



Universidad Internacional de La Rioja
Facultad de Educación

Máster Universitario en Formación del Profesorado de
Educación Secundaria Obligatoria y Bachillerato, Formación
Profesional y Enseñanzas de Idiomas

**Propuesta de intervención para mejorar el
aprendizaje de la genética mediante ABP y
blog colaborativo**

Trabajo fin de estudio presentado por:	Sonia Serrano Carrillo
Tipo de trabajo:	Propuesta de intervención
Especialidad:	Biología y Geología
Director/a:	Rebeca Iglesias García
Fecha:	22/06/2021

Resumen

Informes como el de PISA han mostrado a lo largo de los años las carencias académicas de los estudiantes españoles en torno a la asignatura de ciencias. Esto, sumado a una falta de alfabetización científica en la sociedad, promueve la creencia en técnicas pseudocientíficas y la incapacidad para comprender y opinar sobre los nuevos avances en ciencia. Ante esta situación, el presente trabajo persigue como objetivo principal idear un proyecto que aliente en el alumnado de 4º de ESO el aprendizaje de la genética y la herencia biológica mediante el Aprendizaje Basado en Proyectos (ABP). Para ello, se ha realizado una revisión bibliográfica en la que se han analizado aspectos como la problemática del aprendizaje de la genética, el impacto de la pseudociencia en la sociedad y la potencialidad del ABP y el blog colaborativo como herramienta educativa.

Por tanto, se ha programado un proyecto con tres grandes actividades que fomentan en los estudiantes el desarrollo del sentido crítico mediante la lectura de artículos científicos, la exposición de la información, el trabajo en grupo, la investigación de las pseudociencias y la publicación de los resultados en el blog de clase.

En este trabajo se concluye que las problemáticas para entender la genética vienen derivadas principalmente de los preconceptos que los propios alumnos poseen, motivo por el cual se aboga por la lectura crítica y la investigación bibliográfica. Por otro lado, para luchar contra los efectos de la pseudociencia, vemos que es esencial mostrar a los alumnos el contraste en el tratamiento de la información según la fuente que consulten.

Palabras clave: Aprendizaje Basado en Proyectos, Pseudociencias, Genética, TIC, Blog

Abstract

As it is shown on PISA reports and other documents, Spanish students have dealt with major problems to understand science subjects for several years. In addition, Spanish citizens have shown a disturbing lack of scientific knowledge. As a consequence of this, a lot of people believe in pseudoscientific techniques and they are not even able to give their opinion about new developments in science. In order to solve this, the main goal of this project will be the creation of a PBL (Project Based Learning) based program to promote genetic knowledge in high school students. The fulfilment of this objective will be achieved with a bibliographic research about three main subjects: problems related to learning genetics, pseudoscience in society and innovative educational tools such as PBL and collaborative blogs.

In short, three activities have been designed in order to improve pupils' skills in critical sense reading, exposing information, doing collaborative work, investigating pseudoscience and sharing their results in the virtual blog.

The main conclusion of this paper is that students' prejudices play a major role in understanding genetics. Comprehensive reading and proper researches will be proposed as a way to avoid these prejudices. In addition, it is proven that checking reliable sources is essential to fight pseudoscientific thoughts in pupils.

Keywords: Project Based Learning, Pseudoscience, Genetic, ICT, Blog

Índice de contenidos

1.	Introducción	8
1.1.	Justificación y planteamiento del problema.....	10
1.2.	Objetivos	11
1.2.1.	Objetivo general	11
1.2.2.	Objetivos específicos	12
2.	Marco teórico	12
2.1.	La pseudociencia y la enseñanza académica.....	12
2.2.	Conocimientos de la sociedad sobre genética y su tratamiento en los medios	14
2.3.	La problemática de los alumnos para comprender la herencia biológica.....	15
2.4.	Aprendizaje Basado en Proyectos y el modelo constructivista	16
2.5.	Aplicando el ABP en el aula	20
2.6.	Las TIC aplicadas en el Aprendizaje Basado en Proyectos.....	21
3.	Propuesta de intervención	25
3.1.	Presentación de la propuesta	25
3.2.	Contextualización de la propuesta	25
3.2.1.	Características del centro	25
3.2.2.	Características del alumnado	26
3.2.3.	Marco legislativo	26
3.3.	Intervención en el aula	27
3.3.1.	Objetivos.....	27
3.3.2.	Competencias	28
3.3.3.	Contenidos.....	30
3.3.4.	Metodología	32
3.3.5.	Cronograma	33

3.3.6. Actividades	36
3.3.7. Recursos.....	42
3.3.8. Atención a la diversidad	42
3.3.9. Evaluación.....	43
3.4. Evaluación de la propuesta.....	44
4. Conclusiones.....	45
5. Limitaciones y prospectiva	47
Referencias bibliográficas.....	49
Anexo I. Objetivos de etapa establecidos por el Decreto 48/2015, de 14 de mayo, del Consejo de Gobierno, para la Comunidad de Madrid.....	55
Anexo II. Contenidos, criterios y estándares de aprendizaje evaluables para la Comunidad de Madrid.	56
Anexo III. Escala de valoración.	57
Anexo IV. Rúbrica de coevaluación sobre la ingeniería genética.....	58
Anexo V. Rúbrica de evaluación del blog.	58
Anexo VI. Rúbrica de coevaluación sobre los alimentos transgénicos.	58
Anexo VII. Rúbrica de coevaluación sobre ciencia y pseudociencia.	59
Anexo VIII. Cuestionario de revisión final.	59

Índice de figuras

Figura 1. Evolución de la calificación de España en ciencias con respecto a la OCDE en la prueba PISA.	9
---	---

Índice de tablas

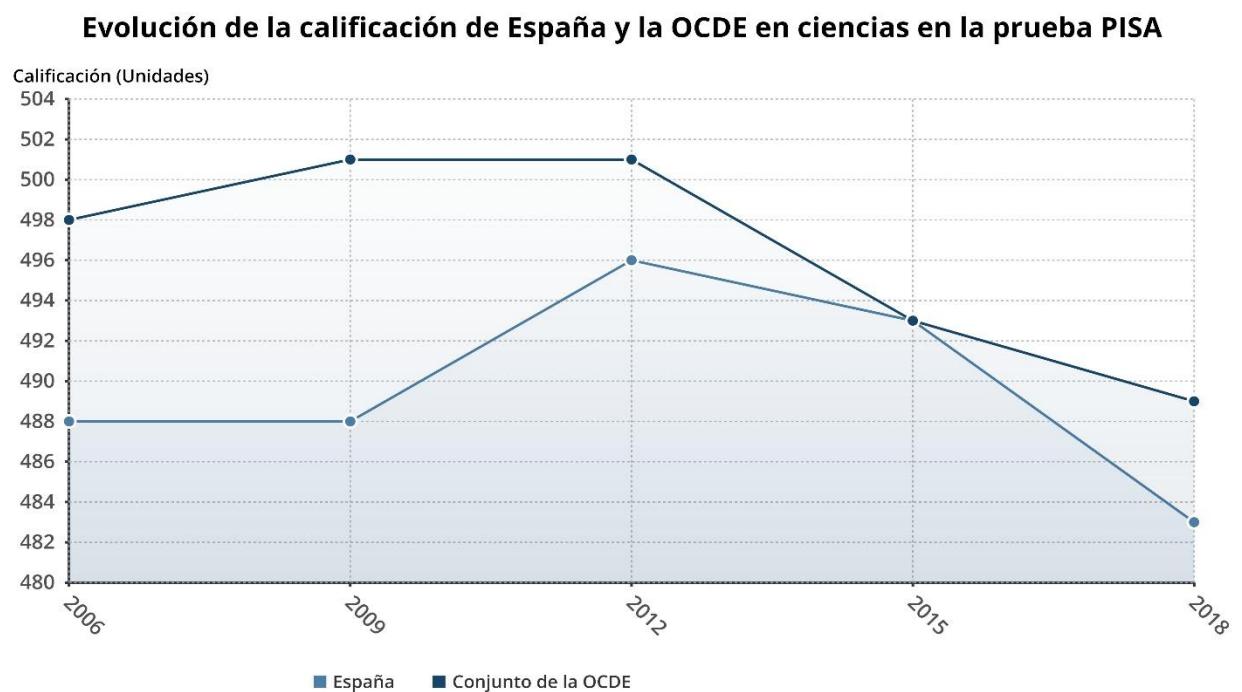
Tabla 1. Relación entre los objetivos didácticos, contenidos, criterios y estándares de evaluación.....	31
Tabla 2. Cronograma de las actividades	34
Tabla 3. Ficha de la actividad “Aprendiendo a buscar información en la red con la ingeniería genética”	37
Tabla 4. Ficha de la actividad “¿Son tan malos los alimentos transgénicos?”	39
Tabla 5. Ficha de la actividad “Ciencia VS Pseudociencia”	41
Tabla 6. Matriz DAFO para el análisis de la propuesta.....	44

1. Introducción

Si bien la ciencia y la tecnología gozan de buena reputación entre la ciudadanía, es llamativo observar cómo aún existe una clara falta de alfabetización científica en la sociedad. De acuerdo al estudio de 2018 llevado a cabo por la Fundación Española para la Ciencia y la Tecnología (FECYT), pese a que los españoles consideraban que la ciencia era necesaria para el bienestar, también confesaron que no poseían los suficientes conocimientos científicos y técnicos. Es más, este mismo estudio recogió que el 56,9% de los ciudadanos sostenían la importancia de la alfabetización científica en la población. Losada (2010, p. 43) define la alfabetización científica como “apropiación de conocimientos y habilidades básicas sobre ciencia y tecnología que permite a los ciudadanos comprender sus efectos en sus vidas, a fin de que puedan participar responsablemente en la toma de decisiones sobre los asuntos importantes en la sociedad”. Se trata de que la población adquiera una capacidad mínima de búsqueda y comprensión de la información, de tal forma que puedan juzgar por ellos mismos los problemas, riesgos, consecuencias, etc. de una práctica científica.

Sin embargo, en España los datos reflejan que aún estamos lejos de lograr esa alfabetización científica. De acuerdo con el último informe PISA publicado en 2018, los estudiantes españoles puntuaron por debajo de la media de la OCDE (489) en el ámbito de las ciencias con un resultado de 483. Se trata de una de las peores marcas obtenidas desde que se iniciaron las pruebas PISA en el año 2000. Es más, si observamos la gráfica adjunta (Figura 1), podemos comprobar cómo los alumnos de nuestro país solo fueron capaces de igualar la media de la OCDE en 2015, mientras que el resto de las veces siempre se situaron por debajo de ésta.

Figura 1. Evolución de la calificación de España en ciencias con respecto a la OCDE en la prueba PISA.



Fuente: Epdata (2020).

Estos resultados evidencian un claro problema a la hora de enseñar las ciencias en España, lo que provoca que los estudiantes no cuenten con un buen nivel académico en este aspecto. Según los barómetros de 2005 y 2014 de la Comisión Europea sobre la percepción de la ciencia y la tecnología en la sociedad y el estudio de la OCDE de 2006 sobre la evolución en el interés en la ciencia de los estudiantes, los principales problemas identificados en el aprendizaje de esta disciplina fueron la carencia en los docentes de la habilidad para transmitir los conocimientos y, sobre todo, la ausencia de un contexto que favorezca la motivación y la creatividad. Por otra parte, Rivero y Wamba (2011) identificaron otras causas a parte de las ya mencionadas, como la presencia de contenidos antiguos o que no tienen una funcionalidad directa, programas educativos sobrecargados, falta de ejercicios prácticos o experimentos, etc.

1.1. Justificación y planteamiento del problema

Tal y como se ha explicado anteriormente, hoy en día la metodología por la que se imparte el contenido científico no logra un aprendizaje significativo en el alumnado. Cuando nos centramos en ciertas disciplinas científicas como la genética, estos problemas se vuelven incluso aún más latentes. Así lo recogen González et al. (2017) en su estudio sobre la enseñanza de la herencia biológica en 4º de Educación Secundaria Obligatoria (ESO). Si bien la mayoría de los alumnos tienen unas nociones básicas antes de impartir la materia, otros muchos aún presentan un gran número de preconceptos o ideas alejadas de la ciencia. Incluso estas ideas no evolucionan o se mantienen igual después de haber explicado los contenidos.

A raíz de estos resultados, vemos la necesidad de plantear una metodología para un aprendizaje más eficaz. De hecho, la propuesta didáctica llevada a cabo por Íñiguez y Puigcerver (2013) muestra unos datos muy relevantes. Frente a un modelo tradicional en el que el estudiante debe memorizar pasivamente todos los contenidos, el estudio propuso un método constructivista en el que lo aprendido estuviera conectado con lo que el sujeto ya sabía de antes. A través de un grupo de alumnos de 4º de Educación Secundaria Obligatoria de un instituto de Barcelona, se evidenció la efectividad de dicho método. Los estudiantes fueron divididos en dos partes y a cada una se les impartió la misma asignatura con un modelo diferente. Aquellos que siguieron la propuesta constructivista modificaron sus errores conceptuales en mayor medida que los que se basaron en un método tradicional. Es más, incluso alcanzaron un conocimiento mucho más profundo.

Entre las metodologías activas, hay que destacar además las posibilidades que encierra el uso del Aprendizaje Basado en Proyectos (ABP) que, como indica Sánchez (2016), permite la adquisición de ciertos aprendizajes y destrezas en el estudiante, como la búsqueda de información, el trabajo autónomo y en equipo, la gestión del tiempo, etc.

Además, la inmensa mayoría de las veces las clases destinadas a explicar asignaturas científicas suelen carecer de un componente práctico, quedando éste relegado para dar más peso al contenido teórico. No obstante, es una realidad que las experiencias y actividades interactivas ayudan al alumnado en el desarrollo de un verdadero aprendizaje. Así, según los estudios de Ageitos et al. (2017) en cursos de 4º de ESO, al integrar prácticas sobre

experiencias cercanas a la realidad o que supongan la argumentación y el debate, los alumnos mostraron una mejor comprensión de los contenidos del bloque sobre genética y evolución.

Por todo lo expuesto anteriormente, el proyecto a presentar pretende trabajar los contenidos de genética, herencia y evolución mediante la proposición de diferentes tipos de actividades y experiencias haciendo uso de un modelo constructivista y Aprendizaje Basado en Proyectos. Además, se propone incorporar el uso de las TIC en el mismo. Son múltiples las ventajas que éstas nos ofrecen: fomentar el interés, motivar al alumno, favorecer la interacción entre grupos de trabajo, aprender a utilizar herramientas informáticas, generar espíritu de iniciativa, trabajar la competencia digital, mejorar la creatividad, promover el desarrollo de habilidades prácticas, etc. (Castro et al., 2007). Como señalan López y Morcillo (2007), las TIC tienen cada vez más presencia en nuestras vidas y por esto mismo es lógica la necesidad de incorporarlas en la docencia. Además, suponen una gran oportunidad para el desarrollo de actividades y prácticas de laboratorio, ya que existen múltiples herramientas hoy en día destinadas a suplir esa carencia en la educación. Otros trabajos como los de Piassentini y Occelli (2012) o García y Occelli (2013), destacan la utilidad de los llamados laboratorios virtuales, simulaciones que pretenden acercar al alumno a la realidad del trabajo en el laboratorio.

Finalmente, otro de los puntos que se abordarán en este trabajo será la lucha contra la pseudociencia desde las aulas a través de la educación. De hecho, y tal y como señala Jiménez (2012), los medios de comunicación juegan un papel fundamental al difundir masivamente todas estas creencias como si fueran parte del conocimiento científico, describiendo cómo esta problemática es a su vez alimentada por la forma en la que la ciencia se enseña, puesto que ésta no integra todos los aspectos filosóficos, históricos y sociales que la acompañan.

1.2. Objetivos

1.2.1. Objetivo general

El objetivo principal de este trabajo es:

- Desarrollar una propuesta didáctica para 4º de ESO con el fin de favorecer el aprendizaje de los contenidos referentes al “Bloque 1. La evolución de la vida” y acercar la cultura científica al alumnado mediante la propuesta de actividades variadas y la creación de un blog.

1.2.2. Objetivos específicos

Para lograr alcanzar el objetivo general, proponemos los siguientes objetivos específicos:

- Indagar sobre los preconceptos y los motivos por los que el contenido seleccionado entraña dificultades en los estudiantes.
- Explorar el alcance de la pseudociencia en la sociedad y su implicación en la educación para concienciar al alumnado sobre los peligros de la misma.
- Investigar sobre las alternativas para mejorar la enseñanza de estos contenidos.
- Describir y aplicar las ventajas de la realización de actividades prácticas en la enseñanza y utilizar las herramientas tecnológicas que existen hoy en día para el trabajo en el aula.

2. Marco teórico

2.1. La pseudociencia y la enseñanza académica

Es paradójico observar cómo en un mundo donde domina la tecnología y la ciencia, aún prevalece una fuerte incultura científica. Esto último es lo que da pie a la extensión de la influencia de las pseudociencias. Podemos definir la pseudociencia como “una variedad de materias basadas en prácticas, experiencias y creencias que no utilizan el método científico pero que se ostentan como ciencias” (Lifshitz, 2017, p. 439). Puede que algunas de ellas sean inofensivas, pero otras pueden traer consigo graves consecuencias para la sociedad e incluso la propia salud de la persona. Por si fuera poco, existe una tendencia generalizada a buscar información en lecturas pseudocientíficas antes que en revistas científicas.

Una de las causas a las que se le atribuye la expansión de la pseudociencia reside precisamente en las escuelas. Como señala López (2012), el objetivo de la educación no es enseñar al alumno una gran cantidad de conocimientos, sino desarrollar un sentido crítico y

una autonomía intelectual. Así podemos verlo en la encuesta realizada por Halpern (1998) a estudiantes de secundaria de Estados Unidos. Se observó que cerca del 99% presentaban creencias pseudocientíficas. Incluso el 65% indicó que había tenido una experiencia “paranormal”: telepatía, fantasmas, etc. Por tanto, como señalaban Rivero y Wamba (2011), hay una gran diferencia entre la ciencia que se enseña y la ciencia real. Así, la ciencia que se enseña se caracteriza por la presencia de contenidos antiguos o que no tienen una funcionalidad directa, programas educativos sobrecargados, falta de ejercicios prácticos o experimentos, ausencia de un contexto que la respalde, etc. En comparación, la ciencia real es el conocimiento científico obtenido de las derivaciones lógicas y del contraste con la realidad que trata de responder a los problemas cotidianos que afectan a las personas. Todos estos datos se engloban además en un contexto histórico y social que le da sentido. Esta diferencia es lo que provoca que los estudiantes no desarrollen un espíritu crítico que les permita discernir entre aquellas técnicas que se basan en la ciencia de las que no. Es decir, la escuela se centra más en la mera memorización de contenidos y hechos que en darle un sentido y una utilidad a ese conocimiento.

Así, la escuela se encuentra ante un importante reto: proporcionar al alumnado una formación científica básica que le otorgue una visión crítica que le permita desenvolverse y cuestionarse lo que se presenta como “verídico”. Con este fin, es necesario, como plantean Rivero y Wamba (2011), el uso de nuevos materiales de trabajo, fomentar el pensamiento crítico, tratar temas de diversa índole, usar un modelo constructivista, etc. Otros autores, como Martin (1994), proponen un modelo educativo destinado a desarrollar una actitud escéptica hacia la pseudociencia. Dicho modelo incluía examinar casos históricos de pseudociencia frente a la ciencia real, análisis de artículos de investigación, trabajo de laboratorio, recolectar recortes de noticias sobre pseudociencia y debatirlas en clase, dar a conocer la metodología científica, etc.

Podemos resaltar de todo lo expuesto anteriormente que actualmente hay una gran influencia por parte de la pseudociencia en la sociedad, lo que puede traer consigo consecuencias nefastas. Por ello es esencial replantear qué educación estamos aportando a nuestros discentes. Debemos formarles para ser críticos y autónomos, capaces de analizar un artículo y esclarecer si tiene una base científica o no. Por eso mismo necesitamos nuevas metodologías y modelos de enseñanza.

2.2. Conocimientos de la sociedad sobre genética y su tratamiento en los medios

Los grandes avances alcanzados en las sociedades humanas son, sin duda, gracias a los desarrollos tecnológicos y científicos que han tenido lugar a lo largo de las últimas décadas. Si hablamos particularmente de la genética y la ingeniería genética, éstas han sufrido un importante avance desde la segunda mitad del siglo XX. Dichos avances han tenido un efecto directo en la sociedad, hasta el punto de que términos como ADN o evolución ya forman parte del vocabulario cotidiano. Por supuesto, los niños y jóvenes no son ajenos a esta realidad, ya que ellos también se ven envueltos en todos estos conceptos.

Los estudiantes se forman una serie de ideas preconcebidas a raíz de lo que experimentan y ven, así como a través de los medios de comunicación. De hecho, éstos últimos juegan un papel esencial en este proceso. Conceptos como “ADN” o “mutación” son usados a menudo en telediarios y otros tipos de programas, de tal modo que son capaces de llegar a una gran cantidad de televidentes. No obstante, no siempre se transmite la información de manera científicamente correcta, lo que al final acaba creando una falsa impresión de la ciencia de la genética. Esto, en el futuro, conlleva profundas dificultades para su aprendizaje.

Por otro lado, también es interesante mencionar el trabajo de Abril (2010), en el cual también se analizaron el impacto que tenía el cine en la concepción de la genética. Así, se examinaron películas como “La isla”, “Parque jurásico”, “X-Men” y “El sexto día”. En dicho estudio se observó que conceptos como “mutación”, “evolución”, “clonación” y “ADN” se presentaban completamente distorsionados de la realidad. Por ejemplo, se asociaba “mutación” a la “adquisición de superpoderes” y a “mutantes rechazados socialmente”. Además, ni siquiera se relacionaba con modificaciones en el ADN.

Otros trabajos de Abril (2010) recogen además que, antes de acceder a la educación secundaria, muchos estudiantes de ESO ya tienen una serie de ideas previas con respecto a esta ciencia. Por tanto, vemos que los alumnos ya han tenido contacto con la biología evolutiva mucho antes de comenzar la educación formal. Así mismo se detectó que precisamente el origen de estas ideas procedía de los medios de comunicación y de la industria del cine.

El principal problema que se genera a raíz de esto es que las preconcepciones que se crean se acaban convirtiendo en una fuerte barrera para adquirir los conocimientos correctos. Así, el estudiante acaba usando de manera natural aquellos conceptos que obtuvieron por la mera influencia de la cultura audiovisual.

Por todo ello se hace necesario el desarrollo de un método didáctico que aborde estos problemas. Hay que tener en cuenta que los alumnos, en el futuro, tendrán que estar preparados para comprender esta ciencia y tomar decisiones al respecto.

2.3. La problemática de los alumnos para comprender la herencia biológica

Como ya se mencionó previamente, trabajos como los de Ayuso y Banet (2002), Íñiguez y Puigcerver (2013) y González et al. (2017) muestran cómo los estudiantes de educación secundaria poseen múltiples preconceptos en cuanto a la herencia biológica se refiere. Hay que tener en cuenta que cuando un estudiante afronta el aprendizaje de nuevos conocimientos, no parte totalmente desde el desconocimiento de estos. Los alumnos reciben constantemente información desde otras fuentes, como los medios de comunicación (tal y como se ha comentado anteriormente), y van construyendo sus propios conceptos, que en la mayoría de los casos no suelen coincidir con la realidad científica. Caballero (2008) resalta la importancia de este fenómeno, pues los preconceptos acaban arraigándose profundamente en el discente y dificulta el aprendizaje posterior.

Cuando hablamos de la genética, estos problemas se acentúan mucho más. Creencias populares, la cultura audiovisual, confusiones a la hora de interpretar la terminología específica, las dificultades para comprender la evolución a nivel genético, la incapacidad para resolver problemas prácticos, etc. todo ello hace de la enseñanza de esta disciplina particularmente más complicada. Así mismo, estudios como el de Corbacho y De Pro (2009) reflejan que, por lo general, los docentes suelen basarse en el estudio de casos de plantas y animales en vez de seres humanos y en la transmisión tradicional de un contenido puramente teórico. Todo ello provoca que el alumno simplemente reproduzca estos conceptos sin que pueda comprender o aplicar lo que ha estudiado.

Es interesante mencionar el trabajo de Chavarría et al. (2012). De acuerdo con los resultados que obtuvieron a raíz de numerosas entrevistas con docentes de distintos

colegios, muchos coincidieron en que no contaban con el tiempo suficiente para aplicar técnicas novedosas para enseñar la herencia biológica, a pesar de considerarlas necesarias. Por ello, apostaban por métodos tradicionales, usando la pizarra o fotocopias que reforzaban lo explicado. Por tanto, predominaba un modelo de transmisión-recepción: el profesor impartía una clase magistral mientras el alumno solo debía memorizar y repetir lo explicado.

Chavarría et al. (2012) también evidenciaron una discordancia entre los temas que los alumnos y docentes consideraban complicados, lo que al final derivaba en que no se atendieran correctamente las demandas de los estudiantes. Finalmente, recogían en su trabajo un hecho particularmente llamativo: muchos profesores confundían “estilos de aprendizaje” con “estilos de enseñanza”. Es importante aclarar que el primer concepto se refiere a las características cognitivas propias de cada alumno que condicionan su aprendizaje, tal y como se describe en la Teoría de los Estilos de Aprendizaje; ésta es un pilar básico para reflexionar y analizar el trabajo docente con el fin de llegar a todos los alumnos, por lo que su desconocimiento entre el cuerpo de profesores es especialmente revelador. La segunda explica la forma y el método que el profesorado tiene de impartir su asignatura.

Podemos extraer de todo esto que los principales problemas en el aprendizaje de la genética son los errores conceptuales que poseen los estudiantes, la influencia de la cultura audiovisual en estos preconceptos y la propia metodología docente, que no satisface adecuadamente las necesidades de los alumnos.

Una de las metodologías recomendadas para fomentar la investigación y el pensamiento crítico y, con ello, luchar contra la pseudociencia, es tal y como recoge Sánchez (2016), el Aprendizaje Basado en Proyectos, al cual le dedicaremos el siguiente apartado.

2.4. Aprendizaje Basado en Proyectos y el modelo constructivista

Entre las metodologías más relevantes en los últimos años para el aprendizaje de las ciencias podemos encontrar el Aprendizaje Basado en Proyectos, también conocido como ABP, el cual ha ido ganando una gran popularidad en los últimos años. Esto se debe principalmente al amplio consenso que existe actualmente sobre su utilidad para mejorar el aprendizaje de los alumnos y adquirir destrezas como la búsqueda de información, el trabajo

individual y en equipo, la gestión del tiempo, etc. Según Sánchez (2016, p. 1), podemos definir el ABP como “un conjunto de tareas basadas en la resolución de preguntas o problemas a través de la implicación del alumno en procesos de investigación de manera relativamente autónoma que culmina con un producto final presentado ante los demás”. Lo que se pretende, por tanto, es que el estudiante pueda aplicar los conocimientos adquiridos sobre un tema concreto y resolver problemas de la vida real.

Comparado con otras metodologías, el rol principal reside en este caso en los discentes. Deben pensar en una solución a un problema concreto, hacerse preguntas, compartir y debatir ideas, diseñar un plan, investigar, recolectar información, sacar unas conclusiones y exponer el resultado de su trabajo al resto de sus compañeros. El docente, por su parte, debe actuar como un guía durante todo el proceso, orientando al estudiante cuando lo necesite y buscando siempre el equilibrio entre las habilidades con las que cuenta el alumno y el reto al que se enfrenta. Además, debe velar por crear un ambiente adecuado para el aprendizaje, modificando los espacios, detectando los problemas y dándoles una solución, etc. (Martí et al., 2010).

Sánchez (2016) recopila una serie de características que debe tener el profesor que quiera implantar el ABP: conocer la metodología, saber manejar bien el grupo clase, coordinar la evaluación, motivar y reforzar al alumnado, facilitar pistas, ser flexible con el pensamiento críticos de los discentes, utilizar el método científico y atender a todas las necesidades de los estudiantes.

Martí et al. (2010) recopilan algunas ventajas de utilizar el Aprendizaje Basado en Proyectos:

- Permite el desarrollo de competencias.
- Aumenta el nivel de conocimientos y habilidades en una disciplina o una habilidad.
- Fomenta las habilidades para la investigación.
- Incrementa la capacidad de análisis y síntesis.
- Ayuda a aplicar los conocimientos y habilidades del alumno en una tarea desafiante.
- Promueve el uso de las TIC y de las tecnologías de la información.
- Impulsa el aprendizaje sobre cómo evaluar y coevaluar.
- Alienta al compromiso con otros compañeros y profesores.

Sánchez (2016) también contempla otras ventajas:

- Mejora la satisfacción con el aprendizaje.
- Prepara mejor a los estudiantes para afrontar situaciones reales que probablemente encontrarán en su futuro laboral.
- Favorece el trabajo en equipo, mejorando las relaciones con el docente y sus compañeros.
- Alienta el esfuerzo, la motivación e interés.
- Aprenden a hacer exposiciones y presentaciones.
- Profundizan los conceptos, ayudando a conectar asignaturas entre sí.
- Genera menos estrés en los estudiantes al facilitar la comprensión de las asignaturas.
- Detectan antes los errores.

No obstante, también se han descrito una serie de inconvenientes a la hora de implantarlo (Sánchez, 2016). Por un lado, los alumnos manifestaron tener dificultades a la hora de formular preguntas científicamente significativas, gestionar el tiempo, transformar la información en conocimiento y desarrollar argumentos lógicos que sostengan sus ideas. Por otro lado, los profesores expresaron que el ABP suponía una elevada carga de trabajo y dificultad para evaluar y organizar la diversidad de proyectos, a lo que se le sumaba la falta de tiempo, problemas para usar las TIC y conflictos para manejar la clase.

Relacionado con el Aprendizaje Basado en Proyectos, podemos hablar del modelo constructivista. Carretero (1997, p. 46) lo define como:

La idea que mantiene que el individuo —tanto en los aspectos cognitivos y sociales del comportamiento como en los afectivos— no es un mero producto del ambiente ni un simple resultado de sus disposiciones internas, sino una construcción propia que se va produciendo día a día como resultado de la interacción entre esos dos factores.

Lo que esto implica es que los seres humanos no obtienen el conocimiento por mera repetición memorística o por recepción pasiva, sino que debe ser “construida” desde los cimientos del individuo. Como expone Tünnermann (2011), el constructivismo supone un proceso de elaboración interna en el que los nuevos contenidos se relacionan y conectan con lo que el estudiante ya sabía de antes, dándoles un sentido. Así mismo, también conlleva

una reorganización de los esquemas internos cuando los conceptos obsoletos deben ser “sustituidos” por otros nuevos que satisfagan las preguntas a las que deben dar respuesta.

En el ABP, el estudiante debe investigar y encontrar nuevos conocimientos que tendrá que entender y hacer suyos. Por tanto, no es un sujeto pasivo, sino que es el protagonista de su propio aprendizaje.

Mencionar que existen otras metodologías basadas en el modelo constructivista y que han demostrado ser útiles para el aprendizaje de las ciencias. Por ejemplo, el estudio de Oliveras y Sanmartí (2009) sobre la lectura crítica. Leer supone comprender un texto y posicionarse con respecto a lo que su autor defiende. En el caso de los artículos científicos, esto puede entrañar una especial dificultad por los contenidos que se trabajan. Por ello, es esencial cultivar la lectura y entendimiento de textos científicos para que el alumno desarrolle un espíritu crítico y forme sus propias ideas y opiniones. En el estudio de Oliveras y Sanmartí (2009) se seleccionaron textos que trataban contenidos del currículum de ESO de física y química. Los alumnos no solo debían leerlos, sino también realizar unas actividades asociadas. Si bien se detectaron algunas dificultades, como la tendencia del alumnado a asumir que la información aportada era siempre correcta, muchos mostraron una mejoría en la capacidad argumentativa. Al tener que redactar y explicar sus respuestas, aprendieron a organizar y transmitir sus ideas. Se registraron, por tanto, mayores habilidades de expresión escrita y oral.

Otro estudio interesante basado en el modelo constructivista es el de Guisasola et al. (2007), en el que observaron que las visitas a museos y otros centros de interés educativo tenían mejoras significativas en el aprendizaje. Este enfoque se basa esencialmente en considerar el contexto como parte del proceso de enseñanza. Guisasola et al. (2007) recopilaron todos los datos existentes sobre los beneficios de las excursiones, llegando a la conclusión de que se mejoraba el interés hacia la ciencia e incluso permitía el aprendizaje cognitivo en determinadas situaciones. Estos resultados resaltaban además la importancia de diseñar y programar adecuadamente las visitas para que su eficacia fuera mayor.

Por todo lo explicado en este apartado, en este proyecto apostaremos por un Aprendizaje Basado en Proyectos y un modelo constructivista para fomentar un aprendizaje significativo en el estudio de la genética.

2.5. Aplicando el ABP en el aula

Si bien no existe una única manera de trasladar el Aprendizaje Basado en Proyectos a la práctica, a lo largo de los años se han descrito varias formas y estrategias para llevarlo a cabo. En este proyecto nos hemos basado principalmente en las metodologías de Piedad (2013) y Hernando (2015). En un esquema general, los pasos serían los siguientes:

- **Presentar el problema:** el docente plantea al alumno una problemática relacionada con el mundo real: puede ser un artículo de investigación o un tema de debate de la sociedad actual. Normalmente, el estudiante no posee los conocimientos necesarios para resolverlo, por lo que en pasos posteriores tendrá que buscar la información según va aprendiendo. Sin embargo, en algunas situaciones se puede realizar una breve introducción teórica al caso.
- **Formación de los equipos de trabajo:** los estudiantes se dividen en grupos de número variable. Si bien existe la posibilidad de que ellos mismos los formen, se recomienda que sea el docente quien lo haga para fomentar equipos variados y heterogéneos. Algunos modelos sugieren atribuir un rol a cada miembro o que cada uno se encargue de una tarea específica.
- **Organización y planificación:** los alumnos se dividen el trabajo y se organizan para encontrar una respuesta óptima al problema planteado.
- **Búsqueda y recopilación de información:** finalmente, los estudiantes tendrán que indagar en internet y otras fuentes bibliográficas para recopilar la información requerida. En algunos modelos incluso se incluyen las entrevistas a expertos, estudios de campo y experimentos. A medida que investigan por sí mismos, van adquiriendo nuevos conocimientos de manera autónoma.
- **Análisis y síntesis:** una vez concluida la investigación, cada miembro del grupo tendrá que poner en común toda la información obtenida y desarrollar conjuntamente una respuesta al problema inicial.
- **Presentación del proyecto:** cada grupo decidirá cómo transmitirá la información recopilada y analizada: una presentación, un informe, una maqueta, etc.
- **Respuesta colectiva y debate:** una vez se hayan expuesto todos los trabajos, entre los grupos tendrán que llegar a una respuesta en común o a varias

conclusiones. Se tratará de fomentar el debate y la participación entre todos los estudiantes.

- **Evaluación y autoevaluación:** aunque existen múltiples herramientas de evaluación, lo más habitual es optar por una coevaluación para que los estudiantes se puedan valorar entre ellos. También se recomienda incluir una autoevaluación para que desarrollen un espíritu de autocrítica y reflexión sobre los propios errores y aciertos.

2.6. Las TIC aplicadas en el Aprendizaje Basado en Proyectos.

Actualmente existe una gran urgencia para la implementación de las TIC en la práctica pedagógica. Es indudable la mella que los nuevos avances han hecho en nuestras vidas. Por ello, es esencial considerar su potencialidad, ya no solo como herramienta educativa, sino también para preparar a una generación que se encuentra inmersa de lleno en la era digital (López y Morcillo, 2007).

Como exponen Martí et al. (2010), las TIC no son solo una herramienta para el aprendizaje individual, pues existen múltiples aplicaciones e interfaces para el trabajo grupal y la creación conjunta de conocimiento. Además, contamos con un amplio catálogo para el desarrollo de actividades e incluso prácticas de laboratorio (mediante el uso de laboratorios virtuales) con el único fin de favorecer el aprendizaje (Piassentini y Occelli, 2012).

Mediante el Aprendizaje Basado en Proyecto podemos fácilmente implementar el uso de las TIC, ya que para el proceso de investigación las nuevas tecnologías son una fuente importante de información. Así, los alumnos pueden aprender a resolver y realizar tareas apoyándose en el buen uso de las herramientas informáticas (Martí et al., 2010).

Castro et al. (2007) describen las múltiples ventajas de implementar las TIC en la educación: fomentan el interés, motivan al alumno, favorecen la interacción entre grupos de trabajo, aprenden a utilizar herramientas informáticas, generan espíritu de iniciativa, trabajan la competencia digital, mejoran la creatividad, promueven el desarrollo de habilidades prácticas, etc.

No obstante, también existe una serie de inconvenientes. Por ejemplo, muchas escuelas no cuentan con el soporte técnico necesario. Además, algunos docentes consideran

que el estudiante primero debe aprender a usar las TIC antes de implementarlas en el ABP. Sin embargo, Martí et al. (2010) sostienen que precisamente a partir de un conocimiento básico de informática, el estudiante puede aprender a usarlas según avanza su proyecto. Otra desventaja mencionada es el hecho de que muchos profesores consideran que ellos mismos deberían dominar primero las herramientas computacionales antes de exigirle a sus estudiantes que ellos mismos lo hagan. Ante esto, Martí et al. (2010) han evidenciado que los docentes consiguen aprender a usar las TIC a medida que también lo hacen sus estudiantes.

Entre las distintas TIC que podemos utilizar para favorecer el aprendizaje, los blogs emergen como una herramienta útil desde la que pueden trabajarse simultáneamente varias competencias de interés. Monzón (2010, p. 82) lo define como “una bitácora (o diario) publicada en la web: se trata de sitios web donde se recopilan cronológicamente mensajes de uno o varios autores sobre una determinada temática a modo de diario personal”. Constituyen un recurso muy práctico y aplicable en el aula, ya que es fácil de manejar y muy económico, hasta el punto de que existen opciones gratuitas. Además, no es necesario tener grandes conocimientos de informática y permite publicar todo tipo de mensajes, archivos y recursos audiovisuales. Ni siquiera requiere de otros programas auxiliares para funcionar (Monzón, 2010).

Aznar y Soto (2010) recogen las diferentes formas con las que se puede trabajar con un blog:

- Solo los alumnos pueden hacer uso de él, lo que los convierte en los principales protagonistas al tener que publicar sus propias ideas, resultados de trabajos, etc.
- Solo el profesor usa el blog y él se encarga de filtrar y publicar los contenidos, actividades, recursos, etc. necesarios para el trabajo de la asignatura.
- Alumnos y profesores colaboran en su creación, aportando desde ambos lados sus propias ideas.
- Como una herramienta de comunicación e intercambio entre profesores. El docente muestra su trabajo, no solo a sus alumnos, sino también a otros compañeros de profesión para inspirarles en la aplicación de estrategias innovadoras.

- Como un proyecto de intercambio entre alumnos de diferentes centros, incluso del extranjero. En este caso funcionaría como un intercambio cultural de experiencias o para aprender un idioma nuevo.

Como podemos ver, el blog es instrumento muy versátil, ya que nos ofrece múltiples posibilidades en función de cómo queramos plantear el trabajo en el aula.

Aznar y Soto (2010) también recogen las ventajas del blog como herramienta TIC:

- Es un instrumento de apoyo a la docencia, pues podemos publicar material complementario o ampliar los contenidos con todo tipo de recursos audiovisuales.
- Facilita el aprendizaje puesto que permite subir actividades de repaso y de refuerzo que luego los alumnos pueden entregar en clase o directamente vía *online*.
- Permite el trabajo cooperativo entre los estudiantes.
- Actúa como un “mural” donde podemos dar a conocer el trabajo de nuestros alumnos.
- Es un portal donde se pueden entregar las calificaciones de las diferentes actividades al discente.
- Fomenta el interés y la motivación a través de la divulgación de noticias científicas, lecturas recomendadas, etc.
- Alienta al espíritu crítico y a la reflexión, pues el estudiante lee y juzga por sí mismo la información que se publica o que va a publicar.
- Permite el intercambio de impresiones y recursos entre docentes y alumnos.
- Es una forma de desarrollar la competencia digital.

No obstante, y haciendo referencia al trabajo de Monzón (2010), el blog también tiene algunos inconvenientes. Este mismo autor realizó un estudio sobre un grupo de estudiantes de la asignatura de ética, en el que debían trabajar los contenidos mediante entradas en un blog. Se detectó que muchos alumnos no publicaban material de forma diaria y constante, sino que todas las intervenciones se acumulaban en un único día y normalmente cuando quedaba poco para la fecha límite. Además, la participación también fue bastante escasa. No obstante, es importante remarcar que según avanzó el tiempo estos problemas fueron resolviéndose. Sin embargo, algunos alumnos persistieron en su falta de motivación, lo que se atribuyó a dificultades en su rendimiento académico. Otros

inconvenientes registrados fueron la falta de intercambio de opiniones entre los alumnos y una mala redacción y ortografía.

Monzón (2010) detectó, por otro lado, una mejora en la capacidad argumentativa de los estudiantes. Igualmente, muchos de los problemas recopilados se solventaron con el tiempo según la metodología se fue mejorando. Este mismo autor concluye en su trabajo que muchos de los inconvenientes encontrados se debieron principalmente a que los alumnos no estaban acostumbrados a esa forma de trabajo, puesto que venían de un sistema tradicional de enseñanza. Sin embargo, éstas se fueron solucionando según se adaptó la metodología y los estudiantes se acostumbraron. Por tanto, vemos cómo la tecnología puede ser útil en el aula, pero debemos ser cautos y acomodarla correctamente, haciendo todos los cambios necesarios y revisando constantemente las estrategias a seguir.

Como docentes, debemos enseñar a nuestros alumnos todas las posibilidades y utilidades que nos ofrecen las TIC, haciendo especial hincapié en el uso responsable de las mismas.

3. Propuesta de intervención

3.1. Presentación de la propuesta

Presentamos a continuación una propuesta de intervención para favorecer el aprendizaje de las ciencias, concretamente el estudio de la genética. Esta temática es motivo de interés aparte ya que la herencia biológica suele provocar en el alumnado una serie de problemas para su comprensión y por ello, es necesario apostar por otro tipo de metodologías, como la constructivista. El proyecto que aquí presentamos está destinado para el curso de 4º de ESO, con el objeto de trabajar los contenidos que, de acuerdo con la legislación correspondiente a la Comunidad de Madrid, corresponderían al “Bloque 1. La evolución de la vida”. Mediante el Aprendizaje Basado en Proyectos, se propone a los estudiantes una serie variada de actividades y experiencias que deberán compartir en dicha plataforma.

Del mismo modo, consideramos esencial incluir las TIC como parte del proyecto mediante la creación de un blog virtual que pueda ser compartido entre todos los estudiantes. La razón por la cual nos decantamos por el blog como herramienta TIC principal es por su uso fácil e intuitivo, su versatilidad y su capacidad para permitir múltiples opciones con muy pocos recursos.

Se detallará la contextualización de la propuesta, los objetivos que perseguiremos, las competencias y contenidos que trabajaremos, el cronograma en el que nos basaremos para la organización de las actividades y su correspondiente evaluación y los recursos necesarios para llevar a cabo dicha propuesta.

3.2. Contextualización de la propuesta

3.2.1. Características del centro

El centro donde se desarrollará la propuesta será un colegio de gestión privada, situado en el barrio de Las Rozas, Madrid. Este municipio se caracteriza por ser una de las ciudades con mayor renta per cápita. Además, ha experimentado un fuerte aumento de la población en los últimos años, lo que ha favorecido su impulso comercial y de ocio (Ayuntamiento España, 2019). Así mismo, según datos del Instituto Nacional de Estadística

Propuesta de intervención para mejorar el aprendizaje de la genética mediante ABP y blog colaborativo (2019), Las Rozas registra la mayor proporción de habitantes con un nivel educativo superior (diplomado universitario).

El centro educativo apuesta por el Aprendizaje Basado en Proyectos, motivo por el cual ha sido elegido para implantar esta propuesta. Así mismo, está provisto de su propia red wifi y de un aula de informática, requisito esencial para el desarrollo de las actividades planteadas.

3.2.2. Características del alumnado

Estamos en una clase de 4º de ESO, conformada por un total de doce alumnos. Todos proceden de una situación económica bastante buena y sus padres tienen un alto nivel académico. No obstante, debemos tener en cuenta las características individuales de cada uno. Así, se ha visto que hay estudiantes más participativos mientras que otros tienden a estar relegados. Ante esta situación, se hará uso de grupos colaborativos en los que puedan influenciarse mutuamente.

Hay que mencionar la presencia de un alumno que requiere una adaptación curricular no significativa por una discapacidad visual leve. Por tanto, debemos adaptar los recursos, materiales, metodología y evaluación para que pueda hacer uso de ellos. Esto se tratará en el apartado de atención a la diversidad.

3.2.3. Marco legislativo

Dado que este proyecto está destinado a un grupo de 4º de ESO de la Comunidad de Madrid, trabajaremos bajo el marco legal del Real Decreto 1105/2014, de 26 de diciembre, por el que se establece el currículo básico de la Enseñanza Secundaria Obligatoria y Bachillerato; y del Decreto 48/2015, de 14 de mayo, del Consejo de Gobierno, por el que se establece para la Comunidad de Madrid el currículo de la Educación Secundaria Obligatoria. Otras normas vigentes a tener en cuenta incluyen la Ley Orgánica 2/2006, de 3 de mayo, de Educación (LOE), modificada por la Ley Orgánica 8/2013, de 9 de diciembre, para la mejora de la calidad educativa (LOMCE); y la Orden ECD/65/2015, de 21 de enero, por la que se describen las relaciones entre las competencias, los contenidos y los criterios de evaluación de Educación Primaria, la Educación Secundaria Obligatoria y el Bachillerato.

3.3. Intervención en el aula

3.3.1. Objetivos

Los objetivos de etapa, establecidos por el Decreto 48/2015, de 14 de mayo, del Consejo de Gobierno, para la Comunidad de Madrid, que perseguimos en este proyecto vienen recogidos en el Anexo I. A continuación, se especifican los que se pretenden lograr con la propuesta:

- a) Asumir responsablemente sus deberes, conocer y ejercer sus derechos en el respeto a los demás, practicar la tolerancia, la cooperación y la solidaridad entre las personas y grupos, ejercitarse en el diálogo afianzando los derechos humanos y la igualdad de trato y de oportunidades entre mujeres y hombres, como valores comunes de una sociedad plural y prepararse para el ejercicio de la ciudadanía democrática.
- b) Desarrollar y consolidar hábitos de disciplina, estudio y trabajo individual y en equipo como condición necesaria para una realización eficaz de las tareas del aprendizaje y como medio de desarrollo personal.
- c) Valorar y respetar la diferencia de sexos y la igualdad de derechos y oportunidades entre ellos. Rechazar la discriminación de las personas por razón de sexo o por cualquier otra condición o circunstancia personal o social. Rechazar los estereotipos que supongan discriminación entre hombres y mujeres, así como cualquier manifestación de violencia contra la mujer.
- d) Fortalecer sus capacidades afectivas en todos los ámbitos de la personalidad y en sus relaciones con los demás, así como rechazar la violencia, los prejuicios de cualquier tipo, los comportamientos sexistas y resolver pacíficamente los conflictos.
- e) Desarrollar destrezas básicas en la utilización de las fuentes de información para, con sentido crítico, adquirir nuevos conocimientos. Adquirir una preparación básica en el campo de las tecnologías, especialmente las de la información y la comunicación.
- f) Concebir el conocimiento científico como un saber integrado, que se estructura en distintas disciplinas, así como conocer y aplicar los métodos para identificar los problemas en los diversos campos del conocimiento y de la experiencia.

g) Desarrollar el espíritu emprendedor y la confianza en sí mismo, la participación, el sentido crítico, la iniciativa personal y la capacidad para aprender a aprender, planificar, tomar decisiones y asumir responsabilidades.

h) Comprender y expresar con corrección, oralmente y por escrito, en la lengua castellana textos y mensajes complejos, e iniciarse en el conocimiento, la lectura y el estudio de la literatura.

Por otra parte, los objetivos específicos (OE) que buscamos alcanzar en esta propuesta son los siguientes:

- **OE1.** Realizar búsquedas bibliográficas y juzgar la información expuesta en los artículos tanto de carácter científico como pseudocientífico.
- **OE2.** Reflexionar acerca de las diferentes técnicas sobre ingeniería genética, su aplicabilidad, sus ventajas y sus inconvenientes y valorar su importancia en la ciencia y en la sociedad.
- **OE3.** Discutir las ventajas y los inconvenientes de los alimentos transgénicos, así como las controversias a su alrededor y determinar si son perjudiciales para los seres humanos.
- **OE4.** Examinar distintas técnicas pseudocientíficas de libre elección por parte del alumnado, desde diferentes puntos de vista y verificar las bases en las que se asientan, así como su tratamiento en los medios.
- **OE5.** Ilustrar los artículos, noticias y otros medios audiovisuales consultados mediante la creación de un blog y establecer una vía de comunicación entre compañeros y con el propio docente.

3.3.2. Competencias

A continuación, detallamos las competencias que trabajaremos a través de este proyecto:

- **Competencia en comunicación lingüística (CCL):** por el propio carácter científico de los contenidos a tratar, este proyecto favorece el conocimiento del lenguaje técnico de la ciencia. Así mismo, se fomentará la lectura de artículos científicos y su análisis

Propuesta de intervención para mejorar el aprendizaje de la genética mediante ABP y blog colaborativo crítico. También se han programado diferentes debates y exposiciones para favorecer la expresión oral.

- **Competencia matemática y competencias básicas en ciencia y tecnología (CMCT):** por la naturaleza de los contenidos que tratamos, introducimos al alumno en el mundo de la ciencia. Así mismo, las actividades relativas a ingeniería genética y los alimentos transgénicos suponen combinar conocimientos de biología y tecnología. Por otro lado, los alumnos podrían seleccionar artículos científicos que incluyan gráficas y tablas, por lo que deberán interpretar los datos resultados, trabajando así esta competencia.
- **Competencia digital (CD):** el uso de las TIC para la búsqueda, selección, procesamiento y presentación de información es un proceso básico en el trabajo científico. En este proyecto incluimos la búsqueda bibliográfica de artículos científicos e información a través de la red, así como la creación de un blog virtual.
- **Competencia para aprender a aprender (CPAA):** para construir el conocimiento científico es indispensable que el alumno sea consciente de lo que conoce y desconoce y de su proceso de aprendizaje. Por ello, tratamos de estimular su capacidad para regular el propio aprendizaje y el interés por seguir aprendiendo a lo largo de su vida mediante las actividades programadas. Así, hemos incluido metodologías en las que el estudiante deba buscar los contenidos, comprenderlos e integrarlos, de tal forma que luego tendrá que contrastarlo y debatirlo con las opiniones de otros compañeros.
- **Competencias sociales y cívicas (CSC):** el uso del ABP supone que el estudiante deba cooperar con sus compañeros para llegar a una respuesta conjunta. Además, se propone el trabajo en grupo en todas las actividades y debates en clase.
- **Competencia en sentido de iniciativa y espíritu emprendedor (SIEE):** el alumno debe ser capaz de idear un proyecto, planteándose unos objetivos, gestionando el tiempo y siguiendo una línea de trabajo constante. Tiene que mostrar autonomía e interés en su aprendizaje, esforzándose por alcanzar sus metas. El proyecto ideado propone el trabajo activo del estudiante, siendo el eje principal para que las actividades tengan sentido.

- **Competencia en conciencia y expresiones culturales (CEC):** la ciencia ha ayudado a construir un mundo de tecnología y conocimiento que, irremediablemente, ya es parte de la sociedad y la cultura que le rodea. Las actividades propuestas también pretenden reflejar esa conexión entre avance y bienestar social al asociar la biotecnología con avances beneficiosos para el ser humano. Del mismo modo, se cultiva el pensamiento crítico al tener que juzgar los posibles inconvenientes que una técnica puede entrañar.

3.3.3. Contenidos

Los contenidos a tratar y su relación con los criterios y estándares de aprendizaje evaluables se encuentran recogidos en el Anexo II. Estos corresponden a lo especificado en la legislación ya nombrada anteriormente.

La relación entre los objetivos específicos, los contenidos, los criterios de evaluación y los estándares de aprendizaje evaluables se presenta en la Tabla 1.

Tabla 1. Relación entre los objetivos didácticos, los contenidos, los criterios y los estándares de evaluación.

OBJETIVOS	CONTENIDOS	CRITERIOS DE EVALUACIÓN	ESTÁNDARES DE EVALUACIÓN
a), b), e), f), g), h) OE1, OE2, OE5	<u>C1.</u> Ingeniería Genética: técnicas y aplicaciones.	<p>1. Identificar las técnicas de la Ingeniería Genética: ADN recombinante y PCR.</p> <p>2. Reconocer las aplicaciones de la Ingeniería Genética: OMG (organismos modificados genéticamente).</p>	<p>1.1. Diferencia técnicas de trabajo en ingeniería genética.</p> <p>2.1. Analiza las implicaciones éticas, sociales y medioambientales de la Ingeniería Genética.</p>
a), b), c), d), e), g), h) OE3, OE5	<u>C2.</u> Biotecnología.	3. Valorar las aplicaciones de la tecnología del ADN recombinante en la agricultura, la ganadería, el medio ambiente y la salud.	3.1. Interpreta críticamente las consecuencias de los avances actuales en el campo de la biotecnología.
a), b), c), d), e), g), h) OE4, OE5	<u>C3.</u> Bioética.	4. Reconocer las aplicaciones de la Ingeniería Genética: OMG (organismos modificados genéticamente).	4.1. Analiza las implicaciones éticas, sociales y medioambientales de la Ingeniería Genética.

3.3.4. Metodología

Para poner en práctica la metodología elegida para este proyecto tendremos en cuenta las explicaciones del marco teórico que las sustentan y las estrategias de Piedad (2013) y Hernando (2015) para aplicar el Aprendizaje Basado en Proyectos en el aula. Así, trabajamos principalmente mediante ABP, cuya base se asienta en el modelo constructivista. El ABP aboga por el trabajo de investigación para la búsqueda conjunta de una solución a un problema que permite, entre otras cosas, el desarrollo de habilidades de investigación, la adquisición de conocimientos, el trabajo de competencias, etc. Así mismo, otro pilar fundamental del proyecto es la creación de un blog virtual que pueda ser consultado, no solo por los alumnos de clase, sino por todo el centro en su conjunto. De esta forma, se pretende transmitir de forma amena y divulgativa cómo la ciencia puede ser interesante y accesible para todo el mundo. También emplearemos la lectura crítica de artículos como forma de desarrollar la capacidad de comprensión y reflexión de la información extraída de un texto. Así mismo, incluimos una visita programada al Museo Nacional de Ciencia y Tecnología de Alcobendas como una experiencia para conectar la teoría con la realidad. Además, de acuerdo con su página web, la entidad cuenta con visitas guiadas y un taller sobre genética para alumnos de secundaria (Museo Nacional de Ciencia y Tecnología de Alcobendas, 2020).

Para el desarrollo de las actividades y de la metodología seleccionada, los alumnos se dividirán en cuatro grupos, cada uno de tres estudiantes, para llevar a cabo el trabajo colaborativo.

Por tanto, en la propuesta se utilizarán las siguientes metodologías fundamentalmente: ABP, blog virtual colaborativo, lectura crítica de artículos científicos y visita al Museo Nacional de Ciencia y Tecnología de Alcobendas. Como apoyo a las sesiones se utilizará además la clase dialogada.

Entre las herramientas de evaluación, optaremos por la coevaluación, de tal forma que los estudiantes valorarán las exposiciones de los otros grupos mediante una rúbrica. Los alumnos también llenarán un cuestionario final que será evaluado por el profesor. Por otro lado, el docente contará con una escala de valoración para estimar el comportamiento y la actitud del alumnado durante las actividades. Así mismo, las publicaciones en el blog las valorará a través de una rúbrica. Mencionar finalmente que se contempla una autoevaluación. Para ello, nos basaremos en los cuadros KWL+N (*Know, Wonder, Learned +*

Next) en los que los estudiantes anotan lo que ya saben sobre el tema (*Know*), lo que les gustaría aprender (*Wonder*) y lo que han aprendido al terminar la actividad (*Learned*). También se puede incluir la casilla *Next*, en la que se refleja lo que quieren hacer con esa información adquirida como, por ejemplo, investigar otros temas relacionados.

3.3.5. Cronograma

Hay que tener en cuenta en este apartado que una sesión dura 55 minutos y que, de acuerdo a la legislación de la Comunidad de Madrid, la asignatura de Biología y Geología para 4º de ESO cuenta con tres horas semanales. La programación de las actividades y su relación con los contenidos, así como los espacios y recursos necesarios y las competencias a trabajar se encuentran recogidas en la Tabla 2.

Tabla 2. Cronograma de las actividades y su relación con los contenidos, junto con las sesiones, su duración, espacios y recursos necesarios y las competencias que se trabajan.

ACTIVIDAD	SESIÓN	TAREA	DURACIÓN	ESPACIOS Y RECURSOS	CONTENIDOS	COMPETENCIAS
Aprendiendo a buscar información en la red con la ingeniería genética	Sesión 1	Presentación del proyecto	10 minutos	Aula de informática, ordenadores, conexión a internet	C1	CMCT, CPAA CD,
		Explicación sobre cómo hacer búsquedas bibliográficas	45 minutos			
	Sesión 2	Clase dialogada sobre la ingeniería genética	10 minutos	Aula de informática, ordenadores, conexión a internet	C1	CD, SIEE, CPAA
		Formación de cuatro grupos de tres alumnos	30 minutos			
		Búsqueda de un artículo sobre ingeniería genética y análisis				
	Sesión 3	Publicación en el blog del artículo ya analizado	15 minutos	Aula de clase, proyector, PowerPoint o similar, ordenadores, conexión a internet, rúbrica	C1	CCL, CSC, CEC
		Exposición por grupos del artículo analizado y coevaluación mediante rúbrica	20 minutos			
		Debate sobre las técnicas presentadas, ventajas, inconvenientes, etc.	20 minutos			
	Sesión 4	Publicación en el blog de las conclusiones obtenidas	15 minutos	Medio de transporte (autobús, tren, metro, etc.)	C1, C2	CMCT, CSC, CEC
		Excursión al Museo Nacional de Ciencia y Tecnología de Alcobendas	Tiempo variable			

ACTIVIDAD	SESIÓN	TAREA	DURACIÓN	ESPACIOS Y RECURSOS	CONTENIDOS	COMPETENCIAS
¿Son tan malos los alimentos transgénicos?	Sesión 5	Clase dialogada sobre los alimentos transgénicos División del trabajo en cuatro grupos de tres alumnos	10 minutos	Aula de informática, ordenadores, conexión a internet	C1, C2, C3	CMCT, CD, SIEE, CPAA
		Investigación y búsqueda de información sobre los alimentos transgénicos	30 minutos			
		Publicación en el blog de la información obtenida	15 minutos			
	Sesión 6	Exposición por grupos de la información obtenida y coevaluación mediante rúbrica	20 minutos	Aula de clase, proyector, PowerPoint o similar, ordenadores, conexión a internet, rúbrica	C1, C2, C3	CCL, CEC, CSC
		Debate sobre la información expuesta	20 minutos			
		Publicación en el blog de las conclusiones obtenidas	15 minutos			
Ciencia VS Pseudociencia	Sesión 7	Clase dialogada sobre prácticas pseudocientíficas División del trabajo en cuatro grupos	10 minutos	Aula de informática, ordenadores, conexión a internet	C3	CD, SIEE, CPAA
		Investigación y búsqueda sobre las pseudociencias	30 minutos			
		Publicación en el blog de la información obtenida	15 minutos			
	Sesión 8	Exposición por grupos de la información obtenida y coevaluación mediante rúbrica	20 minutos	Aula de clase, proyector, PowerPoint o similar, ordenadores, conexión a internet, rúbrica	C3	CCL, CEC, CSC
		Debate sobre la información expuesta	20 minutos			
		Publicación en el blog de las conclusiones obtenidas	15 minutos			
	Sesión 9	Relleno de un cuestionario final Realización de un mural virtual colaborativo en el que resuman todo lo aprendido durante el proyecto y publicación en el blog	25 minutos 30 minutos	Aula de informática, ordenadores, conexión a internet, cuestionario	C1, C2, C3	CCL, CMCT, CD

3.3.6. Actividades

Se han programado tres grandes actividades englobadas dentro del proyecto principal de creación del blog. La primera, titulada “Aprendiendo a buscar información en la red con la ingeniería genética”, se compone de un total de cuatro sesiones. En la primera, los alumnos recibirán una clase teórica práctica en el aula de informática en la que se les enseñará a realizar búsquedas bibliográficas de artículos científicos. En la segunda sesión, se les impartirá una pequeña charla introductoria sobre la ingeniería genética. Después, se dividirán en grupos, de tal modo que cada uno tendrá que buscar un artículo sobre técnicas de ingeniería genética, analizarlo, entenderlo y realizar una crítica constructiva que publicarán en el blog virtual. Finalmente, en la tercera sesión, cada grupo expondrá la información recopilada mediante un PowerPoint u otro programa de libre elección. A continuación, se realizará una coevaluación entre grupos a través de una rúbrica y se abrirá el debate sobre cuál de las técnicas presentadas ha sido la mejor, nuevas ideas para mejorarla, sus implicaciones en la sociedad, etc. Para terminar, publicarán sus conclusiones en el blog virtual de la clase.

También se plantea en una cuarta sesión una excursión al Museo Nacional de Ciencia y Tecnología de Alcobendas. Dicha entidad realiza excursiones para alumnos de todas las edades y de hecho se pretende que aquí los alumnos participen en un taller de genética que organiza el museo (Museo Nacional de Ciencia y Tecnología, 2020). La información resumida con respecto a esta actividad se encuentra recogida en la Tabla 3.

Tabla 3. Ficha de la actividad “Aprendiendo a buscar información en la red con la ingeniería genética”.

Aprendiendo a buscar información en la red con la ingeniería genética	
Nº Sesiones	Cuatro
Objetivos didácticos	a), b), e), f), g), h) OE1, OE2, OES
Contenidos	C1
Criterios y estándares de evaluación	1. Identificar las técnicas de la Ingeniería Genética: ADN recombinante y PCR. 1.1. Diferencia técnicas de trabajo en ingeniería genética.
Recursos y espacios. Agrupamientos.	Aula de clase, aula de informática, proyector, ordenadores, conexión a internet, rúbrica, medio de transporte. Cuatro grupos de tres alumnos.
Procedimiento	<p>SESIÓN 1: se les explicará a los alumnos en qué consistirá el proyecto que se va a llevar a cabo, dándoles la información y las directrices necesarias para que entiendan qué es lo que van a hacer durante las siguientes sesiones. Después, en el aula de informática, el profesor explicará cómo realizar búsquedas bibliográficas, qué páginas web existen para ello, etc.</p> <p>SESIÓN 2: se realizará una breve introducción teórica sobre la ingeniería genética. Después, se dividirán en cuatro grupos de tres personas. Cada grupo buscará un artículo sobre ingeniería genética, de tal modo que tendrán que leerlo, analizarlo y dar una opinión crítica. Publicarán en el blog el artículo que han elegido, explicando lo que han leído y la técnica que se presenta.</p> <p>SESIÓN 3: cada grupo hará una exposición de PowerPoint u otro programa similar de libre elección sobre su artículo. Al finalizar, los grupos harán una coevaluación mediante una rúbrica. Se abrirá después un debate en el que cada uno aportará su opinión sobre qué técnica de las presentadas les parece mejor, nuevas ideas que se les ocurra para mejorarl, las implicaciones en la sociedad, etc. Finalmente, publicarán las conclusiones a las que han llegado en el blog.</p> <p>SESIÓN 4: excursión al Museo Nacional de Ciencia y Tecnología de Alcobendas, donde participarán en un taller sobre ADN y genética</p>
Competencias	CCL, CMCT, CPAA, CSC, SIEE, CEC
Método de evaluación	Coevaluación mediante rúbrica. Escala de valoración. Rúbrica de evaluación de trabajo en el blog.

La segunda actividad, llamada “¿Son tan malos los alimentos transgénicos?”, se desarrollaría en dos sesiones. La primera comenzaría con una breve introducción teórica sobre los alimentos transgénicos, sus propiedades, la forma en la que se obtienen, etc. Despues, en grupos de cuatro, realizarán una investigación sobre dichos alimentos transgénicos consultando diferentes fuentes de información. El profesor habrá elaborado previamente una lista que incluya varias fuentes bibliográficas de tres naturalezas distintas: información procedente de artículos científicos, de medios de comunicación (televisión, periódicos, etc.) y de páginas de pseudociencia. Cada grupo recibirá una lista distinta, de tal modo que cada miembro investigará un tipo de fuente bibliográfica concreta. La información que obtengan la publicarán en el blog a disposición de todos los alumnos del centro. En la segunda sesión, cada grupo expondrá los resultados de su investigación mediante un PowerPoint o un programa similar de libre elección y posteriormente se hará una coevaluación mediante rúbrica. Despues, daremos paso al debate en el que cada grupo elegirá qué fuente de información le ha parecido más fiable, la forma en la que se transmiten los hechos según el medio de comunicación, etc. Por último, se publicarán en el blog de clase las conclusiones de la sesión. La información resumida de la actividad está reflejada en la Tabla 4.

Tabla 4. Ficha de la actividad “¿Son tan malos los alimentos transgénicos?”.

¿Son tan malos los alimentos transgénicos?	
Nº Sesiones	Dos
Objetivos didácticos	a), b), c), d), e), g), h) OE1, OE3, OE5
Contenidos	C1, C2, C3
Criterios y estándares de evaluación	1. Identificar las técnicas de la Ingeniería Genética: ADN recombinante y PCR. 1.1. Diferencia técnicas de trabajo en ingeniería genética. 2. Reconocer las aplicaciones de la Ingeniería Genética: OMG (organismos modificados genéticamente). 2.1. Analiza las implicaciones éticas, sociales y medioambientales de la Ingeniería Genética. 3. Valorar las aplicaciones de la tecnología del ADN recombinante en la agricultura, la ganadería, el medio ambiente y la salud. 3.1. Interpreta críticamente las consecuencias de los avances actuales en el campo de la biotecnología. 4. Reconocer las aplicaciones de la Ingeniería Genética: OMG (organismos modificados genéticamente). 4.1. Analiza las implicaciones éticas, sociales y medioambientales de la Ingeniería Genética.
Recursos y espacios. Agrupamientos.	Aula de clase, aula de informática, proyector, ordenadores, conexión a internet, rúbrica. Cuatro grupos de tres estudiantes.
Procedimiento	SESIÓN 5: se realizará una breve introducción teórica sobre los alimentos transgénicos. Trabajaremos con los mismos cuatro grupos de la actividad anterior. A cada uno se le asignará una lista con varias fuentes bibliográficas de tres tipos: procedente de artículos científicos, de medios de comunicación y de páginas pseudocientíficas. Cada miembro del grupo se centrará en un tipo de fuente. Finalmente, publicarán en el blog los artículos que han encontrado, explicando lo que en ellos se narra. SESIÓN 6: por grupos, expondrán con un PowerPoint u otro programa similar toda la información que han encontrado. Luego, tendrá lugar la coevaluación mediante rúbrica. Despues, se abrirá un debate en el que cada grupo tendrá que elegir qué fuente de información le parece más fiable, su opinión al respecto, etc. Finalmente, publicarán en el blog las conclusiones a las que han llegado.
Competencias	CCL, CMCT, CD, CPAA, CSC, SIEE, CEC
Método de evaluación	Coevaluación mediante rúbrica. Escala de valoración. Rúbrica de evaluación del trabajo en el blog.

La última actividad, titulada “Ciencia VS Pseudociencia”, se desarrollará en tres sesiones. La primera comenzará con una breve introducción sobre procedimientos médicos pseudocientíficos. Luego, en grupos de cuatro, tendrán que investigar sobre distintas teorías pseudocientíficas de libre elección por parte del alumnado. Nuevamente, el docente repartirá una lista con fuentes bibliográficas de naturalezas diferentes: artículos científicos, medios de comunicación (televisión, internet, etc.) y portales pseudocientíficos. Cada miembro del grupo se centrará en un tipo de fuente bibliográfica. La información obtenida al final de la sesión se publicará en el blog. En la segunda sesión, cada grupo expondrá los resultados de su trabajo mediante un PowerPoint u otro programa similar de libre elección. Despues daremos paso a un debate sobre la pseudociencia y su visión en la sociedad y continuaremos con la coevaluación mediante rúbrica. El proyecto terminará con un cuestionario de revisión final sobre todo lo aprendido y una nueva publicación en el blog con las conclusiones extraídas. Así mismo, cada grupo elaborará un mural virtual en el que resuman todo lo que han aprendido durante los tres proyectos, sus experiencias, opiniones, vivencias, etc. El mural virtual será compartido en el blog, disponible para el resto de estudiantes del centro escolar. Toda la información referente a la última actividad se encuentra en la Tabla 5.

Tabla 5. Ficha de la actividad “Ciencia VS Pseudociencia”.

Ciencia VS Pseudociencia	
Nº Sesiones	Tres
Objetivos didácticos	a), b), c), d), e), g), h) OE1, OE4, OE5
Contenidos	C3
Criterios y estándares de evaluación	4. Reconocer las aplicaciones de la Ingeniería Genética: OMG (organismos modificados genéticamente). 4.1. Analiza las implicaciones éticas, sociales y medioambientales de la Ingeniería Genética.
Recursos y espacios. Agrupamientos.	Aula de clase, aula de informática, proyector, ordenadores, conexión a internet, rúbrica, cuestionario sobre ciencia y pseudociencia. Cuatro grupos de tres estudiantes.
Procedimiento	SESIÓN 7: se realizará una breve introducción teórica sobre diferentes procedimientos médicos pseudocientíficos. Trabajaremos con los mismos cuatro grupos de la actividad anterior. Entre los tres acordarán qué pseudociencias les parecen más interesantes para investigar. Tras esto, el docente repartirá una lista con diferentes fuentes bibliográficas de tres naturalezas distintas: artículos científicos, medios de comunicación y páginas de pseudociencia. Cada miembro del grupo se centrará en un tipo de fuente. Finalmente, publicarán en el blog de clase la información que han leído. SESIÓN 8: por grupos, expondrán con un PowerPoint u otro programa similar toda la información que han encontrado. Después, tendrá lugar la coevaluación mediante rúbrica. A continuación, se hará un debate en el que cada grupo contrastará cómo varía el tratamiento de los datos en función del medio de comunicación. Así mismo, se fomentará la discusión sobre la veracidad y utilidad de los procedimientos médicos pseudocientíficos. Finalmente, publicarán en el blog de clase las conclusiones a las que han llegado. SESIÓN 9: individualmente, rellenarán un cuestionario final sobre las tres actividades. Después, cada grupo participará en la elaboración de un mural virtual resumiendo todo lo que han aprendido durante el proyecto que después compartirán en el blog.
Competencias	CCL, CMCT, CD, CPAA, CSC, SIEE, CEC
Método de evaluación	Coevaluación mediante rúbrica. Cuestionario final. Escala de valoración. Rúbrica de evaluación del trabajo en el blog.

3.3.7. Recursos

En cuanto a los espacios, contaremos principalmente con un aula de clase. Sin embargo, es esencial disponer de un aula de informática con conexión a internet, ya que la base de este proyecto reside en la búsqueda bibliográfica de la información. No obstante, esto último no será necesario si los alumnos cuentan con un dispositivo capaz de conectarse a la red (un portátil, una tableta, etc.). Hay que destacar además que una de las actividades incluye una excursión al Museo Nacional de Ciencia y Tecnología de Alcobendas, por lo que será necesario contactar previamente con la entidad para organizar la visita. Se pretende así fomentar la conexión entre lo estudiado y la vida real en el alumno. Además, la excursión cuenta con un taller de genética para alumnos de secundaria (Museo Nacional de Ciencia y Tecnología 2020).

En cuanto al material, se requerirán dispositivos informáticos capaces de conectarse a la red (portátiles, ordenadores, etc.), un proyector para realizar exposiciones orales en clase, el programa PowerPoint u otro programa similar, una rúbrica para la coevaluación de los grupos y un cuestionario de revisión final sobre lo aprendido a lo largo del proyecto.

En cuanto a los recursos humanos, es necesario que el profesorado esté bien formado y conozca la metodología del Aprendizaje Basado en Proyectos. Debe barajar todas las soluciones y posibilidades que ofrece cada actividad y asesorar correctamente las dudas de los estudiantes. Esto incluye guiarles en el proceso y aportarles ideas con las que puedan seguir trabajando y cuestionándose la realidad.

3.3.8. Atención a la diversidad

Anteriormente se ha comentado que uno de los alumnos de la clase presenta una leve discapacidad visual. Como forma de adaptación, se plantea un cambio en la metodología y los agrupamientos: se propone que el estudiante se sitúe siempre cerca de la pizarra o que se mejore la iluminación de la estancia. En cuanto a los recursos, los dispositivos informáticos proporcionan opciones para ampliar el tamaño de la letra de los documentos. Del mismo modo, el blog virtual contará con esta característica. Las propias herramientas de evaluación también tendrán esa ampliación en el tamaño de la letra.

También se recomienda la instalación de una aplicación para la lectura de textos, en caso de que lo anterior no sea suficiente.

Teniendo en cuenta además las características individuales propias de cada alumno, se ha optado por el trabajo en grupos colaborativos y heterogéneos para la ayuda y el aprendizaje mutuo.

3.3.9. Evaluación

Durante todo el proyecto tendrá lugar una evaluación continua de la actitud y el comportamiento del alumnado por parte del profesor a través de una escala de valoración (Anexo III). De forma específica para cada actividad, la evaluación será la siguiente:

- **“Aprendiendo a buscar información en la red con la ingeniería genética”.** En esta actividad contemplamos los objetivos específicos OE1, OE2 y OE5. Los objetivos OE1 y OE2 serán valorados a través de una evaluación final mediante coevaluación. Para ello, los estudiantes contarán con una rúbrica, la cual se encuentra recogida en el Anexo IV. En cuanto el objetivo OE5, concerniente al trabajo en el blog, se evaluará por el profesor a través de una rúbrica contemplada en el Anexo V. Para valorar que todos los miembros del grupo colaboran en el blog, nos valdremos de los nombres de usuario que corroborarán qué estudiante ha subido la última entrada.
- **“¿Son tan malos los alimentos transgénicos?”.** En ésta valoraremos los objetivos específicos OE1, OE3 y OE5. Los objetivos OE1 y OE3 se contemplarán en una evaluación final por coevaluación. Para ello, los alumnos tendrán a su disposición una rúbrica, reflejada en el Anexo VI. Hablando del objetivo OE5, será valorado de la misma forma que antes, por el profesorado y a través de la rúbrica del Anexo V.
- **“Ciencia VS Pseudociencia”.** Finalmente, aquí tendremos en cuenta los objetivos específicos OE1, OE4 y OE5. Los objetivos OE1 y OE4 serán estimados en una evaluación final mediante coevaluación, haciendo uso de la rúbrica reflejada en el Anexo VII. El objetivo OE5 será evaluado como en las dos actividades anteriores.

Al final del proyecto se incluye una evaluación sumativa mediante un cuestionario para revisar lo que los alumnos han aprendido, el cual se encuentra especificado en el Anexo VIII. Como herramienta de autoevaluación, nos basaremos en los cuadros KWL+N (*Know, Wonder, Learned + Next*) en los que los estudiantes anotan lo que ya saben sobre el tema (*Know*), lo que les gustaría aprender (*Wonder*) y lo que han aprendido al terminar la actividad (*Learned*). Opcionalmente podemos mencionar una casilla extra, *Next*, en la que se refleja lo que quieren hacer con esa información nueva de cara al futuro.

Los criterios de calificación a seguir son los siguientes:

- Las rúbricas de coevaluación (Anexo IV, Anexo VI, Anexo VII) y el cuestionario final (Anexo VIII) supondrán cada uno una calificación, habiendo por tanto un total de cuatro valores numéricos. Cada uno de ellos será un 12,5% de la nota final. En total, conformará el 50%.
- La nota obtenida a través de la rúbrica de valoración del blog (Anexo V) constituirá el 40%.
- La nota obtenida a través de la escala de valoración (Anexo III) será el 10%.

3.4. Evaluación de la propuesta

A continuación, se presenta una matriz DAFO con el fin de resaltar los aspectos positivos y negativos de la propuesta (Tabla 3).

Tabla 3. Matriz DAFO para el análisis de la propuesta.

Debilidades	Amenazas
Se requiere conexión a internet y un dispositivo digital, requisito que a veces los centros o las propias familias no pueden cumplir.	Falta de habilidades informáticas por parte del profesorado e incluso del propio alumnado.
Requiere una formación previa y específica del docente.	Los centros no siempre tienen medios para ofrecer la formación adecuada al profesor.
Requiere mucho tiempo y preparación previa por parte del docente.	Miedo en el docente a no abordar todo el temario.
Exige mucho tiempo, esfuerzo y dedicación por parte del alumno, lo que a veces puede llegar a ser frustrante y derivar en abandono.	Aquellos alumnos poco acostumbrados a la metodología propuestas pueden experimentar un serio rechazo al mismo o problemas para asumir el proyecto.

Fortalezas	Oportunidades
Fomenta el uso de las TIC mediante la creación del blog y las aplicaciones para la exposición de contenidos como PowerPoint.	Es un método educativo más atractivo a ojos de padres, alumnos y docentes. Gracias a esto, puede haber mayor apoyo hacia el proyecto.
Incentiva al estudiante a buscar sus propias respuestas y le acerca más al mundo real.	El estudiante se encuentra más motivado hacia el aprendizaje.
Hace al alumno protagonista de su aprendizaje, lo que favorece la adquisición de conocimientos.	Los contenidos abordados se vuelven más dinámicos y llamativos para el alumno, fomentando su interés.
Los estudiantes aprenden a consultar fuentes de información, a comprenderla, redactarla y exponerla.	En el futuro, los estudiantes sabrán discernir la información fiable de la que no lo es. También les ayudará en la redacción de futuros trabajos a nivel universitario.
Al no haber exámenes, el alumno siente menos presión por la evaluación.	El alumno tiene "menos miedo" a equivocarse al no ser evaluado por sus conocimientos teóricos.
Fomenta el trabajo en equipo.	Ayuda a crear lazos de amistad entre compañeros.
Ofrece una importante misión divulgativa a través del blog, ya que es accesible para todos los estudiantes y docentes de la escuela.	Alienta a estudiantes de otros cursos a tener una vocación científica y querer participar en el proyecto en el futuro.

Por otro lado, la propuesta también incluye la opinión de alumnos y profesores como parte de su mejora. Para ello, al finalizar el proyecto, se pedirá a cada estudiante que redacte un pequeño escrito reflejando su experiencia: puntos positivos, negativos, problemas que ha detectado, si le gustaría repetirlo en el futuro, etc. Así mismo, se solicitará al docente una entrevista personal para conocer de cerca sus impresiones y futuras mejoras.

4. Conclusiones

En este proyecto nos hemos planteado alcanzar una serie de objetivos específicos con el fin de lograr el objetivo general: desarrollar una propuesta didáctica para 4º de ESO que favorezca el aprendizaje de los contenidos propios del bloque sobre genética y herencia biológica y acercar la cultura científica a la sociedad. Para lograrlo, se han planteado diversos proyectos y actividades, incluyendo la elaboración de un blog virtual que acerque al resto de estudiantes del centro al mundo de la ciencia.

Entre los objetivos específicos se marcó conocer los motivos por los que la genética resultaba de difícil comprensión para el alumnado ligado a la búsqueda de una nueva metodología para impartir estas enseñanzas. Según lo expuesto en el marco teórico, numerosos estudios apuntaban a los preconceptos como principales culpables, por lo que la mayoría de los alumnos adquirían ideas equivocadas a través de los medios audiovisuales y la cultura popular. Con nuestro proyecto se ha hecho especial hincapié en la búsqueda bibliográfica y en el análisis crítico de artículos científicos y otros medios de información. Así mismo, se solicita que el alumno exponga y explique la información que ha encontrado. De esta manera, la propuesta podría ser útil para que el estudiante trabajara de forma autónoma los contenidos, asimilándolos y después transmitiéndolos al resto de sus compañeros.

También se planteó conocer la influencia de la pseudociencia en la sociedad con el fin de combatirla a través de la educación. Para ello hemos incluido actividades sobre búsqueda de información de este tipo de técnicas en medios de carácter científico, pseudocientífico y noticias de prensa, televisión, etc. De esta forma los alumnos contrastan cómo se presentan los datos en función del portal que empleen y la supuesta base científica que respalda las pseudociencias.

Por último, con el fin de incorporar actividades prácticas y herramientas tecnológicas en el aula, todos los proyectos se han diseñado para que el estudiante sea protagonista en todo momento de su aprendizaje. Ellos mismos aplican lo que se les enseña desde el primer día, ya que investigan, analizan, exponen y transmiten toda la información al resto de sus compañeros. Además, se ha optado por el blog como instrumento TIC, pues de esta forma el estudiante redacta por sí mismo lo que ha aprendido y puede compartirlo con otros compañeros que podrían interesarse por el mundo de las ciencias.

Tras revisar los objetivos específicos, podemos decir que hemos logrado cumplir nuestra finalidad final: idear una propuesta didáctica para 4º de ESO que promueve el aprendizaje de la genética, acerca la cultura científica y pone el foco de atención en la pseudociencia y el daño que hacen en la sociedad. También se ha incluido la creación del blog, otro de los objetivos que se buscaba.

Por tanto, podemos decir que a día de hoy existe un grave problema de culturización científica en la sociedad que, irremediablemente, se refleja también en las aulas. Vemos

además que existen muchos problemas para comprender términos y teorías científicas, lo que impide que la población pueda entender y ser partícipe de los problemas y la toma de decisiones. Esto mismo propicia el avance de las pseudociencias sin que la mayoría sea consciente de los riesgos que realmente implican para la el conjunto de la sociedad. Por todo esto, el proyecto trata de incentivar en los alumnos un espíritu crítico a la hora de interpretar la información. Se pretende que en un futuro sean ciudadanos con la capacidad para comprender las cuestiones científicas que les rodean, pudiendo juzgar la información e interpretarla.

5. Limitaciones y prospectiva

Para conocer la extensión de la falta de alfabetización científica en la sociedad se han tenido que consultar varias fuentes bibliográficas y diversos estudios, lo que ha supuesto un complejo trabajo de revisión. Del mismo modo, para la elaboración del marco teórico, fue complicado encontrar artículos que abordaran la problemática de la genética y su aprendizaje, así como del uso del blog como herramienta. No obstante y, a juzgar por la información recopilada, se considera que el resultado ha sido bastante satisfactorio y ha permitido dar respuesta a las cuestiones planteadas en este trabajo.

Por otro lado, la principal limitación de esta propuesta ha sido el diseño de las actividades y la exclusión de contenido. Puesto que el proyecto debía tener una duración asequible, se tuvo que realizar una selección de los conocimientos a trabajar. El propio diseño de actividades también supuso un reto, pues era esencial que estas promovieran la investigación y el sentido crítico. Si bien se trató de adaptar su duración, es indudable que los estudiantes tendrán que dedicar horas extra de trabajo en casa. Sumado a lo que los docentes de otras asignaturas les exijan, el proyecto puede llegar a ser exhaustivo para el alumno. No obstante y dado que no hay pruebas de experiencia reales, es difícil estimar hasta qué punto esto podría suceder.

A nivel de implantación, el ABP exige de profesores bien formados que sean capaces de contemplar todas las posibles soluciones que los alumnos encuentren durante su investigación. Así mismo, deben ser capaces de guiar correctamente al estudiante y de contestar todas sus dudas. El docente también tendrá que dominar las TIC, puesto que la

búsqueda bibliográfica es esencial en este proyecto, que además incluye la creación de un blog virtual. Por otro lado, el hecho de que sea esencial contar con dispositivos informáticos y acceso a internet también puede ser un impedimento para aquellos centros que cuenten con menos medios.

Para tratar de mejorar el proyecto, sería interesante contar con la opinión de alumnos y profesores a través de un pequeño escrito que reflejara su experiencia: su ha sido positiva, qué mejorarían, etc. Por otra parte, una entrevista personal con los docentes también sería útil para enriquecer la propuesta. Incluso se podría contar con algún experto que ayude a los alumnos a ver el problema que suponen las pseudociencias en la sociedad y en la salud, así como a desmontar su supuesta base científica.

Sin embargo, podemos considerar que el proyecto es bastante viable en líneas generales. Además, existe total libertad para adaptarlo según las necesidades de los discentes y ampliarlo a otros contenidos e incluso asignaturas. Igualmente, se puede optar por emplear únicamente la herramienta del blog, donde los estudiantes pueden publicar sus propias impresiones, consultar material extra, formular preguntas al docente y sus compañeros, etc.

Referencias bibliográficas

Abril, A. M. (2010). Influencia en la sociedad el conocimiento en la enseñanza de las ciencias experimentales. Un caso de estudio: la genética y la biología molecular. *Revista de antropología experimental*, 10 (1), 1-16.

<http://revista.ujaen.es/huesped/rae/articulos2010/edu1001.pdf>

Ageitos, N., Puig, B. y Calvo, X. (2017). Trabajar genética y enfermedades en secundaria integrando la modelización y la argumentación científica. *Revista Eureka sobre enseñanza y divulgación de las ciencias*, 14 (1), 86-97.
<http://ojs.uca.es/index.php/tavira/article/viewFile/1076/970>

Ayuntamiento España. Ayuntamiento de la Comunidad de Madrid. Ayuntamiento de Las Rozas (2019). *El municipio de Las Rozas*. Recuperado el 5 de abril de 2021 de:
<https://www.ayuntamiento-espana.es/ayuntamiento-las-rozas-de-madrid.html>

Ayuso, G.E. y Banet, E. (2002). Alternativas a la enseñanza de la genética en educación secundaria. *Enseñanza de las ciencias. Revista de investigación y experiencias didácticas*, 20 (1), 133-157.

<https://www.raco.cat/index.php/Ensenanza/article/view/21790>

Aznar, V. y Soto, J. (2010). Análisis de las aportaciones de los blogs educativos al logro de la competencia digital. *Revista de investigación en educación*, 7, 83-90.

<http://reined.webs.uvigo.es/index.php/reined/article/view/74/64>

Caballero, M. (2008). Algunas ideas del alumnado de secundaria sobre conceptos básicos de genética. *Enseñanza de las ciencias. Revista de investigación y experiencias didácticas. Revista de investigación y experiencias didácticas*, 26 (2), 227-244.
<https://ddd.uab.cat/record/39829>

Carretero, M. (1997). ¿Qué es el constructivismo? *Desarrollo cognitivo y aprendizaje. Progreso*, 39-71.

http://www.micentroeducativo.pe/docente/fileproject/file_docentes/549bi_2c5224.pdf

Castro, S., Guzmán, B. y Casado, D. (2007). Las TIC en los procesos de enseñanza y aprendizaje. *Revista Laurus*, 13 (23), 213-234.

<https://www.redalyc.org/pdf/761/76102311.pdf>

Chavarría, S., Bermúdez, T., Villalobos, N. y Morera, B. (2013). El modelo Bandler-Grinder de aprendizaje y la enseñanza de genética mendeliana en estudiantes costarricenses de décimo año. *UNED Research Journal. Cuadernos de Investigación UNED*, 4 (2), 213-221. <https://www.redalyc.org/pdf/5156/515651978009.pdf>

Comisión Europea (2005). *Eurobarometer. Europeans, science ant technology*. Recuperado el 10 de marzo de 2021 de:

https://ec.europa.eu/commfrontoffice/publicopinion/archives/ebs/ebs_224_report_en.pdf

Comisión Europea (2014). *Public perceptions of science, research and innovation*. Recuperado el 10 de marzo de 2021 de:

https://ec.europa.eu/commfrontoffice/publicopinion/archives/ebs/ebs_419_sum_en.pdf

Corbacho, V. y De Pro, Antonio. (2009). Enseñanza de la genética en la educación de nivel superior: dificultades para comprender conceptos y resolver problemas. *Enseñanza de las ciencias. Revista de investigación y experiencias didácticas*, 1020-1023.

<https://www.raco.cat/index.php/Ensenanza/article/view/293894/382420>

Decreto 48/2015, de 14 de mayo, del Consejo de Gobierno, *por el que se establece para la Comunidad de Madrid el currículo de la Educación Secundaria Obligatoria*. Boletín Oficial de la Comunidad de Madrid, 34, de 20 de mayo de 2015. Recuperado el 10 de marzo de 2021.

Domènech-Casal, J. (2018). Itinerario de recubrimiento curricular de BioGeo 4 ESO por Proyectos (ABP). *ProyectandoBioGeo*.

<https://sites.google.com/site/proyectandobiogeo/home>

Epdata (2020). *España en la prueba PISA, en datos y gráficos*. Recuperado el 5 de marzo de 2021 de: <https://www.epdata.es/datos/espana-pisa-datos-graficos/484>

García, L. y Occelli, M. (2013). Las simulaciones en la enseñanza de la biología. *Revista virtual Docentes Conectados*, 1 (1).

https://ri.conicet.gov.ar/bitstream/handle/11336/98678/CONICET_Digital_Nro.7e68491d-6101-4bdd-987e-33118fa3f390_A.pdf?sequence=2&isAllowed=y

González, C., Banet, E. y López, L. (2017). Conocimientos de los estudiantes de secundaria sobre herencia biológica: implicaciones para su enseñanza. *Revista Eureka sobre enseñanza y divulgación de las ciencias*, 14 (3), 550-569. http://dx.doi.org/10.25267/Rev_Eureka_ensen_divulg_cienc.2017.v14.i3.04

Guisasola, Jenaro y Maite (2007). ¿Qué papel tienen las visitas escolares a los museos de ciencias en el aprendizaje de las ciencias? Una revisión de las investigaciones. *Enseñanza de las ciencias. Revista de investigación y experiencias didácticas*, 25 (3), 401-414.

<https://ddd.uab.cat/pub/edlc/02124521v25n3/02124521v25n3p401.pdf>

Halpern, D. F. (1998). Teaching critical thinking for transfer across domains: Disposition, skills, structure training, and metacognitive monitoring. *American Psychologist*, 53(4), 449–455. <https://doi.org/10.1037/0003-066X.53.4.449>

Hernando, A. (2015). *Viaje a la escuela del siglo XXI*. Fundación Telefónica.

Instituto Nacional de Estadística (2009). *Censo de estudio y actividad laboral*. Recuperado el 5 de abril de 2021 de: <https://www.ine.es>

Íñiguez, J. y Puigcerver M. (2013). Una propuesta didáctica para la enseñanza de la genética en la Educación Secundaria. *Revista Eureka sobre enseñanza y divulgación de las ciencias*, 10 (3), 307-327.

<https://revistas.uca.es/index.php/eureka/article/view/2844>

Jiménez, D. (2012). Ciencia vs Pseudociencia. Implicaciones educativas. *Cuaderno de investigación en la educación*, 27, 199-211.

http://cie.uprrp.edu/cuaderno/download/numero_27/v27-2012-11.pdf

Lifshitz, A. (2017). La pseudociencia y los falsos investigadores. *Medicina interna de México*, 33 (4), 439-441. http://www.scielo.org.mx/scielo.php?script=sci_arttext&pid=S0186-48662017000400439

López, G. (2012). Pensamiento crítico en el aula. *Docencia e Investigación*, 22, 41-60. https://www.educion.to.uclm.es/pdf/revistaDI/3_22_2012.pdf

López, M. y Morcillo, J.G. (2007). Las TIC en la enseñanza de la Biología en la educación secundaria: los laboratorios virtuales. *Revista electrónica de enseñanza de las ciencias*, 6 (3), 565-576.

https://www.researchgate.net/profile/Marta_Lopez_Garcia2/publication/28184291_Las_TIC_en_la_ensenanza_de_la_Biologia_en_la_educacion_secundaria_los_laboratorios_virtuales/links/0a85e537b37aa57cea000000/Las-TIC-en-la-ensenanza-de-la-Biologia-en-la-educacion-secundaria-los-laboratorios-virtuales.pdf

Losada, C. (2010). ¿Qué es la alfabetización científica? *Revista en educación de la Universidad Autónoma de México*, 7, 42-44.

<https://www.jornada.com.mx/2010/02/20/ideas.html#:~:text=Para%20estas%20instituciones%20la%20alfabetizaci%C3%B3n,en%20el%20medio%20ambiente%2C%20a>

Martí, J. A., Heydrich, M., Rojas, M. y Hernández, A. (2010). Aprendizaje Basado en Proyectos: una experiencia de innovación docente. *Revista Universidad EAFIT*, 46 (158).

<https://repository.eafit.edu.co/bitstream/handle/10784/16812/document%20-%202020-07-30T142641.847.pdf?sequence=2&isAllowed=y>

Martin, M. (1994). Pseudoscience, the paranormal, and science education. *Science & Education*, 3, 357-371. <https://link.springer.com/article/10.1007/BF00488452>

Museo Nacional de Ciencia y Tecnología (2020). *Museo Nacional de Ciencia y Tecnología de Alcobendas. Visitas guiadas*. Recuperado el 13 de junio de 2021 de:

<http://www.muncyt.es/portal/site/MUNCYT/menuitem.c5adedeaf2ac19ed1c791a1801432ea0/?vgnnextoid=450a6c65e6eea410VgnVCM1000001d04140aRCRD>

Museo Nacional de Ciencia y Tecnología de Alcobendas (2020). *Ofertas para centros escolares*. Recuperado el 13 de junio de 2021 de:

http://www.muncyt.es/stfls/MUNCYT/Actividades/folleto_profesores_2017_2018.pdf

Ministerio de ciencia, innovación y universidades. Fundación Española para la Ciencia y la Tecnología (2018). *Principales resultados de la encuesta de percepción social de la ciencia 2018*. Recuperado el 17 de mayo de 2021:
https://icono.fecyt.es/sites/default/files/filepublicaciones/20/epscyt2018_informe.pdf

Monzón, L.A. (2010). El blog y el desarrollo de habilidades de argumentación y trabajo colaborativo. *Perfiles educativos*, 131 (33).

<http://www.scielo.org.mx/pdf/peredu/v33n131/v33n131a6.pdf>

Oliveras, B. y Sanmartí, N. (2009). Lectura crítica, una herramienta para mejorar el aprendizaje de las ciencias. *Enseñanza de las ciencias. Revista de investigación y experiencias didácticas*, 926-930.

https://ddd.uab.cat/pub/edlc/edlc_a2009nEXTRA/edlc_a2009nExtrap926.pdf

Organización para la Cooperación y el Desarrollo Económicos OCDE (2006). *Evolution of student interest in science and technology studies*. Recuperado el 9 de marzo de 2021 de: <http://www.oecd.org/science/inno/36645825.pdf>

Organización para la Cooperación y el Desarrollo Económicos OCDE (2018). *Programa para la evaluación internacional de estudiantes (PISA). Resultados de PISA 2018*. Recuperado el 9 de marzo de 2021 de:

https://www.oecd.org/pisa/publications/PISA2018_CN_esp_ESP.pdf

Organización para la Cooperación y el Desarrollo Económicos OCDE (2019). *Programa para la evaluación internacional de estudiantes (PISA). Resultado de PISA 2019*. Recuperado el 5 de marzo de 2021 de: <https://www.oecd.org/pisa/pisa-en-espanol.htm>

Piassentini, M.J. y Occelli, M. (2012, octubre). *Caracterización de laboratorios virtuales para la enseñanza de la ingeniería genética*. Ponencia presentada en X Jornadas

Propuesta de intervención para mejorar el aprendizaje de la genética mediante ABP y blog colaborativo

Internacionales y V Congreso Internacional de Enseñanza de la Biología, Córdoba, Argentina.

Piedad, N. (2013). El aprendizaje basado en problemas (ABP) como estrategia didáctica. *Revista Academia y Virtualidad*, 6, 53-61.

<https://dialnet.unirioja.es/servlet/articulo?codigo=5558104>

Real Decreto 1105/2014, de 26 de diciembre, *por el que se establece el currículo básico de la Enseñanza Secundaria Obligatoria y Bachillerato*. Boletín Oficial del Estado, 219, de 3 de enero de 2015. Recuperado el 10 de marzo de 2021.

Rivero, A. y Wamba, A. M. (2011). *Naturaleza de la ciencia y construcción del conocimiento científico. La naturaleza de la ciencia como objetivo de enseñanza*. Editorial Graó.

Sánchez, J. (2016). Qué dicen los estudios sobre el Aprendizaje Basado en Proyectos. *Actualidad pedagógica*.

https://www.estuaria.es/wp-content/uploads/2016/04/estudios_aprendizaje_basado_en_proyectos1.pdf

Tünnermann, C. (2011). El constructivismo y el aprendizaje de los estudiantes. *Universidades*, 48, 21-32. <https://www.redalyc.org/pdf/373/37319199005.pdf>

Anexo I. Objetivos de etapa establecidos por el Decreto 48/2015, de 14 de mayo, del Consejo de Gobierno, para la Comunidad de Madrid.

- a) Asumir responsablemente sus deberes, conocer y ejercer sus derechos en el respeto a los demás, practicar la tolerancia, la cooperación y la solidaridad entre las personas y grupos, ejercitarse en el diálogo afianzando los derechos humanos y la igualdad de trato y de oportunidades entre mujeres y hombres, como valores comunes de una sociedad plural y prepararse para el ejercicio de la ciudadanía democrática.
- b) Desarrollar y consolidar hábitos de disciplina, estudio y trabajo individual y en equipo como condición necesaria para una realización eficaz de las tareas del aprendizaje y como medio de desarrollo personal.
- c) Valorar y respetar la diferencia de sexos y la igualdad de derechos y oportunidades entre ellos. Rechazar la discriminación de las personas por razón de sexo o por cualquier otra condición o circunstancia personal o social. Rechazar los estereotipos que supongan discriminación entre hombres y mujeres, así como cualquier manifestación de violencia contra la mujer.
- d) Fortalecer sus capacidades afectivas en todos los ámbitos de la personalidad y en sus relaciones con los demás, así como rechazar la violencia, los prejuicios de cualquier tipo, los comportamientos sexistas y resolver pacíficamente los conflictos.
- e) Desarrollar destrezas básicas en la utilización de las fuentes de información para, con sentido crítico, adquirir nuevos conocimientos. Adquirir una preparación básica en el campo de las tecnologías, especialmente las de la información y la comunicación.
- f) Concebir el conocimiento científico como un saber integrado, que se estructura en distintas disciplinas, así como conocer y aplicar los métodos para identificar los problemas en los diversos campos del conocimiento y de la experiencia.
- g) Desarrollar el espíritu emprendedor y la confianza en sí mismo, la participación, el sentido crítico, la iniciativa personal y la capacidad para aprender a aprender, planificar, tomar decisiones y asumir responsabilidades.

- h) Comprender y expresar con corrección, oralmente y por escrito, en la lengua castellana textos y mensajes complejos, e iniciarse en el conocimiento, la lectura y el estudio de la literatura.
- i) Comprender y expresarse en una o más lenguas extranjeras de manera apropiada.
- j) Conocer, valorar y respetar los aspectos básicos de la cultura y la historia propias y de los demás, así como el patrimonio artístico y cultural.
- k) Conocer y aceptar el funcionamiento del propio cuerpo y el de los otros, respetar las diferencias, afianzar los hábitos de cuidado y salud corporales e incorporar la educación física y la práctica del deporte para favorecer el desarrollo personal y social. Conocer y valorar la dimensión humana de la sexualidad en toda su diversidad. Valorar críticamente los hábitos sociales relacionados con la salud, el consumo, el cuidado de los seres vivos y el medio ambiente, contribuyendo a su conservación y mejora.
- l) Apreciar la creación artística y comprender el lenguaje de las distintas manifestaciones artísticas, utilizando diversos medios de expresión y representación.

Anexo II. Contenidos, criterios y estándares de aprendizaje evaluables para la Comunidad de Madrid.

Contenidos

4º ESO

Bloque 1. La evolución de la vida

1. Ingeniería Genética: técnicas y aplicaciones.
2. Biotecnología.
3. Bioética.

Criterios de evaluación y estándares de aprendizaje evaluables. 4º ESO

Bloque 1. La evolución de la vida

1. Identificar las técnicas de la Ingeniería Genética: ADN recombinante y PCR.

- 1.1. Diferencia técnicas de trabajo en ingeniería genética.

2. Reconocer las aplicaciones de la Ingeniería Genética: OMG (organismos modificados genéticamente).
 - 2.1. Analiza las implicaciones éticas, sociales y medioambientales de la Ingeniería Genética.

 3. Valorar las aplicaciones de la tecnología del ADN recombinante en la agricultura, la ganadería, el medio ambiente y la salud.
 - 3.1. Interpreta críticamente las consecuencias de los avances actuales en el campo de la biotecnología.

4. Reconocer las aplicaciones de la Ingeniería Genética: OMG (organismos modificados genéticamente).
 - 4.1. Analiza las implicaciones éticas, sociales y medioambientales de la Ingeniería Genética.

Anexo III. Escala de valoración.

Alumno:	1	2	3	4	5
Características que observar					
Colabora con sus compañeros, aportando ideas					
Participa en el proceso de investigación					
Participa en la exposición de resultados					
Participa activamente en los debates propuestos					

Anexo IV. Rúbrica de coevaluación sobre la ingeniería genética.

	0,5 puntos	1 punto	1,5 puntos	2 puntos
Explicación del marco teórico que sustenta una técnica o procedimiento de ingeniería genética	El grupo no explica el marco teórico de la técnica	Menciona muy brevemente el marco teórico	Explica algunos aspectos del marco teórico pero no profundiza	Explica detalladamente el marco teórico
Presentación en Power Point	El grupo no ha elaborado la presentación	La presentación está incompleta	La presentación está completa pero el estilo está poco cuidado	La presentación está completa y el estilo está cuidado
Exposición oral	El grupo no realiza la exposición oral	Participa en la exposición oral mostrando desinterés o falta de dominio del tema	Participa en la exposición oral pero no se expresa correctamente	Participa en la exposición y se expresa adecuadamente
Resolución de preguntas	El grupo no es capaz de contestar a las preguntas realizadas	Solo es capaz de contestar algunas preguntas	Contestan las preguntas pero aportando respuestas poco precisas	Contestan las preguntas aportando respuestas completas y detalladas
Presenta las ventajas y desventajas de la técnica de ingeniería genética	El grupo no ha presentado las ventajas e inconvenientes	Solo presenta ventajas o solo inconvenientes	Presenta menos de dos ventajas y dos inconvenientes	Presenta varias ventajas e inconvenientes

Anexo V. Rúbrica de evaluación del blog.

	0,5 puntos	1 punto	1,5 puntos	2 puntos
Publicaciones diarias	El grupo no publica nada en el blog	Solo publica una entrada en el blog	Publica varias entradas pero no de forma consistente en el tiempo	Publica varias entradas y de forma consistente en el tiempo
Calidad de la información	El grupo no presenta la información	La información es escasa o muy poca	La información es adecuada pero está incompleta	La información es adecuada y se presenta en su totalidad
Uso de medios audiovisuales	El grupo no aporta recursos extra junto a la información	Emplea una foto o un vídeo	Presenta fotos y vídeos pero no enlaces de interés	Presenta fotos, vídeos y enlaces de interés a otros portales
Resolución de preguntas	El grupo no responde a las preguntas que se formulan por el blog	Solo responde algunas preguntas	Contestan las preguntas pero con respuestas incompletas o poco satisfactorias	Contestan las preguntas aportando respuestas completas y detalladas
Participación de los miembros	Ningún miembro participa activamente en el blog	Solo un miembro participa en el blog	Dos o tres miembros participan en el blog	Todo el grupo en su conjunto colabora en el blog

Anexo VI. Rúbrica de coevaluación sobre los alimentos transgénicos.

	0,5 puntos	1 punto	1,5 puntos	2 puntos
Uso de fuentes bibliográficas	El grupo no ha consultado fuentes bibliográficas	Ha consultado fuentes bibliográficas pero no las designadas para su grupo	Ha consultado las fuentes bibliográficas asignadas pero éstas son muy escasas	Ha consultado las fuentes bibliográficas asignadas y son variadas y significativas
Presentación en Power Point	El grupo no ha elaborado la presentación	La presentación está incompleta	La presentación está completa pero el estilo está poco cuidado	La presentación está completa y el estilo está cuidado
Exposición oral	El grupo no realiza la exposición oral	Participa en la exposición oral mostrando desinterés o falta de dominio del tema	Participa en la exposición oral pero no se expresa correctamente	Participa en la exposición y se expresa adecuadamente
Resolución de preguntas	El grupo no es capaz de contestar a las preguntas realizadas	Solo es capaz de contestar algunas preguntas	Contestan las preguntas pero aportando respuestas poco precisas	Contestan las preguntas aportando respuestas completas y detalladas
Presenta las ventajas y desventajas de usar alimentos transgénicos	El grupo no ha presentado las ventajas e inconvenientes	Solo presenta ventajas o solo inconvenientes	Presenta menos de dos ventajas y dos inconvenientes	Presenta varias ventajas e inconvenientes

Anexo VII. Rúbrica de coevaluación sobre ciencia y pseudociencia.

	0,5 puntos	1 punto	1,5 puntos	2 puntos
Uso de fuentes bibliográficas	El grupo no ha consultado fuentes bibliográficas	Ha consultado fuentes bibliográficas pero no las designadas para su grupo	Ha consultado las fuentes bibliográficas asignadas pero éstas son muy escasas	Ha consultado las fuentes bibliográficas asignadas y son variadas y significativas
Presentación en Power Point	El grupo no ha elaborado la presentación	La presentación está incompleta	La presentación está completa pero el estilo está poco cuidado	La presentación está completa y el estilo está cuidado
Exposición oral	El grupo no realiza la exposición oral	Participa en la exposición oral mostrando desinterés o falta de dominio del tema	Participa en la exposición oral pero no se expresa correctamente	Participa en la exposición y se expresa adecuadamente
Resolución de preguntas	El grupo no es capaz de contestar a las preguntas realizadas	Solo es capaz de contestar algunas preguntas	Contestan las preguntas pero aportando respuestas poco precisas	Contestan las preguntas aportando respuestas completas y detalladas
Reflexión sobre lo investigado	El grupo no realiza una reflexión sobre lo investigado	Solo aporta unas pocas ideas	Aporta menos de dos ideas	Aporta una reflexión completa y concienciada de lo investigado

Anexo VIII. Cuestionario de revisión final.

1. ¿Qué fuentes bibliográficas has utilizado para encontrar la información? ¿En qué te basarías para saber si la información presentada es fiable?
2. ¿Crees que la ingeniería genética puede ser beneficiosa para la sociedad humana?
3. ¿Por qué crees que los alimentos transgénicos tienen tan mala reputación? ¿Consideras que podrían ser beneficiosos o perjudiciales para las personas?
4. ¿Por qué se considera que la pseudociencia no tiene una base científica?
5. ¿Qué diferencias observas en el marco teórico de la ciencia y la pseudociencia? ¿Y en los datos y resultados que aportan?
6. ¿Por qué crees que muchos procedimientos médicos son considerados por la sociedad como válidos pese a carecer de base científica?
7. ¿Cuáles crees que son los riesgos de la pseudociencia en la sociedad?
8. ¿Cómo concienciarías a la población de los peligros de la pseudociencia?
9. ¿Crees que los medios de comunicación deberían de tener más peso en la lucha contra la pseudociencia?
10. ¿Consideras que el blog ha sido útil a lo largo del proyecto? ¿Crees que la información expuesta ha sido interesante?