

“¡Culpable serás tú!” Intervención didáctica y tutorial a través de una salida de campo en la asignatura de Biología y Geología

Muy cercana al Lago de Sanabria se localiza la Reserva Regional de Caza de la Sierra de la Culebra, creada el año 1973 e incluida en la Red Natura 2000 de la Unión Europea con la denominación de Lugar de Interés Comunitario (LIC) desde el año 1998. Es un espacio natural de media montaña que conecta las llanuras del noroeste zamorano con la montaña sanabresa. Presenta muchos contrastes y una gran variedad de ecosistemas. Su valor natural más importante reside en la riqueza de su fauna, conseguida en gran medida por la heterogeneidad de hábitats y la tranquilidad de las zonas más alejadas de los núcleos urbanos, que favorecen la conservación en este espacio de importantes poblaciones animales, entre las que destaca el lobo ibérico (*Canis lupus signatus*). En esta reserva está ubicado el Centro del Lobo Ibérico que visitaremos durante la salida, y que se describe con mayor detalle en el apartado 6 de la Propuesta Pedagógica.

1.3. El Albergue Juvenil de San Martín de Castañeda

El albergue juvenil de San Martín de Castañeda (**Figura 3**) pertenece a la Red de Albergues Juveniles de Castilla y León, gestionada por la Junta de Castilla y León a través del Instituto de la Juventud de Castilla y León (INJUVE). Esta red de albergues ofrece alojamiento económico y servicios para jóvenes y grupos en diferentes lugares de la comunidad autónoma, promoviendo el turismo juvenil y facilitando el acceso a actividades recreativas y culturales en un ambiente dinámico y acogedor. Es por ello que es una opción de alojamiento muy acertada para un grupo de estudiantes que desea visitar la comarca de Sanabria y explorar Parque Natural del Lago de Sanabria y sus alrededores (INJUVE, 2024).

Está ubicado en el Parque del Lago, en el pueblo de San Martín de Castañeda (**Figura 4**). Se trata de un entorno natural muy

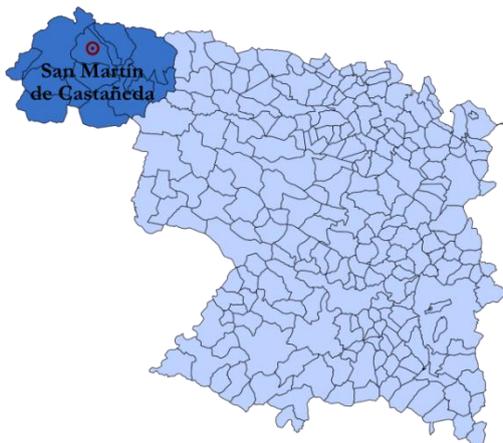


Figura 4. Ubicación de San Martín de Castañeda en la comarca de Sanabria (modificado de [Caravás, nov. de 2009](#)).



Figura 3. Albergue Juvenil de San Martín de Castañeda (recuperado de [Juventud de CyL](#)).

cercano al lago y también a otros lugares de interés turístico en la zona. Dispone de 70 plazas y sólo es necesaria una reserva desde el Centro Educativo para poder disponer del lugar. El albergue cuenta con habitaciones compartidas con literas, baños compartidos y áreas comunes de descanso y recreo, zona de ocio con piscina y polideportivo, sala de TV y vídeo y sala de reuniones que cuenta con audiovisuales, que podríamos utilizar si las actividades que realizaremos allí lo requirieran. Además, el albergue incluye la manutención de los huéspedes.

Se trata, por lo tanto, de un lugar que cumple con todos los requisitos buscados para una pernoctación en una salida de campo con adolescentes desde un Instituto.

1.4. Justificación de la elección del lugar para la salida de campo

Sanabria es un lugar ideal para el tipo de salida que queremos diseñar desde la asignatura de Biología y Geología, debido a su rica diversidad natural, su geología única y la variedad de ecosistemas que ofrece.

A nivel geológico, el origen glaciario del Lago de Sanabria y su reconocimiento como el más grande de la Península nos permite hablar con los alumnos sobre los procesos geológicos asociados a la formación de valles y lagos glaciares, como la observación de morrenas, circos y otros depósitos glaciares desde las vistas panorámicas del valle a las que podremos acceder desde el alojamiento. Además, la comarca presenta una gran variedad litológica por su localización entre las unidades Precámbricas y Paleozoicas del Macizo Ibérico, y las rocas Cenozoicas de la Cuenca del Duero.

En cuanto a los aspectos biológicos, la biodiversidad del Parque Natural, con mucha variedad de especies de flora y fauna, y la existencia de diferentes tipos de ecosistemas, desde bosques caducifolios de robles y castaños hasta praderas de montaña y áreas de matorral, pueden ayudarnos a conectar a los estudiantes con el medio natural. La región alberga especies emblemáticas como el lobo ibérico, el corzo y diversas aves acuáticas y rapaces, que nos ofrece la oportunidad de aprender sobre ecología de poblaciones, comportamiento animal y conservación de especies, como haremos en la visita al Centro del Lobo Ibérico. Por otro lado, el Lago de Sanabria y los numerosos ríos y arroyos de la zona son excelentes para observar los ecosistemas acuáticos.

Estar en un contacto tan directo con la naturaleza, nos ofrece también la posibilidad de realizar actividades de campo, como la observación directa de los fenómenos naturales que acabamos de señalar, la toma de muestras y análisis si lo viésemos útil, la realización de rutas de senderismo interpretativas, y el aprovechamiento del entorno para fomentar la educación ambiental y la concienciación sobre la conservación de la naturaleza.

Además de todas estas ventajas, la región cuenta con infraestructuras adecuadas para recibir grupos escolares, como el albergue juvenil de San Martín de Castañeda, que nosotros utilizaremos y que nos facilita enormemente las cuestiones de intendencia de la salida. Es una comarca muy accesible que cuenta con una red de caminos y senderos bien señalizados.

Sanabria ofrece un entorno natural excepcional que facilita el aprendizaje práctico y directo de conceptos esenciales en la asignatura de Biología y Geología, proporcionando una experiencia educativa enriquecedora e innovadora para los estudiantes.

2. Temporalización y secuenciación de la salida de campo

Para la programación de la salida de campo, todos los profesores implicados en la actividad se reunirán y fijarán tanto las fechas de la salida como la temporalización de las distintas actividades que se van a realizar. En este caso concreto, la salida de campo se programa para ser realizada durante dos días en el mes de octubre, para que las actividades que se van a desarrollar ayuden al alumnado en la deseada cohesión grupal, coincidiendo con el inicio del curso académico, y como introducción a los contenidos didácticos que se trabajarán a lo largo del curso. Por ello, y en vista del calendario escolar 2023-2024, las fechas elegidas son 5 y 6 de octubre de 2023.

En cuanto a la planificación de las actividades que se llevarán a cabo y a su organización temporal, esta se muestra en la **Tabla 3**.

Tabla 3. Temporalización de la salida de campo diseñada.

Día	Horario	Descripción
JUEVES, 5 DE OCTUBRE DE 2023	9:00 h. Salida desde Salamanca.	El autobús nos recogerá en el aparcamiento frente al IES Mateo Hernández y partiremos hacia Sotillo de Sanabria.
	11:30 h. Llegada a Sotillo de Sanabria.	El autobús nos llevará hasta Sotillo de Sanabria.
	11:45 h. Comienzo de la ruta hacia las Cascadas de Sotillo.	Los alumnos dejarán las maletas en el autobús y comenzaremos la ruta de senderismo sólo con la mochila con agua y comida para el día (Punto 3).
	15:00 h. Parada para comer y descansar en el área recreativa.	Al llegar al área recreativa, pararemos para comer y descansar antes del regreso.
	16:30 h. Fin de la ruta y desplazamiento en autobús hasta el Albergue Juvenil de San Martín de Castañeda.	Una vez de regreso en Sotillo de Sanabria, el autobús nos llevará hasta el albergue de la JCYL donde pasaremos la noche.
	17:00 h. Llegada al albergue, distribución de habitaciones y ducha.	A la llegada al albergue, se organizarán las habitaciones para pasar la noche y tendremos un tiempo para la ducha y el cambio de ropa.
	18:00 h. Explicación de la vista panorámica del Lago de Sanabria desde el albergue.	Antes de comenzar la intervención tutorial, nos juntaremos en el mirador del albergue para explicar algunos conceptos geológicos que pueden verse en el entorno del Parque
	18:30 h. Sesión de intervención tutorial grupal.	En la sala común del albergue realizaremos una sesión de intervención tutorial (Punto 4).
	20:00 h. Cena.	Nos la preparan en el albergue.
	21:00 h. “¡Culpable serás tú!” Intervención didáctica.	En la sala común del albergue, realizaremos la intervención didáctica consistente en la resolución de un asesinato a través de un juego por equipos (Punto 5).
22:30 h. Fin del juego y tiempo libre en el albergue.	Al terminar el juego les dejaremos algo de tiempo de ocio dentro del albergue.	
23:30 h. Hora de ir a descansar.	Instaremos a los alumnos a descansar tras un día muy intenso.	

Día	Horario	Descripción	
VIERNES, 6 DE OCTUBRE DE 2023	8:00 h.	Hora de despertarse.	Apremiaremos a los alumnos para que sean ágiles al prepararse para el día.
	8:30 h.	Desayuno.	Nos lo preparan en el albergue.
	9:30 h.	Salida hacia el Centro del Lobo Ibérico.	El autobús nos llevará hasta Robledo de Sanabria, donde se localiza el Centro del Lobo Ibérico Félix Rodríguez de la Fuente.
	10:30 h.	Visita al Centro del Lobo Ibérico.	Realizaremos una visita guiada por el Centro del Lobo Ibérico (Punto 6).
	13:30 h.	Salida hacia la zona de recreo del Lago de Sanabria.	Para poder comer y disfrutar del entorno natural, el autobús nos llevará hasta la zona de recreo en el entorno del Lago de Sanabria, donde comeremos y descansaremos.
	14:00 h.	Comida y descanso.	La comida nos la habrán facilitado desde el albergue antes de salir por la mañana.
	16:00 h.	Salida de regreso a Salamanca.	El autobús nos llevará de vuelta a Salamanca.
	18:30 h.	Llegada a Salamanca y fin de la salida.	Llega al punto de Salida, el aparcamiento frente al IES Mateo Hernández de Salamanca.

3. Ruta de senderismo en el entorno natural



Figura 5. Vista aérea sobre el relieve de la ruta de las Cascadas de Sotillo que realizaremos como primera actividad de la salida de campo. Realizado con *Google Earth* (fuente de las paradas: [Wikiloc](#)).

28 | PROPUESTA PEDAGÓGICA

“¡Culpable serás tú!” Intervención didáctica y tutorial a través de una salida de campo en la asignatura de Biología y Geología

La ruta que hemos elegido junto al Departamento de Educación Física del Centro, teniendo en cuenta las circunstancias y condiciones físicas del grupo de alumnos que van a asistir a la salida de campo, es la ruta de las Cascadas de Sotillo de Sanabria (**Figura 5**, archivo de *Google Earth* disponible en [este enlace](#)). Se trata de una de las rutas de senderismo más destacadas del Parque Natural del Lago de Sanabria. Es una de las más conocidas y transitadas, puesto que su dificultad es baja-moderada y combina paisajes de montaña y grandes cascadas, ofreciendo una experiencia completa de contacto con la naturaleza.

Se trata de una ruta circular que comienza y termina en el pueblo de Sotillo de Sanabria (**Figura 5**). Tiene una longitud de algo más de 7 km, y tardaremos en completarla unas 5 h, incluyendo en este tiempo los momentos de descanso y las paradas para contemplar el paisaje y para comer.

El recorrido parte directamente desde el pueblo y está muy bien señalizado, puesto que forma parte del conjunto de sendas oficiales y la red de caminos tradicionales señalizados que unen todas las localidades de la zona. Concretamente recorreremos la Senda 6 del mapa oficial de sendas (**Figura 6**) que nos llevará hasta las Cascadas y posteriormente de vuelta al punto de partida, Sotillo de Sanabria. La descripción más detallada de la ruta y de todos los puntos de interés señalizados en la **Figura 5** están recogidos en el **Anexo I** del presente Trabajo.

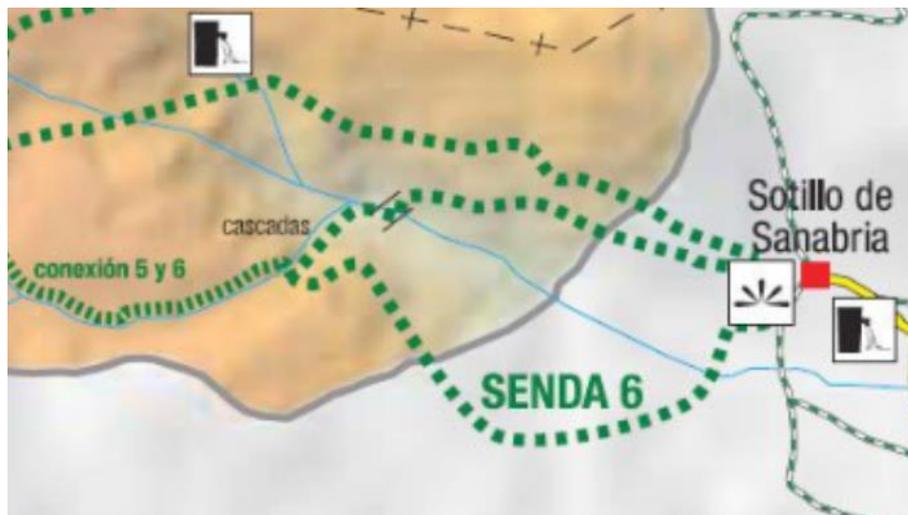


Figura 6. Sendas por las que transitaremos durante la ruta, desde Sotillo de Sanabria hasta la Laguna, y vuelta pasando por las Cascadas (recuperado de [Turismo de Sanabria](#)).

Durante el recorrido encontraremos puntos con fuentes de agua y algunas zonas para parar y descansar, disfrutando de un entorno natural inmejorable. Aunque algunos ascensos son algo más exigentes a nivel físico, es una ruta que todos los alumnos podrán realizar y disfrutar sin problemas. Realizarla supondrá un gran comienzo de la salida, puesto que por un lado ayudará a la cohesión del grupo al pasar tiempo juntos, individualmente los alumnos podrán experimentar el orgullo de completarla, y será un contacto con la naturaleza educativo y muy constructivo para todos.

3.1. Contenidos didácticos que se trabajarán durante la ruta y en la vista panorámica del lago desde el albergue

En cuanto a los contenidos didácticos que podremos trabajar durante el camino con el alumnado, será de especial relevancia la observación de la flora y fauna autóctonas. A lo largo de

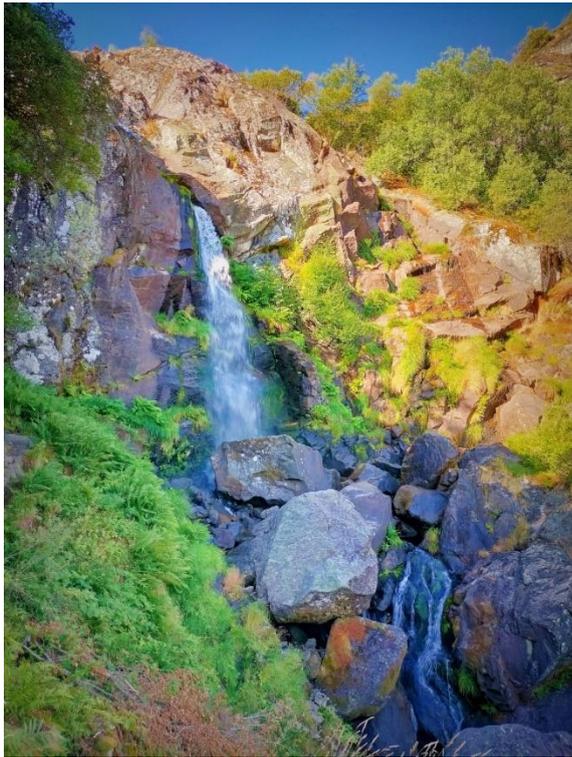


Figura 7. Cascadas de Sotillo (recuperado de [Península Blog](#)).

numerosos tramos del camino encontraremos frondosos robledales en los que pueden distinguirse serbales, acebos, robles, castaños y avellanos. Además, a medida que vaya aumentando la altitud durante el camino, también encontraremos muchas zonas de escobas. Diferenciar los tipos de vegetación en función de la altitud en la montaña nos permitirá comentar con los estudiantes cómo el paisaje del ecosistema se adapta a las circunstancias.

Si somos afortunados, es posible que también podamos distinguir algún ejemplar de los animales autóctonos más característicos de la zona, ya señalados en el apartado 1.2 de esta Propuesta Pedagógica, como aves, e incluso algún corzo y alguna huella de jabalí.

Por otro lado, el principal atractivo de la ruta es la observación de las Cascadas de Sotillo (**Figura 7**), que traen agua procedente de la Laguna de Sotillo a través del arroyo Pingón, y van a caer sobre el río Truchas.

Con respecto a las características geológicas de la zona que podremos enseñar a los alumnos durante la ruta, nos centraremos en la descripción del ambiente a través del trabajo de algunos de los contenidos señalados en apartado de la Fundamentación Curricular de este trabajo, concretamente los señalados en el Bloque D. Será muy interesante poder mostrarles algunos de los afloramientos rocosos que podremos encontrar en el camino, para poder explicarles la historia geológica de la comarca. Además, y aunque no sea un punto dentro de la ruta estrictamente hablando, tras la llegada al albergue y la ducha, aprovecharemos la vista panorámica del valle a la que podemos acceder desde el albergue para poder señalarles algunos de los aspectos más característicos de la zona y del ambiente glaciar en el que nos encontramos.

Los materiales presentes en la comarca de Sanabria son fundamentalmente rocas plutónicas y metamórficas del Paleozoico. La característica principal de la región es la presencia del antiformal del Olla de Sapo, una estructura que se extiende desde Galicia hasta la sierra de Guadarrama y que delimita dos zonas del macizo ibérico: la zona Asturoccidental Leonesa y la zona Centro-Ibérica (Luque Marín, 2003).

Toda la región del Lago está situada en este antiformal, donde podemos localizar materiales desde el Precámbrico o Cámbrico inferior (2500 Ma) hasta el Silúrico superior (420 Ma). Así, del Precámbrico podemos encontrar el complejo esquistos-grauváquico constituido por cuarcitas, esquistos, rocas carbonatadas, gneises y anfibolitas, y gneises migmatizados en el tránsito hacia la formación Olla de Sapo. Este antiformal se constituyó por el metamorfismo de rocas volcánicas ácidas e intermedias que durante el pre-hercínico se convirtieron en megacrístales idiomorfos de feldespato. La potencia estimada de esta estructura es de entre 1500 y 2000 m.

30 | PROPUESTA PEDAGÓGICA

“¿Culpable serás tú!” Intervención didáctica y tutorial a través de una salida de campo en la asignatura de Biología y Geología

A esta estructura le sigue la formación Puebla, del Ordovícico inferior (480 Ma), constituida casi en su totalidad por esquistos con algunas intercalaciones de cuarcitas. La formación Culebra se encuentra a continuación, y forma los relieves de las sierras de la Culebra y Cabrera. A la Sierra de la Culebra acudiremos durante el segundo día de la salida. Está constituida fundamentalmente por



Figura 8. Detalle cartográfico de los alrededores del Lago de Sanabria (recuperado del [Instituto Geográfico Nacional](#)).

cuarcitas armoricanas, y por encima de ellas se encuentran pizarras y esquistos del Ordovícico medio-superior (450 Ma).

Si nos centramos en la cuenca hidrográfica del Lago de Sanabria (**Figura 8**), que podremos observar al contemplar la panorámica del valle, esta está formada casi exclusivamente por gneises pertenecientes a la formación Ollo de Sapo, y por las granodioritas de Ribadelago. Sólo una pequeña parte está representada por las unidades de Peña Trevinca y Villanueva, localizadas en la zona septentrional y meridional de la cuenca, respectivamente. Estas dos unidades están constituidas por esquistos con intercalaciones de cuarcitas (Luque Marín, 2003).

El Lago de Sanabria es un Lugar de Interés Geológico reconocido por el Instituto Geológico y Minero de España (IGME, 1983). En toda la zona existen numerosas evidencias de la existencia de los procesos glaciales que sucedieron durante el Pleistoceno. En la **Figura 9** se muestra el esquema de un glaciar, para ayudar a la comprensión del mismo. La acumulación de nieve en las sierras originó la formación de un glaciar de meseta que dirigió sus lenguas glaciares hacia los diversos valles existentes en la zona, y la actividad glacial generada ha dejado un conjunto de sistemas morrénicos en estos valles. La principal lengua glacial que existió en la cuenca hidrográfica del Lago de Sanabria discurrió a lo largo del valle del río Tera, y debió unirse a las existentes en el valle de los ríos Segundera y Cárdena, dos de sus afluentes, uniéndose en una única lengua para ocupar el valle en el que hoy se encuentra el Lago de Sanabria. Es por ello que en el entorno de Ribadelago se evidencia un gran conjunto de morrenas laterales y frontales. Las oscilaciones de retroceso del glaciar durante la terminación del periodo glacial originaron la acumulación de sucesivos arcos morrénicos frontales a lo largo del valle. El Lago de Sanabria está cerrado por la última de estas morrenas terminales de retroceso de la lengua glacial, y en su sistema morrénico frontal se encuentran pequeños afloramientos de depósitos fluvio-glaciares y fluvio-lacustres de

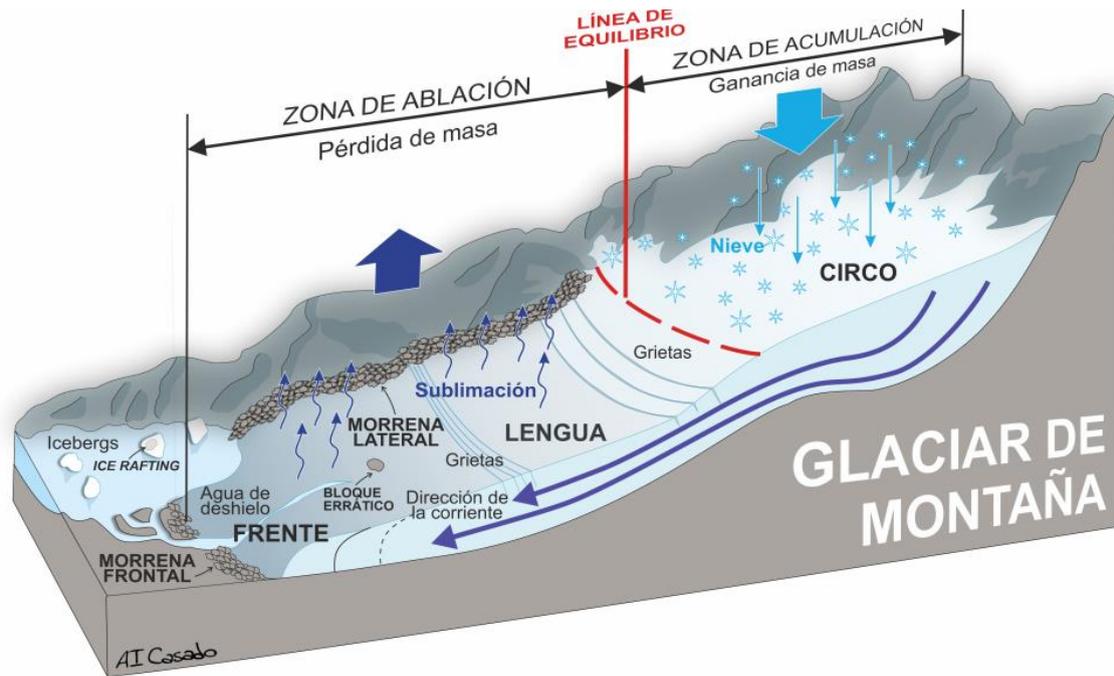


Figura 9. Esquema de un glaciar de montaña (recuperado del [Blog Geología desde Ávila](#)).

sedimentos arcillosos y limosos, con un cierto contenido en fracción arenosa silícica (cuarzo), situados entre las depresiones de las morrenas.

La orilla occidental del lago está parcialmente rellena por sedimentos fluvio-glaciares acumulados en la entrada del río Tera que han generado una llanura relativamente extensa, donde se sitúan las localidades de Ribadelago Viejo y Ribadelago de Franco (**Figura 8**). En el valle del río Tera existe una morrena lateral, de varios kilómetros de longitud, situada en el margen izquierdo del valle, que llega hasta localidad de San Martín de Castañeda, donde nos encontraremos físicamente, ya bordeando la orilla septentrional del Lago de Sanabria. En esta localidad, la morrena se encuentra parcialmente afectada por procesos erosivos de movimiento de masa (Montes, 2023).

Un último aspecto muy interesante sobre el origen glaciar del valle es que la retirada de los hielos en las zonas altas de las montañas originó un conjunto de pequeños sistemas de lagunas distribuidos en las sierras, de manera que, aunque el Lago de Sanabria es el más grande y conocido, no es el único lago de origen glaciar en la zona.

Aunque toda esta información sea probablemente excesiva para el alumnado, sí que será interesante poder explicarles las principales características geomorfológicas de la región *in situ*, procurando que puedan recordar las más sencillas y que, fundamentalmente, entiendan los procesos geológicos que han originado la orografía que observamos.

4. “¿Y tú quién eres?” Intervención tutorial para la cohesión del grupo

El ambiente distendido que se crea con el alumnado durante las actividades que se realizan fuera del aula es muy favorable a poder intervenir como tutores con los grupos, para fomentar el buen ambiente de la clase, y ayudarles a escucharse, a colaborar y a desarrollar habilidades personales y sociales relacionadas con la gestión emocional. Por ello, dentro de la salida de campo, y tras una primera parte de contacto directo con la naturaleza y de esfuerzo físico, la propuesta es la

realización de una dinámica de intervención tutorial grupal en el albergue donde vamos a pasar la noche, aprovechando sus instalaciones. Si hace buen tiempo, podremos seguir disfrutando de la naturaleza en los exteriores del mismo, pero si las temperaturas fueran muy bajas, será también posible realizar la actividad en una de las salas interiores.

Puesto que los alumnos asistentes a la salida de campo proceden de dos grupos diferentes, procuraremos la integración de todos ellos sin distinciones, y trabajaremos con ellos mezclados. Que se cree un buen ambiente entre ambos grupos de Ciencias del Instituto puede ser muy enriquecedor para todos ellos, puesto que desde este curso y hasta el final de sus estudios, van a pasar mucho tiempo juntos, incluso si no están en la misma clase, y compartirán las asignaturas de su modalidad durante el Bachillerato.

Hemos planificado una hora y media de tiempo para realizar esta intervención, que dividiremos en dos partes. Una primera parte consistirá en un pequeño juego de conocimiento que nos permita romper el hielo entre los alumnos y que se animen a participar, mientras que la segunda será la dinámica propiamente dicha.

4.1. ¡Vamos a conocernos!

Utilizaremos aproximadamente 20 minutos del tiempo para esta primera parte de la actividad. Para ella, todos los alumnos se dividirán por parejas, y tendrán 2 minutos para contarse entre sí tres cosas de sí mismos que los demás no conozcan, como por ejemplo “me llamo Pablo y me encanta dibujar manga, leer novelas de misterio y salir a patinar”. Tras ese tiempo, cada miembro de la pareja deberá presentar en voz alta a su compañero, pero no en orden, sino que iremos saltando de una pareja a otra. Además de contar en voz alta las tres características, deberá recordar una de las que han dicho sobre la persona presentada anteriormente, de manera que se formará una pequeña cadena de presentaciones a la que todos deberán estar atentos porque no sabrán cuándo les tocará hablar. De esta forma, despertaremos en ellos el interés por los demás, les ayudaremos a conocer gustos y aficiones del resto, y también podremos despertar afinidades entre ellos que no han descubierto porque no han pasado demasiado tiempo juntos hasta este momento.

Este primer juego de conocimiento nos ayudará a acercar a los alumnos entre sí y abrirá un diálogo que facilitará la colaboración en la segunda parte de la intervención.

4.2. “¿Y tú quién eres?” Dinámica sobre los prejuicios sociales y la toma de decisiones

Una vez que hayamos terminado la rueda, cuando todos los alumnos se sientan algo más cómodos, les presentaremos la dinámica que vamos a trabajar. Se titula “¿Y tú quién eres?”, y nos permitirá reflexionar sobre los prejuicios sociales y la toma de decisiones en base a ellos, fomentando el diálogo y propiciando la cohesión de grupo y también el autoconocimiento sobre ciertas actitudes en sus vidas con respecto a las personas con las que se relacionan.

Presentaremos la dinámica para todos en conjunto y les explicaremos cómo realizarla, y después dividiremos a los estudiantes en dos grupos de 20 personas, para facilitar que todos puedan participar de forma activa en el diálogo que se creará entre ellos. La reflexión tras la actividad la haremos de nuevo con todos los alumnos juntos, porque conocer lo que el otro grupo ha decidido facilitará descubrir distintos puntos de vista y los prejuicios latentes entre ellos.

La imagen que los demás tienen de nosotros influye en nuestra concepción de lo que somos y de lo que podemos llegar a ser, es decir, en la identidad propia de cada persona (Revisión teórica sobre el autoconcepto y su importancia en la adolescencia, 2013). Las actitudes que tenemos con las personas que consideramos diferentes pueden llegar a ser muy sutiles, sin que seamos conscientes de que en muchas ocasiones actuamos con prejuicios. Pero los prejuicios existen, e influyen claramente en las relaciones interpersonales, siendo a veces un factor de exclusión y marginación. Por ello, vamos a tratar de ayudarles a comprender la manera en que las percepciones de otras personas, y de forma particular las primeras impresiones, influyen sobre las relaciones interpersonales. Además, buscaremos promover el desarrollo de habilidades personales y sociales en los alumnos al poner de manifiesto los prejuicios sociales asumidos. Lo que buscamos es hacerles conscientes de las situaciones en las que los prejuicios salen a la luz, especialmente clasistas y racistas, para ayudarles a dejarlos de lado y evitar que sean los que guíen sus interacciones sociales.

Lo que haremos es asignar un rol a cada miembro del grupo mediante una etiqueta que colocaremos en su frente con una palabra que defina su estilo de vida, al menos en apariencia. Es importante que cada participante no vea en ningún momento su etiqueta y no sepa lo que lleva escrito en la frente, pero sí que vea el de todos los demás. En ningún momento los alumnos podrán referirse a alguien por su etiqueta, sólo podrán hablar de sus nombres personales, para que no puedan saber qué rol están jugando en la dinámica. Las etiquetas están recogidas en el **Anexo II**, y las llevaremos ya preparadas previamente. Tras la asignación aleatoria de los roles, les explicaremos que cada grupo debe crear una multinacional, decidiendo mediante el diálogo y por consenso qué miembro debe ocupar cada puesto de la lista que les facilitaremos (**Anexo II**). Les pediremos que rellenen la lista escribiendo al lado de cada puesto el nombre de la persona que va a ocuparlo, sin decir cuál es su etiqueta en ningún momento. Para acordar la distribución de las funciones, es muy importante que dialoguen y expongan sus argumentos para llegar a acuerdos en los que en ningún momento se mencionen razones que puedan hacer a la persona descubrir cuál es su etiqueta.

Les dejaremos un periodo de tiempo de 30 minutos cronometrados, y una vez que pase ese tiempo, unificaremos a los dos grupos para hablar entre todos de las asignaciones que han realizado. En este momento, descubriremos el rol de cada alumno y el puesto que los demás le han asignado por ello. Podremos comparar lo que han decidido en uno y otro grupo para analizar de una forma más clara cómo los prejuicios condicionan nuestras decisiones, en una gran mayoría de las veces de forma injusta y errónea.

Descubrir las etiquetas nos facilitará mantener con ellos un diálogo reflexivo para lograr que tomen conciencia de lo peligrosas que son muchas veces nuestras actitudes ante algunas personas simplemente por su apariencia. Siempre que ellos participen, que lo harán dada la implicación que han tenido previamente en la distribución de los puestos, podremos disfrutar de una conversación enriquecedora para todos que como tutores iremos conduciendo para ayudarles a concienciarse de la importancia de la no discriminación en las aulas, y de la colaboración de todos los estudiantes en el día a día de la clase, sin exclusiones por razones de percepción.

La realización de esta intervención tutorial nos ayudará a trasladar la simulación a experiencias en la vida real para destacar la relevancia de las habilidades sociales y emocionales en situaciones cotidianas. Al finalizar, les pediremos que cuenten en voz alta algo que hayan aprendido de esta dinámica. De esta forma, nos aseguraremos de que afianzamos en ellos lo que hemos querido transmitirles. El ambiente distendido que se da en una actividad fuera de las aulas puede ayudar de

forma muy significativa al alumnado a involucrarse y a tomar conciencia de ciertas cosas que nos pueden ser muy útiles para facilitar la convivencia en el aula el resto del curso, y como tutores, ello también hará más dinámica la relación con la clase.

5. “¡Culpable serás tú!” Intervención didáctica a través de un juego por equipos

Tras la cena en el Albergue llegará para los alumnos el momento en el que trabajaremos algunos de los contenidos teóricos que se explicarán a lo largo del curso a través de un juego por equipos. Estos contenidos son los señalados en el apartado de la Fundamentación Curricular del presente trabajo, concretamente los señalados en los Bloques A y C relacionados con la aplicación del método científico para la consecución de una serie de objetivos y la obtención de resultados, y los que competen a las nociones fundamentales sobre genética, herencia y técnicas de manipulación del ADN. Trabajarlos de forma lúdica y dinámica, de manera previa a las explicaciones teóricas que se darán posteriormente en el aula, les ayudará a interesarse por ellos y también a interiorizar algunos conceptos, incluso aunque no profundicemos en la base teórica que los fundamenta.

El nombre del juego es “¡Culpable serás tú!”, y se basa en la resolución de un asesinato cometido hace muchos años a través de unas pruebas que conservaron los investigadores, que en aquel momento no pudieron utilizarse por la falta de medios y el desconocimiento de las técnicas forenses basadas en la biología molecular que se aplican en la actualidad. Los alumnos participarán en el juego en grupos de 5 miembros, para facilitar la participación de todos ellos. Organizaremos los grupos de manera totalmente arbitraria, para evitar que algún alumno pueda sentirse solo o desplazado, y aprovechando el trabajo previo sobre los prejuicios sociales, les invitaremos a implicarse, independientemente de con quién estén jugando, puesto que todos son igual de válidos.

Para ambientar el juego, les pondremos el vídeo disponible en [este enlace](#), en el que se les presentará el asesinato que deben resolver. Facilitaremos a cada alumno un “Cuaderno Científico” en el que podrán ir tomando sus anotaciones e ir descartando sospechosos (**Anexo III**). Les servirá como guion del juego y también como material de apoyo para resolver las distintas pruebas.

Por otro lado, desde el Centro hemos traído 8 *Tablets* de las que están a disposición del profesorado para realizar actividades con los estudiantes, para poder prestar una a cada grupo y que puedan utilizarla para seguir el juego. Dentro de cada una de estas *Tablets* hemos guardado previamente una carpeta que contiene todo el material que los alumnos necesitan para poder resolver el misterio que se les plantea. Además de este material, también estarán disponibles unos carteles explicativos del fundamento teórico de cada una de las pruebas que deben resolver (**Anexo IV**), para que puedan leerlo y discutirlo entre ellos, y así aplicar la teoría a la resolución práctica de los juegos. Estos carteles han sido facilitados por el personal de divulgación científica del Instituto de Biología Funcional y Genómica de Salamanca (IBFG).

Tras formar los grupos y ver el vídeo de ambientación en conjunto, cada equipo trabajará de forma individual, durante aproximadamente 45 minutos, aunque el tiempo puede ser flexible en función de cómo veamos su evolución. Todos los profesores les acompañaremos para ayudarles y resolver sus dudas en todo momento. Si surgen dudas generales, también podremos dar una explicación a todos los alumnos en conjunto, deteniendo momentáneamente el juego.

Transcurrido ese tiempo, nos reuniremos en conjunto y trataremos de determinar quién es el culpable en función de las averiguaciones que ellos han hecho, y explicaremos más detalladamente las razones por las que cada prueba se resuelve de la manera en la que se hace. Así, ayudaremos a asentar algunos conceptos básicos en ellos que nos resultarán muy útiles para el futuro.

Una vez terminada la resolución del misterio y aclaradas todas las posibles dudas, será el momento de terminar el día y marcharnos a descansar para reponer fuerzas.

5.1. Contenidos didácticos que se trabajarán durante el juego

Las cinco pruebas que van a realizar están detalladas en el “Cuaderno Científico” del **Anexo III**, y también en los carteles que se muestran en el **Anexo IV**. A nivel didáctico, se resumen brevemente a continuación los principales contenidos que se trabajarán en cada una relacionados con los contenidos de la materia, todos ellos vertebrados por el aprendizaje de la aplicación del método científico.

- **Prueba 1: ADN y Huella genética.** En esta prueba conocerán las principales técnicas de amplificación y visualización del ADN y cómo se trabaja con los perfiles genéticos del ADN en un laboratorio para poder diferenciar individuos.
- **Prueba 2: Herramientas bioinformáticas.** Gracias al desarrollo de la bioinformática y a la existencia de grandes bases de datos de información genómica, es posible determinar la procedencia de restos de ADN. Los alumnos lo harán gracias a unas secuencias que les facilitaremos en uno de los archivos de la *Tablet*, y a una base de datos que les enseñaremos a manejar. Esta prueba les ayudará tomar contacto con las aplicaciones de la secuenciación del ADN.
- **Prueba 3: Microorganismos del suelo.** Los microorganismos están presentes en todas partes, pero no todos los microorganismos crecen por igual en todos los ambientes. Esta prueba acercará a los estudiantes a la identificación de una huella del ambiente en el que se ha recogido una muestra gracias a las diferencias en el crecimiento de microorganismos en función de su procedencia. Para poder resolverla, les facilitaremos en la *Tablet* unas fotos del crecimiento de distintos cultivos para que puedan compararlas entre sí.
- **Prueba 4: Detección de sangre con luminol.** Esta prueba se basa más en un concepto que los estudiantes trabajan en la asignatura de Física y Química, las reacciones químicas. Sin embargo, gracias a ella podrán comprobar cómo están interrelacionadas ambas materias, puesto que aplicaremos este concepto a la resolución de un problema biológico. Gracias a un vídeo que tendrán disponible en la *Tablet*, podrán determinar en qué muestras se produce una reacción quimioluminiscente, mientras aprenden lo que es.
- **Prueba 5: Determinación del grupo sanguíneo.** El grupo sanguíneo de cada persona está directamente relacionado con la herencia. Por ello, aprender lo que es y cómo se comporta a nivel hereditario, es un primer paso para acercarnos a todos los contenidos sobre este tema que veremos durante el curso. Para poder hacerlo, dispondrán de un segundo vídeo en el que verán cómo se realiza la determinación del mismo.

6. Visita al Centro de Interpretación del Lobo Ibérico

El lobo es el protagonista en la fauna de la Reserva Regional de Caza de la Sierra de la Culebra. En este espacio se conserva la mejor población de toda Europa Occidental. Otras poblaciones como los ciervos, los jabalís y los corzos, también tienen importancia y se encuentran reguladas y muy seleccionadas por la depredación de lobo. El patrimonio cultural ganadero derivado de la relación con el lobo se puede conocer y disfrutar en las localidades de la Sierra: trampas, construcciones pastoriles, corralas, etc.

Es en este contexto en el que la Junta de Castilla y León decide construir el Centro del Lobo Ibérico “Félix Rodríguez de la Fuente” en octubre de 2015 (**Figura 10**), una instalación dedicada a la conservación y estudio del lobo ibérico, ubicada en la localidad de Robledo, en el municipio de Sanabria (JCYL, 2024a). El centro lleva el nombre de Félix Rodríguez de la Fuente, un conocido naturalista y divulgador español, famoso por su trabajo en la televisión y su defensa de la naturaleza y la vida salvaje. Su labor contribuyó significativamente a la conservación del lobo ibérico y a la sensibilización del público sobre la importancia de esta especie.



Figura 10. Visión exterior del Centro del Lobo Ibérico (recuperado de [Centro del Lobo Ibérico](#)).

Se trata de un centro referente en la conservación y estudio del lobo en España, y su trabajo es crucial para asegurar el futuro de esta especie emblemática. Para ello, busca cumplir los siguientes objetivos, tal y como señala su página web:



Figura 11. Lobos en el Centro del Lobo Ibérico de Robledo de Sanabria (recuperado de [Centro del Lobo Ibérico](#)).

- **Conservación del lobo ibérico.** Trabajo constante en la protección y conservación de esta especie, una parte fundamental del ecosistema ibérico (**Figura 11**).
- **Investigación.** Estudios sobre la biología, el comportamiento y la ecología del lobo ibérico para aumentar el conocimiento científico y mejorar las estrategias de conservación.
- **Educación y sensibilización.** Promoción de la educación ambiental y la sensibilización sobre la importancia del lobo y su papel en la naturaleza, mediante programas educativos y visitas guiadas.
- **Turismo sostenible.** Fomento de un tipo de turismo que respete el medio ambiente y que contribuya al desarrollo económico de la región.

En cuanto a las instalaciones y actividades que ofrece a los visitantes, el Centro del Lobo Ibérico cuenta una oferta diversa:

- **Recintos vallados y zonas de visita exterior.** Los lobos viven en semilibertad en dos grandes recintos que simulan su hábitat natural, permitiendo a los visitantes observarlos en condiciones que tratan de reproducir lo máximo posible cómo es su vida salvaje. Los recintos cuentan con vegetación natural, zonas de refugio, charcas artificiales y un completo sistema de videovigilancia para garantizar las condiciones de bienestar de los ejemplares. Se han construido varias sendas peatonales (**Figura 12**) y tres observatorios elevados con la intención de que los ejemplares puedan ser observados sin alterar sus pautas de comportamiento natural.
- **Centro de interpretación.** La educación es muy importante, por lo que el centro cuenta con cinco salas de exposiciones educativas sobre el lobo ibérico, su historia, biología y el trabajo de conservación de la especie que se realiza desde el centro.
- **Rutas guiadas.** Las visitas guiadas para grupos permiten a los visitantes aprender más sobre el lobo y su entorno.
- **Talleres y charlas.** Desde el Centro del Lobo Ibérico se organizan talleres y charlas sobre diferentes temas relacionados con la conservación de la fauna y el medio ambiente.



Figura 12. Sendas exteriores para la observación del lobo ibérico (recuperado de [Centro del Lobo Ibérico](#)).

Tras las intensas actividades realizadas con los alumnos durante el primer día de la salida y después de pasar una noche juntos fuera de casa, es altamente probable que en este segundo día se encuentren muy cansados. Sin embargo, visitar el Centro del Lobo Ibérico Félix Rodríguez de la Fuente como última actividad dentro de esta propuesta pedagógica puede ser altamente beneficioso para ellos por muchas razones.

En primer lugar, porque la visita permite realizar un reforzamiento del aprendizaje práctico. Podrán aplicar de forma práctica conceptos que se les han mencionado durante la ruta de senderismo y las actividades didácticas, como la ecología, el comportamiento animal y la conservación de especies. Además, observar a los lobos en un entorno seminatural les proporcionará una experiencia de aprendizaje directo, que les resultará mucho más útil que cualquier clase de teoría.

En segundo lugar, es muy importante que a través de esta visita se consiga en ellos la sensibilización y la educación ambiental gracias a la concienciación en la importancia de la conservación del lobo ibérico y por papel crucial en el ecosistema, y a la valoración del trabajo de conservación, claramente reflejado en los esfuerzos y desafíos en la conservación de especies amenazadas.

Por otro lado, una visita de este tipo también supone para ellos un enriquecimiento didáctico como complemento educativo a todas las actividades que ya hemos realizado, gracias a una visión más completa del entorno natural de Sanabria, y a la aplicación de métodos de aprendizaje que combinan la teoría con la práctica (observación directa, exposiciones, talleres), para consolidar el conocimiento de manera más efectiva.

Podemos conseguir también a través de la visita al Centro del Lobo Ibérico el fomento del interés científico en los estudiantes, al despertar en ellos la motivación por carreras como la biología, la geología, o las ciencias ambientales, gracias a poder ver de primera mano la relevancia y la aplicabilidad de estas formaciones.

Por último, en este segundo día la dinámica del grupo será mucho más fluida, gracias a las horas y las experiencias compartidas, y también a la intervención tutorial, por lo que el trabajo en equipo que se les proponga durante la visita guiada será mucho más fluido, y ayudará a que se fortalezcan más los lazos que comienzan a crearse entre los estudiantes, algo que repercutirá directamente de forma beneficiosa sobre el ambiente de aprendizaje.

La visita al centro nos sirve como un cierre perfecto para la salida de campo, integrando todos los aprendizajes y experiencias en un contexto práctico y significativo, que invita a la colaboración, a la reflexión y a la aplicación de todos los conocimientos adquiridos, por lo que supone, sin lugar a dudas, el broche final ideal para ofrecer a los alumnos de 4º de ESO de Biología y Geología del IES Mateo Hernández de Salamanca una experiencia educativa completa, práctica y profundamente enriquecedora.

7. Evaluación, valoración y autoevaluación de la salida de campo

7.1. Evaluación y valoración del alumnado

Tras la realización de la salida, se abrirá un periodo de evaluación de la misma por parte de todos los alumnos que hayan asistido, para poder conocer lo que ha ido bien y lo que no, y sobre todo qué podría cambiarse de cara a realizar la misma actividad en cursos venideros.

Para ello, el primer día de clase tras la salida se facilitará a los alumnos una tabla de valoración (**Tabla S3, Anexo V**) que les pediremos que rellenen en ese momento, y que nos servirá para poder conocer aspectos que se nos hayan pasado a los docentes durante la realización de cada una de las actividades de la salida.

Además, durante el viaje de vuelta, se informará a los estudiantes de que es necesario que realicen una redacción que se recogerá en este mismo primer día de clase tras la vuelta. En ella, se les invitará a hacer un resumen de todas las actividades realizadas y todo lo que han aprendido en ellas, con una pequeña reflexión sobre la utilidad de la salida para su aprendizaje y el interés que ha despertado en ellos realizarla. La extensión no podrá ser superior a una cara. Se recogerá en clase y será evaluada. Toda la participación de cada alumno en la salida de campo se valorará utilizando la rúbrica facilitada en la **Tabla S4 del Anexo V** del presente Trabajo.

7.2. Evaluación del proceso de enseñanza

Una vez finalizada la evaluación y valoración del alumnado, todos los profesores que hayamos asistido a la salida de campo nos reuniremos para realizar la evaluación del proceso de enseñanza. Para ello, nos servirá la información obtenida de los alumnos a través de las dos tareas que les hemos solicitado, y también nuestras impresiones personales sobre las actividades. Los criterios de evaluación en los que nos fijaremos se enumeran a continuación:

1. Objetivos. Discutiremos si hemos logrado completar los objetivos que se marcaron al inicio del diseño de la salida de campo.
2. Competencias. Valoraremos si los alumnos han logrado adquirir las competencias programadas.
3. Contenidos. Especialmente a través de la redacción, podremos determinar si los alumnos han comprendido e incorporado los contenidos trabajados durante la salida de campo, y en qué medida lo han hecho.
4. Metodología. Determinaremos si la metodología que hemos decidido seguir ha sido o no acertada.
5. Materiales. Evaluaremos si los materiales utilizados para el desarrollo de las distintas actividades han sido adecuados.
6. Temporalización, localización y agrupamientos. Basándonos en la temporalización diseñada de forma previa, valoraremos si hemos podido cumplir con los tiempos o si sería recomendable variar o modificar algunas de las actividades para encajarlas mejor. De igual manera, lo haremos con los espacios utilizados, especialmente la ruta, el albergue y la visita al Centro del Lobo Ibérico. Por último, decidiremos si la programación de la actividad con los grupos que ha sido realizada ha sido acertada.
7. Evaluación del proceso de aprendizaje. Finalmente, evaluaremos si el proceso de aprendizaje del alumnado ha cumplido con las expectativas y ha sido adecuado.

Detallaremos todos estos aspectos en un informe para el Centro, junto a los puntos fuertes y los débiles de la salida, los aspectos más atractivos y los menos, los aspectos a mejorar, y nuestra perspectiva desde nuestra implicación como docentes. Este informe será muy útil para valorar si esta salida de campo ha sido exitosa y si podría seguir realizándose en cursos futuros.

DISCUSIÓN Y REFLEXIÓN FINAL

La propuesta de intervención didáctica y tutorial a través de una salida de campo para alumnos de 4º de ESO en la asignatura de Biología y Geología, realizada en el Parque Natural del Lago de Sanabria y la Sierra de la Culebra supone una oportunidad educativa integral que abarca tanto el conocimiento del medio natural como el trabajo de contenidos didácticos de la asignatura y del método científico, y el desarrollo personal y social de los estudiantes.

Uno de los aspectos más destacados de esta intervención es la integración de los conocimientos teóricos que deseamos transmitir a los estudiantes en la experiencia práctica. Así, contenidos del temario de la asignatura como el estudio del relieve y de los procesos geológicos, pueden ser enseñados directamente sobre el terreno, facilitando un aprendizaje más significativo. De la misma manera, el trabajo lúdico de otros contenidos biológicos como la estructura y manipulación del ADN permiten afianzar el conocimiento en los estudiantes.

En el contexto de esta salida de campo, que incluye diversas actividades relacionadas con la asignatura, la ruta desde Sotillo de Sanabria hasta las Cascadas de Sotillo permite a los estudiantes observar y analizar directamente los conceptos de geología que se trabajarán posteriormente en clase. La observación *in situ* de algunas formaciones geológicas, como es el caso de las morrenas de los glaciares, facilita una comprensión más profunda de los conceptos que no se puede lograr si nos limitamos a una explicación teórica. Este enfoque experiencial promueve el aprendizaje activo y estimula la curiosidad científica, dos elementos esenciales para el desarrollo académico en las áreas científicas.

Por otro lado, la salida de campo ofrece un ambiente distendido que facilita la interacción con el alumnado y da pie a la realización de otro tipo de actividades más dirigidas a la acción tutorial a través de dinámicas que ayuden a los alumnos a reflexionar sobre ciertos aspectos de sí mismos, para invitarles al autoconocimiento. Así, la intervención tutorial planificada para ser realizada en el albergue, tras la ruta de senderismo, se basa en una dinámica para reflexionar sobre los prejuicios sociales, un tema crucial para fomentar la cohesión grupal. Este tipo de actividades no solo mejora el ambiente de aprendizaje, sino que también ayuda a los estudiantes a desarrollar habilidades sociales y emocionales esenciales, como la empatía, la comunicación efectiva y la resolución de conflictos. Al abordar los prejuicios sociales, los alumnos aprenden a reconocer y cuestionar sus propias percepciones y actitudes, promoviendo un ambiente inclusivo y respetuoso con todos sus compañeros, y mejorando las interacciones dentro del aula.

El juego didáctico que realizaremos posteriormente, “¡Culpable serás tú!”, y que trabaja conceptos relacionados con la genética y con la manipulación del ADN, es una oportunidad inmejorable para incorporar la gamificación a la enseñanza. Aprender jugando siempre hace el aprendizaje más atractivo y motivador, pero además ayuda a consolidar el conocimiento a través de la aplicación práctica de los conceptos teóricos en un contexto lúdico. La gamificación puede mejorar la retención de información y fomentar el pensamiento crítico y la colaboración entre los estudiantes para lograr alcanzar un objetivo común, habilidades que son valiosas tanto académicamente como en la vida cotidiana.

Por último, la visita al Centro de Interpretación del Lobo Ibérico durante el segundo día de la salida añade un componente más de concienciación ambiental. Los estudiantes tendrán la oportunidad de aprender sobre la importancia de la conservación de especies y ecosistemas, reflejado de forma específica en la conservación del lobo ibérico, y también descubrirán los desafíos a los que se enfrenta la biodiversidad. Esta experiencia puede inspirar a los estudiantes a valorar y proteger el medio ambiente, desarrollando una mentalidad de sostenibilidad que es vital en el contexto de las crisis ambientales actuales.

En un mundo cada vez más interconectado y complejo, es esencial que la educación vaya más allá de la mera transmisión de conocimientos, promoviendo el aprendizaje significativo y el desarrollo de habilidades que permitan a los estudiantes adaptarse, innovar y colaborar en diversos contextos. La planificación de esta salida de campo en Sanabria, junto a toda la intervención didáctica que la compone, busca dar un paso hacia ese objetivo. La diversidad de actividades que integra no sólo enriquece el currículo de Biología y Geología, sino que también proporciona un marco para el desarrollo integral de los estudiantes. Su implementación pone de manifiesto la importancia de las metodologías activas y participativas en la Educación Secundaria. Proporcionar a los alumnos oportunidades para aprender de manera práctica, reflexionar sobre cuestiones sociales y medioambientales, y trabajar en equipo es esencial para su desarrollo como individuos conscientes y comprometidos. Un enfoque de este tipo aspira no sólo a mejorar el rendimiento académico, sino también a contribuir en la formación de ciudadanos responsables y empáticos, capaces de afrontar los retos del futuro con una perspectiva crítica y constructiva.

BIBLIOGRAFÍA

- Acedo, M. (1994). El Lago de Sanabria: legado de un glaciar. En *El Lago de Sanabria*.
<https://rabel.jcyl.es/cgi-bin/abnetopac?TTN=422288>
- Aguilera, D. (2018). La salida de campo como recurso didáctico para enseñar ciencias. Una revisión sistemática. *Revista Eureka Sobre Enseñanza Y Divulgación De Las Ciencias*, 15(3), 3103.
http://dx.doi.org/10.25267/Rev_Eureka_ensen_divulg_cienc.2018.v15.i3.3103
- Álvarez Justel, J. (2017). La tutoría en secundaria. *Educatio Siglo XXI*, 35(2), 65–90.
<https://doi.org/10.6018/j/298521>
- Ausubel, D. (2002). *Adquisición y retención del conocimiento. Una perspectiva cognitiva* (2ª ed.). Paidós Ibérica.
- Ausubel, D. P., Novak, J. D., & Hanesian, H. (1983). *Psicología educativa: un punto de vista cognoscitivo* (2ª ed.). Trillas.
- Banet Hernández, E. (2003). Las Ciencias Naturales en La Enseñanza Secundaria: Algunas Aportaciones de La Investigación Educativa. *Educar En El 2000*, 18–32.
<https://www.educarm.es/documents/246424/461834/4cienciaseneso.pdf/8cf0a87e-9979-4b90-b0d0-f8bb21cf1861>
- Campanario, J. M., & Moya, A. (1999). ¿Cómo enseñar ciencias? Principales tendencias y propuestas. *Enseñanza de Las Ciencias: Revista de Investigación y Experiencias Didácticas*, 17(2), 179–192.
- Carnero Pérez, J. (1996). *El ayer de Sanabria: estampas, episodios y narraciones del pasado sanabrés*.
<https://rabel.jcyl.es/cgi-bin/abnetopac?TTN=169970>
- Carrillo, M., Padilla-Verdugo, J., Rosero, T., & Villagómez, M. (2011). La motivación y el aprendizaje. *Alteridad*, 4, 20. <https://doi.org/10.17163/alt.v4n2.2009.03>
- Cerrillo Martín, M. del R. (2015). Enseñar a convivir, una tarea del tutor. *Tendencias Pedagógicas*, 7, 179–189. <https://revistas.uam.es/tendenciaspedagogicas/article/view/1823>
- 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, 48850 (2022).
<https://bocyl.jcyl.es/boletines/2022/09/30/pdf/BOCYL-D-30092022-3.pdf>
- Expósito López, J. (2014). Aproximación conceptual a la Acción Tutorial. *La Acción Tutorial En La Educación Actual*, 25–46.
- Falcón-Linares, C., Rodríguez-Martínez, A., Cortés-Pascual, A., & Quilez-Robres, A. (2021). Counselor-Perceived Teacher Actions Needed to Carry out Educational and Vocational Guidance in Secondary Schools in Spain. *Frontiers in Education*, 6.
<https://www.frontiersin.org/articles/10.3389/feduc.2021.737163>
- Fernández, J., Elórtegui, N., Rodríguez, J. F., & Moreno, T. (1997). ¿Qué idea se tiene de la ciencia desde los modelos didácticos? *Alambique*, 12, 87–99.

“Culpable serás tú!” Intervención didáctica y tutorial a través de una salida de campo en la asignatura de Biología y Geología

- Freire, H. (2012). Ocho realidades que cambian la escuela. *Cuadernos de Pedagogía*, 428, 71–79.
<http://hdl.handle.net/11162/38106>
- García Nieto, N. (2012). La función tutorial en el ámbito educativo. *Padres y Maestros*, 342, 5–9.
<https://revistas.comillas.edu/index.php/padresymaestros/article/view/310/239>
- García Pérez, F. F. (2000). Los modelos didácticos como instrumento de análisis y de intervención en la realidad educativa. *Biblio 3w: Revista Bibliográfica de Geografía y Ciencias Sociales*, 207, 1–12.
- Giménez Beut, J. A., & Ranz-Alagarda, D. (2019). Principios educativos y neuroeducación: una fundamentación desde la ciencia. *Edetania. Estudios y Propuestas Socioeducativas.*, 55, 155–180.
https://doi.org/10.46583/edetania_2019.55.392
- Hurtado Soler, A., Cantó Doménech, J., & Talavera Ortega, M. (2023). Las salidas de campo como recurso para formar maestros en Educación Infantil. *Investigación En La Escuela*, 106, 65–77.
<https://revistascientificas.us.es/index.php/IE/article/view/20514>
- INJUVE. (2024). *Albergue Juvenil de San Martín de Castañeda*. Castilla y León Joven.
<https://www.castillayleonjoven.com/destacados/albergues-y-campamentos/item/560-albergue-juvenil-san-martin-de-castaneda>
- Instituto Geológico y Minero de España (1983). Lago Glaciar de Sanabria. Inventario Español de Lugares de Interés Geológico.
<https://info.igme.es/ielig/LIGInfo.aspx?Codigo=CI043#proteccion>
- JCYL. (2024a). *Centro del Lobo Ibérico*. Patrimonio Natural de Castilla y León.
<https://centrodellobo.es/>
- JCYL. (2024b). *Parque Natural Lago de Sanabria y Sierras de Segundera y Porto*. Consejería de Cultura, Turismo y Deporte. <https://www.turismocastillayleon.com/es/espaciosnaturales/parque-natural-lago-sanabria-sierras-segundera-porto>
- Ladoire Cerné, P. (1973). Los Lagos y Ríos de Sanabria: una riqueza natural que debemos defender. En *El lago y las montañas de Sanabria*. <https://rabel.jcyl.es/cgi-bin/abnetopac?TTTN=785766>
- Luque Marín, J. A. (2003). *Lago de Sanabria: un sensor de las oscilaciones climáticas del Atlántico Norte durante los últimos 6.000 años* [Universitat de Barcelona]. <http://hdl.handle.net/10803/1971>
- Martínez-Pachón, D., & Tellez-Acosta, M. (2015). Salidas de campo como estrategia didáctica para el fortalecimiento del concepto ambiente. *VI Congreso Internacional Multidisciplinar de Investigación Educativa*. <http://amieedu.org/actascimie15/wp-content/uploads/2016/06/salidas-campo-lmartinez.pdf>
- Moliner Miravet, L., Moliner García, O., & Sales Ciges, A. (2013). Enseñar y aprender Biología y Geología a través de la tutoría entre iguales. *Enseñanza de Las Ciencias: Revista de Investigación y Experiencias Didácticas*, 31(3). <https://raco.cat/index.php/Ensenanza/article/view/285797>
- Montes, J. M. (2023). *Geología y Geomorfología del Lago de Sanabria*. Mi Geoblog: Geología y Más.
<https://speedstar71.blogspot.com/2023/12/geologia-y-geomorfologia-del-lago-de.html>
- Moreira, M. A. (2012). ¿Al final, qué es aprendizaje significativo? *Curriculum*, 25, 29–56.
<https://riull.ull.es/xmlui/handle/915/10652>
- Morón Monge, H., Morón Monge, M. d. C., Wamba Aguado, A. M., & Jiménez Pérez, R. (2012).

44 | BIBLIOGRAFÍA

“¡Culpable serás tú!” *Intervención didáctica y tutorial a través de una salida de campo en la asignatura de Biología y Geología*

- Una propuesta metodológica para la enseñanza de la biología y geología en la educación secundaria. *Revista de Educación En Biología*, 2, 58–68. <http://hdl.handle.net/11441/42122>
- Morote Seguido, Á. F. (2019). Las salidas de campo en España como recurso didáctico para la enseñanza de la Geografía. Una revisión bibliográfica. *Geographicalia*, 71, 27–49. https://doi.org/10.26754/ojs_geoph/geoph.2019714142
- Muñoz Expósito, J. L., Gallego, E. M. R., Dávila Acedo, M. A., & Marcos Merino, J. M. (2023). Emociones y autoeficacia del alumnado de Educación Secundaria ante contenidos de Biología y Geología. *Investigación En Educación Científica*, 7(1). <https://doi.org/https://doi.org/10.17979/arec.2023.7.1.9360>
- Papert, S., & Harel, I. (1991). *Constructionism*. Ablex Publishing Corporation.
- Revisión teórica sobre el autoconcepto y su importancia en la adolescencia. (2013). *Revista Electrónica de Investigación y Docencia (REID)*, 10. <https://revistaselectronicas.ujaen.es/index.php/reid/article/view/991>
- Ricoy Lorenzo, C., & Pino Juste, M. (2008). Tutorial Action as a Resource to Improve Higher Education. *Journal of Hispanic Higher Education*, 7(2), 144–155. <https://doi.org/10.1177/1538192707311676>
- Ayuntamiento de Puebla de Sanabria (2024). *Historia de Puebla de Sanabria*. <https://www.pueblasanabria.com/la-puebla/historia.html>
- Teasdale, R., Selkin, P., & Goodell, L. (2018). Evaluation of student learning, self-efficacy, and perception of the value of geologic monitoring from Living on the Edge, an InTeGrate curriculum module. *Journal of Geoscience Education*, 66(3), 186–204. <https://doi.org/10.1080/10899995.2018.1481354>
- Sanabria Turístico. (2024). *Turismo en Sanabria*. Turismo de Sanabria. <https://www.turismosanabria.es/>
- Vasquez Gordillo, L. A., & Mosquera, J. A. (2022). ¿Cómo las salidas de campo pueden ser una estrategia didáctica para la enseñanza de las ciencias naturales en la educación primaria y secundaria? Una revisión documental. *Revista Latinoamericana de Educación Científica, Crítica y Emancipadora*, 1(1), 207–222. <https://www.revistaladecin.com/index.php/LadECiN/article/view/37>
- Vega, J. C., De Hoyos, C., Aldasoro, J., & Miguel, J. (2005). Nuevos datos morfométricos para el Lago de Sanabria. *Limnetica*, 24, 115–121. <https://doi.org/10.23818/limn.24.11>
- Vidal Rodríguez, A. (2013). *Valverde de Lucerna: Don Miguel de Unamuno y la cuestión de la propiedad privada del Lago de San Martín de Castañeda*. <https://rabel.jcyl.es/cgi-bin/abnetopac?TTN=1733626>

ANEXO I: RUTA HASTA LAS CASCADAS DE SOTILLO

A continuación, se van a mencionar todos los lugares de interés que se encuentran a lo largo de la ruta que vamos a realizar con los alumnos. Todos los puntos están señalizados en el mapa de la **Figura 5** (archivo de *Google Earth* en [este enlace](#)), y se mostrarán de forma pormenorizada en este Anexo. En la **Figura S1** ese muestra el perfil topográfico de la ruta, que tiene un desnivel total de 374 m.



Figura S1. Perfil topográfico de la ruta circular desde Sotillo de Sanabria hasta las Cascadas de Sotillo (recuperado de [Wikiloc](#)).

PUNTOS DE INTERÉS A LO LARGO DE LA RUTA:

1. Iglesia de San Lorenzo: punto de partida de la ruta, desde el centro del pueblo de Sotillo.
2. Fuente.
3. Pequeñas cascadas.

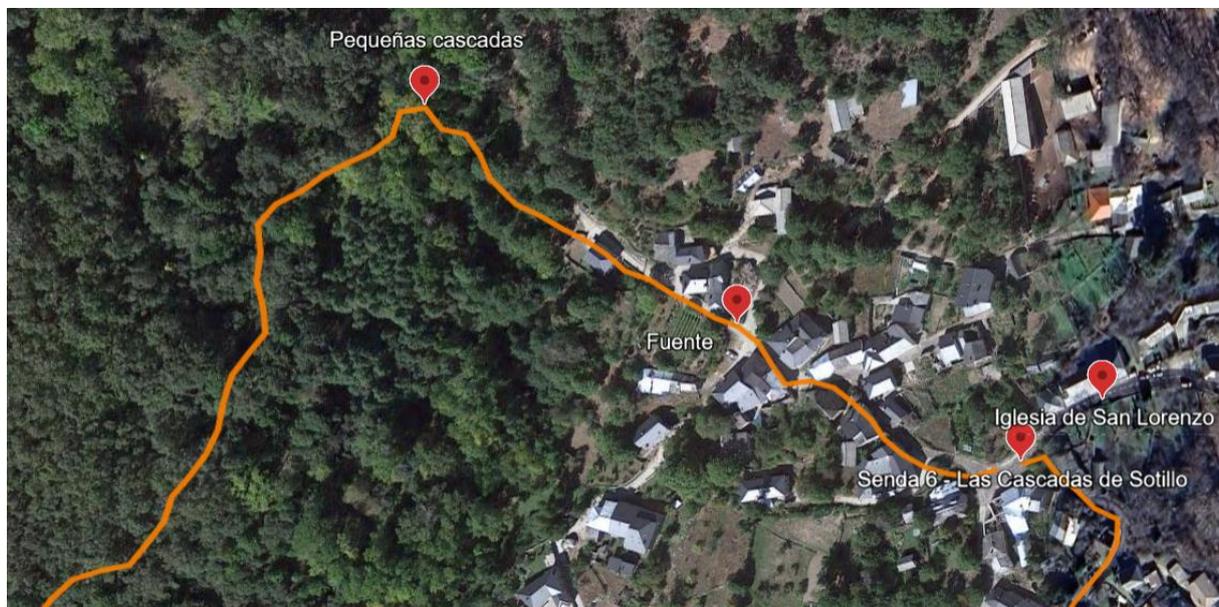


Figura S2. Parte 1 de la ruta: puntos 1 al 3 (recuperado de [Wikiloc](#)).

4. Recorrido junto al arroyo de las Truchas.
5. Puente sobre el arroyo de las Truchas.
6. Puentecín sobre el arroyo de las Truchas.



Figura S3. Parte 2 de la ruta: puntos 4 al 6 (recuperado de [Wikiloc](#)).

7. Segundo puentecín sobre el arroyo de las Truchas.
8. Cables.
9. Cascadas de Sotillo.
10. Mirador de las Cascadas de Sotillo.

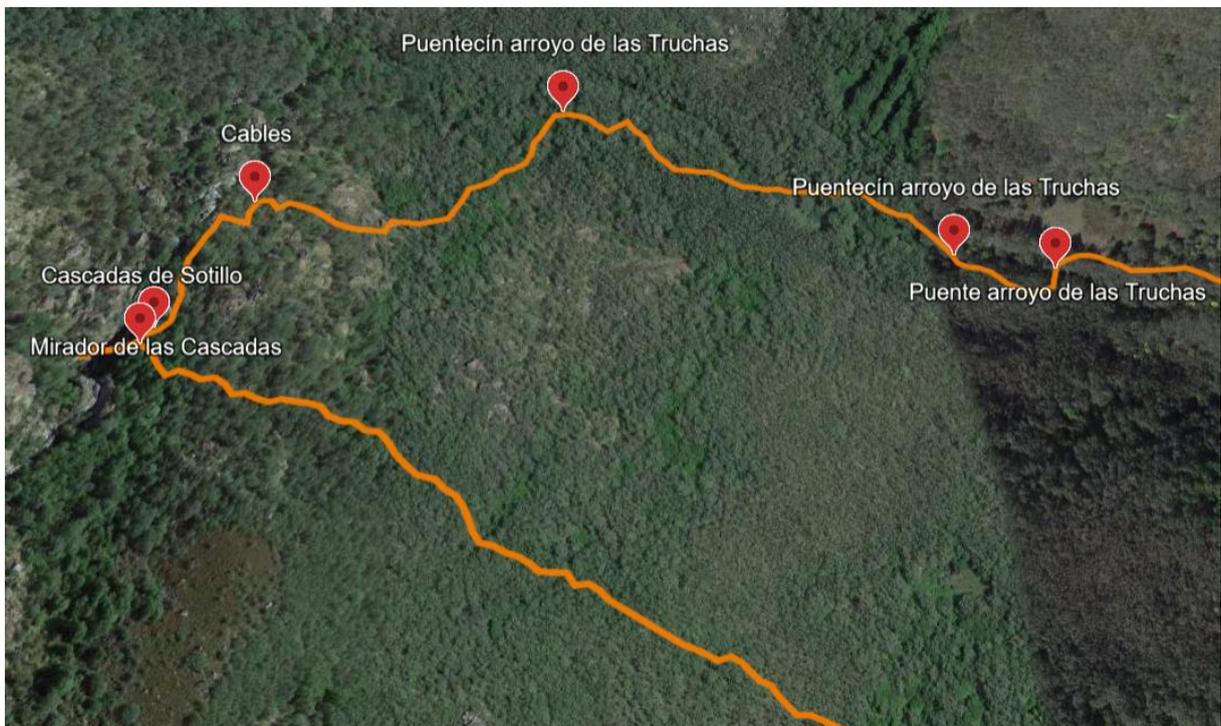


Figura S4. Parte 3 de la ruta: puntos 7 al 10 (recuperado de [Wikiloc](#)).

11. Senda de regreso al punto de partida.
12. Área recreativa, donde pararemos a comer y descansar.
13. Sotillo de Sanabria: fin de la ruta en el lugar de salida.



Figura S5. Parte 4 de la ruta: puntos 11 y 12 (recuperado de [Wikiloc](#)).



Figura S6. Parte 5 de la ruta: punto 13 (recuperado de [Wikiloc](#)).

ANEXO II: MATERIAL COMPLEMENTARIO PARA LA INTERVENCIÓN TUTORIAL “¿Y TÚ QUIÉN ERES?”

Tabla S1. Etiquetas con los roles que jugará cada alumno en la realización de la dinámica “¿Y tú quién eres?” durante la intervención tutorial.

SACERDOTE	MUSULMÁN	GAY
GITANO	INMIGRANTE	LADRÓN
MALTRATADOR REHABILITADO	MADRE SOLTERA	TRAVESTI
POBRE	INFLUENCER	YOUTUBER
SÍNDROME DE DOWN	TITULADO UNIVERSITARIO	PARALÍTICO CEREBRAL
DROGADICTO	PROFESOR	POLÍTICO
PELUQUERO	FUTBOLISTA DE ÉLITE	

Tabla S2. Tabla que los alumnos deberán rellenar con sus nombres durante el desarrollo de la dinámica, asignando a cada uno un puesto en la empresa, conociendo los roles que juegan los demás compañeros, pero no el que juega uno mismo.

**RELACIÓN DEL PERSONAL QUE TOMARÁ POSESIÓN
DE LOS PUESTOS DE TRABAJO EN LA NUEVA
MULTINACIONAL**

PUESTO	NOMBRE DEL TRABAJADOR
PRESIDENTE	
DIRECTOR GENERAL	
DIRECTOR EJECUTIVO	
JEFE DE OPERACIONES	
COMERCIAL	
PERSONAL DE LIMPIEZA	
CONTABLE	
SECRETARIO	
CONSERJE	
PUBLICISTA	
JEFE DE CATERING	
MANTENIMIENTO	
RELACIONES PÚBLICAS	
CHÓFER	
SEGURIDAD	
CONTROL DE CALIDAD	
PSICÓLOGO	
GERENTE	
BECARIO	
PORTERO	

ANEXO III: CUADERNO CIENTÍFICO: “¡CULPABLE SERÁS TÚ!”

¡Culpable serás tú!

Cuaderno Científico

Todo lo que necesitas
saber para resolver el misterio



TES Mateo Hernández, Salamanca
Octubre de 2023

¡NECESITAMOS TU AYUDA!

¡RESUELVE EL MISTERIO!

INSTRUCCIONES

- ❖ Trabajaréis en los grupos que hemos formado para resolver todas las pruebas.

- ❖ Os enfrentaréis a cinco pruebas que debéis superar para poder resolver el misterio. Para hacerlo, os ayudaremos del material y las explicaciones que os facilitaremos. Cuando el tiempo se termine, todos los grupos pondremos en común nuestras averiguaciones para descubrir al culpable.

- ❖ Todos los profesores estaremos disponibles para que nos preguntéis cualquier duda que os pueda surgir.

- ❖ Lo más importante es que disfrutéis, aprendáis y hagáis todo lo posible por encontrar al culpable del crimen.

ADN Y HUELLA GENÉTICA

El ADN es la molécula que almacena nuestra información genética y determina las características de cada organismo. Esta información es única y diferente para cada individuo.



En la escena del crimen se hallaron muestras biológicas que contenían ADN de distintos individuos. Gracias a las técnicas de amplificación del ADN que se han desarrollado en la actualidad, hemos podido conseguir la cantidad de ADN suficiente para visualizarlos en un gel con luz UV. Podemos ver el resultado en la **Figura 1**.

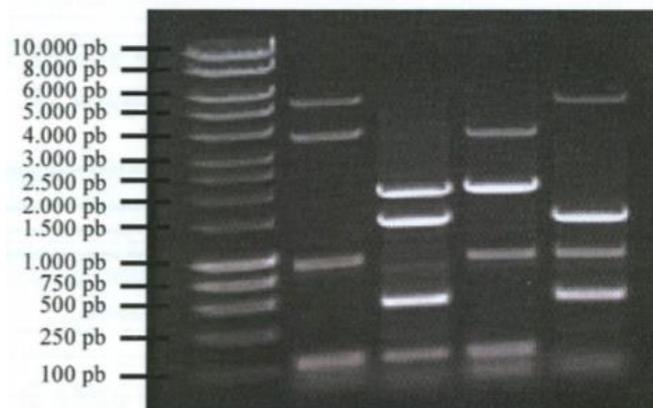
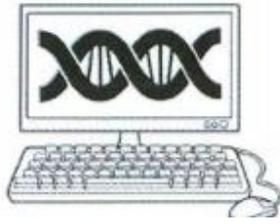


Figura 1. Perfiles de bandas de ADN obtenidos en la escena del crimen.

Lo que tenéis que hacer es relacionar a cada sospechoso con su perfil de bandas:

Sospechoso	Bandas de ADN en su perfil genético	¿Está su perfil genético en el gel? (SI/NO)
Ada Yonath	6.000, 5.000, 4.000 y 3.000 pb	
Alexander Fleming	4.000, 2.000, 1.000 y 100 pb	
Emmy Noether	2.000, 1.500, 500 y 100 pb	
Irène Joliot-Curie	8.000, 6.000, 4.000 y 100 pb	
Josef Mengele	6.000, 4.000, 1.000 y 100 pb	
Rosalyn S. Yalow	6.000, 1.500, 1.000 y 500 pb	

BIOINFORMÁTICA



El ADN está formado por dos cadenas unidas por las bases nitrogenadas, que son adenina (A), timina (T), citosina (C) y guanina (G).

Mediante la secuencia de las bases nitrogenadas, podemos averiguar a qué especie pertenece el ADN. Para ello, secuenciamos el ADN y lo comparamos con las bases de datos de secuencias. Una de las herramientas bioinformáticas más utilizadas en laboratorio para comparar secuencias es BLAST. Cuando se descubrió el cadáver se encontraron fibras capilares en la ropa de la víctima, de las que actualmente hemos podido secuenciar el ADN (secuencias similares a la **Figura 2**).

```
ATGCTGTTTCTTCATTTCAGTTGTACAAGGAACTGGA
TAGCTGCATGGATTTACTTGCCTAGTAATGACA
TGGTTGCCAATCTAGTACCACCTCGAAATTCCAGTT
```

Figura 2. Secuencia de ADN obtenida en una fibra capilar.

Para que estas secuencias de ADN sean útiles para nosotros, debéis averiguar a qué especie pertenece cada una de las secuencias utilizando la herramienta bioinformática **BLAST** (disponible en la red). No todos los pelos nos aportarán información útil para descartar sospechosos, y vosotros debéis determinar cuáles nos sirven y cuáles no. Tenéis las secuencias que debéis identificar disponibles en el archivo de la *Tablet*, para poder copiarlas y pegarlas directamente en la herramienta que os permitirá hacer la búsqueda y las comparaciones.

Sospechoso	Animal de compañía	¿Estuvo cerca de la víctima? (SÍ/NO)
Ada Yonath	Perro	
Alexander Fleming	Perro	
Emmy Noether	Gato	
Irène Joliot-Curie	Caballo	
Josef Mengele	Perro	
Rosalyn S. Yalow	Perro	

MICROORGANISMOS DEL SUELO

Los microorganismos están presentes en todas partes, incluso en el suelo. En función de las características del suelo (por ejemplo, si el suelo es rico en nutrientes o no) la comunidad microbiana es diferente.

Los microorganismos y sus interacciones en el ambiente hacen posible la vida, ya que se encargan de la degradación de infinidad de compuestos y del reciclado de los nutrientes. En la escena del crimen se halló una pisada que no se correspondía con la de la víctima, por lo que se decidió tomar una muestra y, además, de los suelos próximos a las viviendas de los sospechosos. Afortunadamente, estas muestras se han podido conservar hasta ahora, lo que nos ha permitido sembrar y cultivar los microorganismos presentes en ellas.

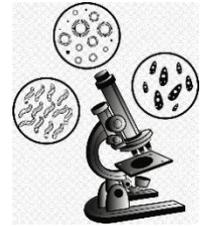


Figura 3. Microorganismos del suelo.

En el archivo que tenéis disponible en la *Tablet*, tenéis las fotos de los cultivos realizados en placas Petri a partir de la pisada de la escena del crimen y de las muestras recogidas en los alrededores de las viviendas. Debéis comparar los microorganismos de la huella con los microorganismos de las casas de los sospechosos para localizar las que son más similares, y así descartar algún sospechoso más.

Sospechoso	Vivienda	¿Podría ser su huella? (SI/NO)
Ada Yonath	Zona de bosque	
Alexander Fleming	Zona de bosque	
Emmy Noether	Zona de bosque	
Irène Joliot-Curie	Centro de la ciudad	
Josef Mengele	Zona de bosque	
Rosalyn S. Yalow	Zona industrial	

DETECCIÓN DE SANGRE

Una reacción química es un proceso por el cual dos o más sustancias se combinan para dar lugar a otra sustancia. Algunas reacciones químicas pueden emitir luz al producirse, y por ello se denominan reacciones quimioluminiscentes. Este tipo de reacciones son las que nos permiten, por ejemplo, ver restos biológicos que no podemos observar a simple vista, como ocurre con los restos de sangre que han sido lavados, como vemos en las series de televisión.

En el momento del crimen se recogieron en su casa algunos objetos que podían coincidir con la marca de la herida que causó la muerte de la víctima, y gracias al descubrimiento de la quimioluminiscencia, hoy podemos realizar la reacción química que vemos en la **Figura 4** para buscar en ellas trazas o restos de sangre.

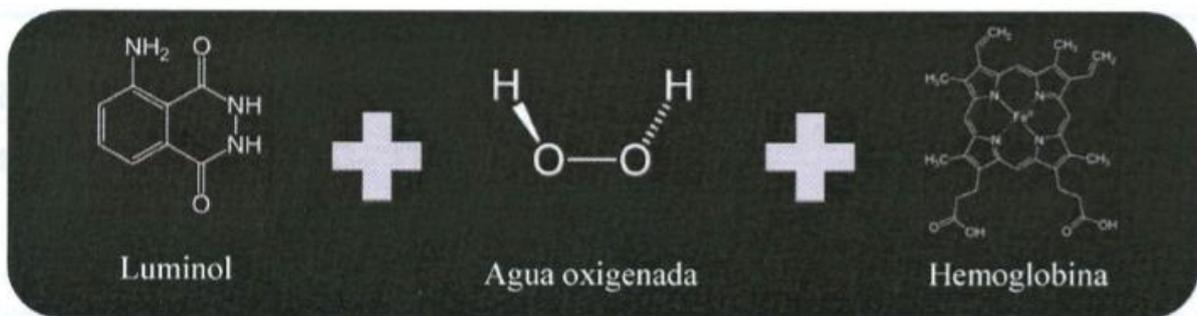


Figura 4. Reacción química para detectar restos de sangre.

Para averiguar cuál fue el arma homicida, debéis ver el vídeo 1 que está incluido en la carpeta de la *Tablet* y determinar cuál es el objeto que se ilumina al poner sobre él luminol y agua oxigenada, observando la emisión de luz.

La víctima murió por una herida de...

DETERMINACIÓN DEL GRUPO SANGUÍNEO

El grupo sanguíneo es una forma de agrupar ciertas características de la sangre que dependen de los antígenos presentes en la superficie de los glóbulos rojos (hematíes) y en el suero de la sangre. Los más importantes son el AB0 y el Rh. Existen cuatro tipos de individuos AB0: A, B, AB y O, según presenten antígenos A, B, ambos o ninguno. Además, cada individuo presentará de forma natural anticuerpos para los antígenos que no posee en sus glóbulos rojos (**Figura 5**).

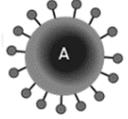
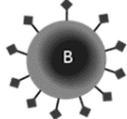
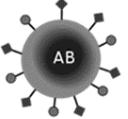
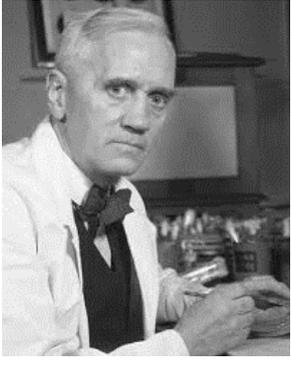
	Grupo A	Grupo B	Grupo AB	Grupo O
Glóbulo rojo				
Antígeno	A	B	A y B	Ninguno
Anticuerpo	Anti B	Anti A	Ninguno	Los dos

Figura 5. Tabla de los serotipos AB0.

Por otro lado, La presencia de antígeno D en la membrana de los hematíes permite diferenciar si somos Rh+(con) o Rh-(sin). En la escena del crimen se hallaron restos de sangre. Si comparáis el grupo sanguíneo de la sangre encontrada con el extraído de los sospechosos, así como el de la víctima, podréis determinar cuál de ellos pudo ser el asesino. Para hacerlo, debéis ver cómo se ha realizado la reacción de identificación del grupo sanguíneo del culpable en el vídeo 2 de la carpeta de vuestra *Tablet*.

Sospechoso	Grupo AB0	¿Podría ser su sangre? (SI/NO)
Ada Yonath	A+	
Alexander Fleming	AB+	
Emmy Noether	A+	
Irène Joliot-Curie	B-	
Josef Mengele	A+	
Rosalyn S. Yalow	AB+	
Víctima: Alan M. Turing	O-	

Puedes utilizar este cuadro para ir descartando sospechosos:

 <p>ADA YONATH Cristalógrafa. Premio Nobel de química en 2009.</p>	 <p>ALEXANDER FLEMING Químico. Premio Nobel de medicina en 1945.</p>	 <p>EMMY NOETHER Matemática. Teoría de Noether, ley de conservación.</p>
 <p>IRÈNE JOLIOT-CURIE Física y química. Premio Nobel de química en 1935.</p>	 <p>JOSEF MENGELE Médico, antropólogo y oficial alemán.</p>	 <p>ROSALYN S. YALOW Física. Premio Nobel de medicina en 1977.</p>

LA VÍCTIMA



ALAN MATHISON TURING

★ 23/06/1912 † 07/06/1954

Matemático, lógico, científico de la computación, criptógrafo, filósofo, biólogo teórico.

Considerado uno de los **padres de la ciencia de la computación** y precursor de la informática moderna.

¡MUCHAS GRACIAS POR PARTICIPAR!

ANEXO IV: CARTELES INFORMATIVOS ACCESIBLES PARA EL ALUMNADO DURANTE EL JUEGO: “¡CULPABLE SERÁS TÚ!”

NOMBRE:
ADN Y HUELLA GENÉTICA



MUESTRA:
ADN hallado en muestras biológicas.

PRUEBA:
Comparación de los perfiles de ADN encontrados en la escena del crimen con los perfiles de ADN de los sospechosos.

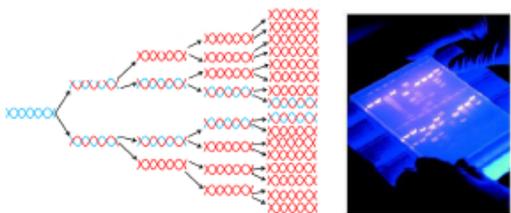
PRECEDENTES:

- El ADN es la molécula que almacena nuestra información genética.
- Contiene las instrucciones que determinan la forma y las características de un organismo.
- Esta información es única y diferente para cada individuo.



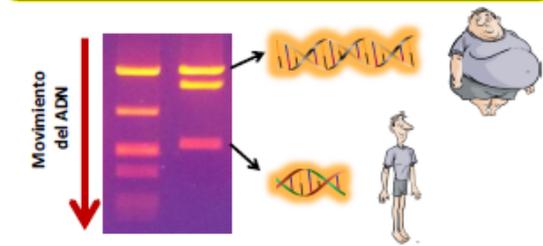
¿Cómo podemos ver el ADN?

El ADN que obtenemos en el laboratorio es muy escaso, así que el primer paso es amplificarlo. Después, ponemos el ADN amplificado en un gel y añadimos agentes que se introducen dentro del ADN y se detectan por fluorescencia.



El ADN se mueve por el gel

El ADN es una molécula que tiene carga eléctrica; por lo tanto, si aplicamos una corriente eléctrica sobre el gel, el ADN se va a desplazar. La velocidad de movimiento del ADN en el gel depende del tamaño del ADN.



Investigación

Hemos amplificado el ADN hallado en la escena del crimen y lo hemos puesto en un gel de agarosa para poder ver los perfiles de bandas de ADN. Cada uno de los perfiles tienen bandas de ADN de diferentes tamaños, lo que nos permite distinguir cuál es de cada sospechoso.

Marcador ADN	S1	S2	S3	S4
500 pb	—			—
400 pb	—			
300 pb	—	—	—	
200 pb	—	—	—	—
100 pb	—			

Tenéis que averiguar a quién pertenece cada uno de los perfiles de ADN obtenidos en la escena del crimen y descartar a los sospechosos cuyo ADN no ha aparecido.

Tenéis que relacionar cada banda del gel con su tamaño utilizando el marcador. Después mirar qué sospechosos tienen esas bandas en su genoma.

DO NOT CROSS POLICE LINE DO NOT CROSS DO NOT CROSS POLICE LINE DO NOT CROSS DO NOT CROSS POLICE LINE DO








NOMBRE:

HERRAMIENTAS BIOINFORMÁTICAS PARA ANALIZAR SECUENCIAS



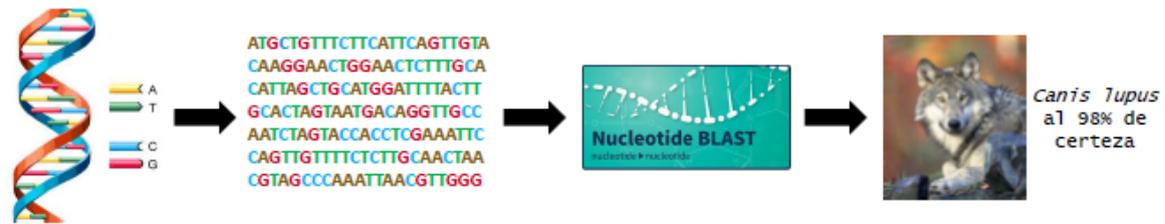
MUESTRA:
Secuencias de ADN de pelo halladas en la ropa de la víctima.

PRUEBA:
Comparar las secuencias con las bases de datos de ADN y encontrar coincidencias mediante la herramienta bioinformática BLAST.

- PRECEDENTES:**
- El ADN es la molécula que almacena la información genética de los seres vivos.
 - Contiene las instrucciones que determinan la forma y las características de un organismo.
 - Podemos saber a qué especie pertenece el ADN utilizando las bases de datos genéticas.

¿Cómo almacena la información el ADN?
El ADN está formado por dos cadenas que forman una doble hélice. Las dos cadenas están unidas por las bases nitrogenadas, que pueden ser de cuatro tipos: adenina (A), timina (T), guanina (G) y citosina (C).

¿Cómo utilizamos las herramientas bioinformáticas?
Para averiguar a qué especie pertenece el ADN, tenemos que obtener su secuencia de bases nitrogenadas. Después, introducimos esa secuencia en un programa informático (BLAST) que va a buscar nuestra secuencia en una base de datos.



Investigación

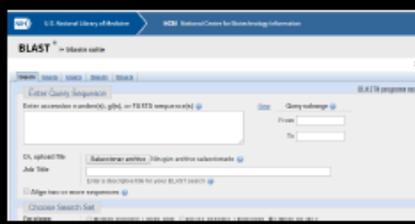
Hemos secuenciado el ADN de varias muestras de pelo halladas en la ropa de la víctima. Ahora nos falta averiguar a qué especie pertenece cada una de las secuencias...quizás nos revele alguna información extra sobre los sospechosos.

**ATGCTGTTTCTTCATTCAGTTGTA
CAAGGAACTGGAACCTTTGCA
CATTAGCTGCATGGATTTACTT**

**GCACTAGTAATGACAGGTTGCC
AATCTAGTACCACCTCGAAATTC
GAATC**

**CAGTTGTTTTCTCTTGCAACTAA
CGTAGCCCAAATTAACGTTGG**

→



□ Tenéis que averiguar a quién pertenece cada una de las secuencias de ADN utilizando BLAST e intentar descartar a varios sospechosos.



DO NOT CROSS POLICE LINE DO NOT CROSS DO NOT CROSS POLICE LINE DO NOT CROSS DO NOT CROSS POLICE LINE DO

NOMBRE:

MICROORGANISMOS DEL SUELO



MUESTRA:

Pisada hallada en la escena del crimen.

PRUEBA:

Comparación de los microorganismos obtenidos de la pisada con los microorganismos del suelo del entorno de las viviendas de los sospechosos.



PRECEDENTES:

- Los microorganismos están presentes en todas partes, incluso en el suelo en el que pisamos.
- Hay un universo invisible bajo nuestros pies: los suelos son el hogar de millones de microbios.
- Cada suelo tiene una comunidad de microorganismos diferente en función de sus características.

La importancia de los microorganismos del suelo

En el suelo existe una compleja comunidad de microorganismos tales como bacterias, hongos, protozoos y virus, que interactúan y contribuyen a los ciclos globales que hacen posible la vida. Las bacterias y los hongos tienen una gran versatilidad enzimática que hace que sean los agentes de degradación de materia más importantes del planeta. Gracias a ellos, se reciclan los nutrientes contenidos en los restos de animales y vegetales.



Investigación

Hemos recogido una muestra de una pisada hallada en la escena del crimen y hemos sembrado y cultivado los microorganismos en una placa Petri con agar nutritivo. También hemos tomado muestras de los suelos próximos a las casas de los sospechosos y hemos cultivado los microorganismos.

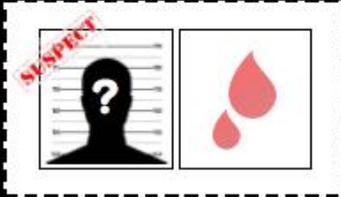
□ Tenéis que comparar los microorganismos de la pisada con los microorganismos de los suelos de las viviendas de los sospechosos y averiguar en qué zona vive el asesino.



DO NOT CROSS POLICE LINE DO NOT CROSS DO NOT CROSS POLICE LINE DO NOT CROSS DO NOT CROSS POLICE LINE DO

NOMBRE: _____

DETECCIÓN DE SANGRE CON LUMINOL



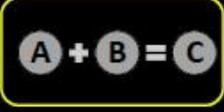
MUESTRA: _____
Posibles armas homicidas.

PRUEBA: _____
Búsqueda de restos de sangre con la mezcla de luminol para determinar cuál es el arma homicida.



PRECEDENTES:

- La reacción química es un proceso en el cual dos o más sustancias se transforman.
- Algunas reacciones químicas son quimioluminiscentes, es decir, son capaces de emitir luz.

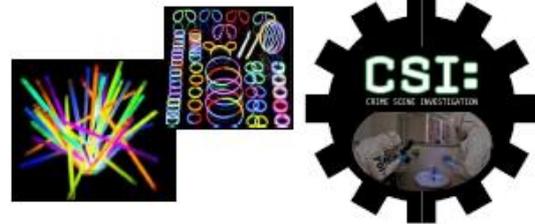




Las reacciones químicas están en nuestro día a día
A nuestro alrededor siempre están ocurriendo multitud de reacciones químicas aunque no seamos conscientes de ello; por ejemplo, usar una pila o la fotosíntesis de las plantas.

La importancia de la quimioluminiscencia
Las reacciones quimioluminiscentes, o que emiten luz, son importantes para detectar sustancias que no podemos ver a simple vista, como es el caso de algunos restos biológicos.





Investigación

Hemos recogido las armas que podrían haber causado la muerte de la víctima y vamos a buscar trazas de sangre mediante la prueba del luminol.

NC1=CC=C2C(=O)NC(=O)N2=C1
Luminol

C1=CC=C2C(=O)NC(=O)N2=C1
Hemoglobina

O-O
Agua oxigenada

☐ Tenéis que encontrar el arma homicida rociando la mezcla de luminol sobre las armas y observando la emisión de luz.



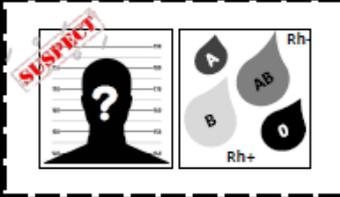
☐ Si hay restos de sangre, el luminol brillará en la oscuridad.



DO NOT CROSS POLICE LINE DO NOT CROSS DO NOT CROSS POLICE LINE DO NOT CROSS DO NOT CROSS POLICE LINE DO

NOMBRE: _____

DETERMINACIÓN DEL GRUPO SANGUÍNEO Y FACTOR RH



MUESTRA:

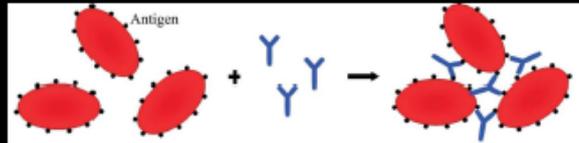
Sangre recogida en la escena del crimen.

PRUEBA:

Identificar el tipo de sangre encontrada en la escena del crimen y comparar con el tipo de sangre de la víctima y de los distintos sospechosos.

PRECEDENTES:

- Se basa en la aglutinación de los glóbulos rojos en presencia de anticuerpos que reconocen de forma específica proteínas de la superficie de estas células.
- Cada individuo produce de forma natural anticuerpos para antígenos que no están en sus glóbulos rojos.



¿Cuáles son los grupos sanguíneos?

Según las proteínas en la superficie de nuestros glóbulos rojos, podemos ser del grupo A, B, AB o O. Además, la presencia de antígeno D en la membrana permite diferenciar si somos Rh⁺ (con) o Rh⁻ (sin).

Importancia clínica

Las transfusiones de sangre entre grupos incompatibles pueden provocar una reacción inmunológica que puede desembocar en hemólisis, anemia, fallo renal, choque circulatorio y muerte.

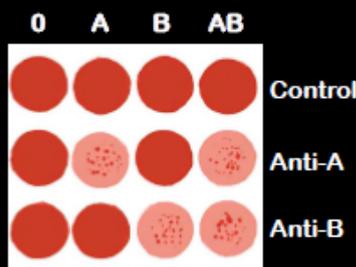
	GRUPO A (AA - AO)	GRUPO B (BB - BO)	GRUPO AB (AB)	GRUPO O (OO)
Sangre roja célula				
Anticuerpos	Anti-B	Anti-A	Ningunos	Anti-A y Anti-B
Antígenos	A antígeno	B antígeno	A y B antígeno	Sin antígenos



Descubridor del sistema ABO

Investigación

Hemos recuperado la sangre que fue hallada en la escena del crimen (que puede ser de la víctima o no). Vamos a determinar el grupo sanguíneo mediante un kit comercial.



☐ Tenéis que averiguar de quién puede ser la sangre encontrada en la escena.

DO NOT CROSS POLICE LINE DO NOT CROSS DO NOT CROSS POLICE LINE DO NOT CROSS DO NOT CROSS POLICE LINE DO

ANEXO V: VALORACIÓN Y EVALUACIÓN DE LA SALIDA DE CAMPO

Tabla S3. Cuestionario de valoración de la salida por parte del alumnado para tener en cuenta en caso de repetir la salida en futuras ocasiones.

VALORACIÓN DE LA SALIDA DE CAMPO A SANABRIA					
	Muy insatisfactorio	Insatisfactorio	Satisfactorio	Muy bueno	Excelente
Ruta a la Laguna de Sotillo					
Interés del recorrido	No disfruté la ruta. La encontré aburrida y sin interés.	La ruta fue poco interesante, con pocos puntos destacados.	La ruta fue agradable, con algunos puntos interesantes.	Disfruté la ruta, tenía varios puntos de interés y fue bien organizada.	La ruta fue excelente, muy bien organizada, con paisajes hermosos y mucha información relevante.
Dificultad adecuada	La ruta fue demasiado difícil o demasiado fácil.	La ruta no se adecuó bien a nuestras capacidades.	La dificultad fue aceptable, aunque podría mejorarse.	La dificultad fue adecuada para la mayoría del grupo.	La dificultad fue perfectamente adecuada para todos los participantes.
Guía y explicaciones	No hubo explicaciones o fueron muy deficientes.	Las explicaciones fueron pocas y poco claras.	Las explicaciones fueron suficientes pero mejorables.	Las explicaciones fueron claras y aportaron mucho al recorrido.	Las explicaciones fueron excelentes, muy claras y enriquecedoras.
Dinámica sobre los prejuicios sociales y la toma de decisiones					
Claridad y organización	La dinámica fue confusa y desorganizada.	La dinámica tuvo problemas de organización y claridad.	La dinámica fue clara, pero podría estar mejor organizada.	La dinámica fue clara y bien organizada.	La dinámica fue excelente en términos de claridad y organización.
Relevancia del contenido	No aprendí nada nuevo, la dinámica fue irrelevante.	La dinámica fue poco relevante y no aportó mucho.	La dinámica fue relevante pero no muy profunda.	La dinámica fue relevante y aportó bastante.	La dinámica fue muy relevante y me hizo reflexionar profundamente.

Participación e interés	No participé ni me sentí involucrado.	La participación fue baja y no me sentí muy involucrado.	La participación fue moderada, aunque pudo ser mejor.	La participación fue alta y me sentí bastante involucrado.	La participación fue excelente, me sentí muy involucrado y comprometido.
Reflexión personal	La dinámica no me ha servido para aprender nada nuevo.	Ha sido interesante, pero los aspectos trabajados no me han resultado útiles.	La dinámica me ha enseñado mis propios prejuicios, pero no creo que lo aplique.	He aprendido a reconocer mis prejuicios y me ha ayudado a hacer autocrítica.	He descubierto que tengo muchos prejuicios y procuraré evitarlo de ahora en adelante.
Juego didáctico: “¡Culpable serás tú!”					
Interés y diversión	No me interesó el juego, fue confuso y aburrido.	El juego fue poco interesante y algo confuso.	El juego estuvo bien, aunque pudo ser más interesante.	El juego fue muy entretenido y desafiante, aprendí bastante.	El juego fue excelente, muy bien diseñado, divertido y educativo.
Claridad de las instrucciones	Las instrucciones fueron confusas o inexistentes.	Las instrucciones no fueron claras.	Las instrucciones fueron aceptables, pero podían mejorar.	Las instrucciones fueron claras y fáciles de seguir.	Las instrucciones fueron muy claras y detalladas.
Aprendizaje y reflexión	No aprendí nada del juego.	Aprendí poco y no reflexioné mucho.	Aprendí algo, pero podría haber sido más interesante.	Aprendí bastante y reflexioné sobre el tema.	Aprendí mucho y la reflexión fue muy útil.
Visita al Centro del Lobo Ibérico					
Interés de la visita	No disfruté la visita, fue aburrida y no aprendí nada.	La visita fue poco interesante y no muy informativa.	La visita fue interesante, pero podría haber sido más informativa.	Disfruté mucho la visita, aprendí bastante sobre los lobos ibéricos.	La visita fue excelente, muy educativa y bien organizada.
Calidad de la información	La información fue pobre y poco relevante.	La información no fue muy clara ni relevante.	La información fue aceptable pero mejorable.	La información fue clara y relevante.	La información fue muy clara, relevante y detallada.

Interacción y participación	No hubo interacción o fue muy baja.	La interacción fue limitada y poco participativa.	La interacción fue aceptable, pero podía mejorar.	Hubo buena interacción y participación.	La interacción fue excelente, muy participativa y enriquecedora.
-----------------------------	-------------------------------------	---	---	---	--

¿Hay algo más que quieras añadir?

Tabla S4. Rúbrica para la evaluación de la implicación y participación del alumnado en la salida de campo.

Criterio	Indicador	Nivel de logro				
Implicación en la salida de campo	Participación activa	No participó en las actividades.	Participó mínimamente en las actividades.	Participó de manera regular, con algunos momentos de inactividad o desinterés.	Participó en la mayoría de las actividades, aunque con momentos de menor implicación.	Participó activamente durante todas las actividades, mostrando entusiasmo e interés.
	Atención y respeto durante las explicaciones	No prestó atención ni respetó la atención de los compañeros.	Poca atención a las explicaciones y poco respeto por la atención de los demás.	Mostró atención y respeto de manera irregular.	Generalmente atento y respetuoso, con algunas distracciones menores.	Prestó atención completa a las explicaciones y respetó en todo momento la atención de sus compañeros.
Redacción solicitada	Entrega	No entregó la redacción.	Entregó la redacción, pero con grandes deficiencias o muy tarde.	Entregó la redacción con retraso o con deficiencias notables.	Entregó la redacción con pequeñas deficiencias en tiempo o forma.	Entregó la redacción en tiempo y forma como se solicitó.
	Calidad de la redacción	La redacción es incomprensible o con un nivel de escritura muy pobre.	La redacción es difícil de entender, con numerosas faltas de ortografía o mal estructurada.	La redacción es comprensible, pero con varias faltas de ortografía o problemas en la estructura.	La redacción está bien escrita y es comprensible, con algunas pequeñas faltas de ortografía.	La redacción está bien escrita y estructurada, es comprensible y no tiene faltas de ortografía.
	Incorporación de los contenidos de la salida	No utiliza ninguno de los conceptos aprendidos durante la salida.	Utiliza algunos de los conceptos y contenidos de la salida, pero de forma vaga e inadecuada.	Incorpora los conceptos de la salida, aunque no siempre en el contexto apropiado.	Los contenidos y conceptos están claros y los maneja, aunque no siempre de manera adecuada.	Incorpora los contenidos y conceptos de la salida en el contexto adecuado y de forma apropiada.