

MÁSTER DE PROFESOR DE EDUCACIÓN SECUNDARIA OBLIGATORIA Y
BACHILLERATO, FORMACIÓN PROFESIONAL Y ENSEÑANZAS DE IDIOMAS

ESPECIALIDAD: BIOLOGIA Y GEOLOGIA



Universidad de Valladolid

**CONOCIENDO EL MUNDO DE LOS ALIMENTOS
TRANSGÉNICOS MEDIANTE UN PROYECTO DE INVESTIGACIÓN**

**Autor: Irene García Lasota
Tutora: Raquel Muñoz Martínez**

Curso 2019/2020

ÍNDICE

	Pág
1. INTRODUCCIÓN	1
2. OBJETIVOS GENERALES	4
3. JUSTIFICACIÓN	5
4. METODOLOGÍA	6
5. CONTEXTO EDUCATIVO	7
6. PROYECTO DE INVESTIGACIÓN	8
6.1. Descripción del proyecto de investigación	8
6.2. Contenidos y estándares de aprendizaje	10
6.3. Objetivos didácticos específicos	15
6.4. Competencias	15
6.5. Metodología	19
6.6. Temporalización	26
6.7. Evaluación	29
6.8. Materiales y recursos necesarios	34
6.9. Atención a la diversidad	35
7. CONCLUSIÓN	36
8. BIBLIOGRAFÍA	38

1. INTRODUCCIÓN

La sociedad actual se caracteriza por estar muy influenciada por la ciencia. Nuestra vida cotidiana está llena de actividades y hechos que nos exigen estar informados o tener ciertos conocimientos sobre conceptos científicos. Muchos de estos conceptos básicos, necesarios para interpretar algunos de estos fenómenos de la vida cotidiana, proceden de las ciencias naturales, concretamente de la Biología y la Geología. El objetivo de las disciplinas relacionadas con la biología es comprender la naturaleza y el significado del amplio campo de fenómenos que se presentan en nuestras vidas. Esto es lo que se denomina *alfabetización científica*. (De la Vega-Naranjo et al., 2018)

En el currículo español, tanto de educación primaria como de secundaria (Real Decreto 1513, 2006; Real Decreto 1631, 2007), se hace hincapié en la importancia de que los alumnos no solo aprendan contenidos científicos, sino que sean capaces de desarrollar destrezas como definir problemas, formular preguntas, analizar y discutir datos o elaborar conclusiones basándose en pruebas. (Vílchez y Bravo, 2015).

Es por ello, por lo que en los últimos años los planteamientos basados en el aprendizaje por indagación o investigación han tomado importancia en la educación (European Commission, 2007). La enseñanza de la ciencia basada en la indagación científica se ha comprendido de diversas formas a través de los años y se ha promovido desde una variedad importante de perspectivas. Estas vienen dadas desde que uno de los primeros formadores en ciencias en los Estados Unidos de América, John Dewey (1859-1952), presentara por primera vez en 1910 el concepto de indagación, en respuesta a que la ciencia estaba enfocada en la acumulación de información, en lugar del desarrollo de actitudes y habilidades necesarias en su proceso. Así pues, los problemas estudiados deben tener una relación directa con la experiencia de los estudiantes y deben estar dentro de su nivel intelectual y académico para fomentar, que los estudiantes se conviertan en aprendices activos en busca de sus propias respuestas. (Reyes-Cárdenas y Padilla, 2012)

Vílchez y Bravo (2015) afirman que, en función del rol del docente y del estudiante, los procesos de indagación en el aula pueden ser de tres tipos:

- Indagación estructurada (el docente plantea tanto el problema como el procedimiento a seguir)
- Indagación guiada (el docente plantea el problema y el alumnado decide cómo resolverlo)
- Indagación abierta (tanto el planteamiento del problema como el método de resolución parten de los estudiantes).

La comparación de los diferentes tipos de indagación se puede ver en la siguiente tabla (Tabla 1).

NIVEL DE INDAGACIÓN	PREGUNTAS (Definidas por el docente)	PROCEDIMIENTO (Definido por el docente)	SOLUCIÓN (Definido por el docente)
Estructurada	Sí	Sí	No
Guiada	Sí	No	No
Abierta	No	No	No

Tabla 1. Descripción de los niveles de indagación según si las preguntas, el procedimiento y la solución están definidas por el docente.

La indagación guiada es el inicio del camino hacia la indagación abierta, ya que los alumnos necesitan un proceso de adaptación entre la indagación estructurada (práctica habitual de los docentes de educación secundaria y primaria (Lucero et al., 2013) y la indagación abierta. La indagación guiada permite a los estudiantes poder trabajar de forma independiente, de forma que el docente coopera con los estudiantes aportando consejos sobre procedimientos o resolviendo dudas, es decir, el docente pasa a ser un guía de la actividad. (Trna, et al., 2012)

En los últimos años el desarrollo de ramas de la biología como son la biología molecular, la ingeniería genómica y la ingeniería genética han sufrido un rápido desarrollo, lo que está provocando cambios muy rápidos en la sociedad, que tienen implicaciones tanto económicas, como éticas y sociales. (Abril-Gallego, 2010; Liseth, 2019)

En el caso concreto de la ingeniería genética aplicada en la agroalimentación hay una percepción, sobre todo entre los ciudadanos europeos entre los que encontramos a nuestros jóvenes, de que se trata de una tecnología poco usual. Este pensamiento es erróneo, ya que en los últimos cuarenta años se ha añadido a las técnicas genéticas clásicas de cruce sexual (cruce al azar de los genes de dos parentales) y de la mutación espontánea (mutación al azar los genes de un organismo), imponiéndose a una velocidad muy superior a cualquier otra tecnología agroalimentaria. En la ingeniería genética, se aísla un gen de un organismo concreto, que sabemos que codifica una propiedad determinada, y se inserta en un punto concreto del genoma de un organismo receptor para generar un organismo nuevo. A ese nuevo individuo lo llamamos transgénico o modificado genéticamente. Si aplicamos esta tecnología a los alimentos, surgen los llamados alimentos transgénicos o alimentos modificados genéticamente. (Ramón Vidal, 2018)

En este trabajo fin de máster se ha diseñado una propuesta de proyecto de investigación, que permitirá al alumnado vivir en primera persona el mundo de la ciencia, a través de su participación en prácticas científicas relacionadas con alimentos transgénicos, mediante la realización de un trabajo de indagación guiada, donde los estudiantes tienen un papel activo ya que son los encargados de explorar situaciones, resolver problemas y encontrar sus propias vías para llegar a la solución y poder comunicarla con una presentación en público.

2. OBJETIVOS GENERALES

- Introducir una metodología innovadora en el proceso de enseñanza-aprendizaje.
- Realizar un proyecto de investigación guiada dentro de un marco teórico de acuerdo con los contenidos presentes en la ley educativa.
- Promover el interés científico en el alumnado de secundaria para poner en valor la ciencia.
- Reflexionar sobre la transcendencia de trabajar en el aula temas controvertidos en la sociedad.
- Fortalecer en el alumnado las destrezas básicas en la utilización de las fuentes de información para, con sentido crítico, adquirir nuevos conocimientos, individualmente y en grupo en nuestro mundo informatizado.

3. JUSTIFICACIÓN

A día de hoy, se ha extendido entre el alumnado una imagen negativa de las ciencias, en este caso, de la Biología y Geología considerándola como una asignatura aburrida, complicada y alejada de la vida cotidiana. Esto hace que sean necesarias propuestas flexibles, abiertas e imaginativas que ejemplifiquen los valores positivos de las ciencias junto con sus implicaciones sociales y tecnológicas.

Con este proyecto de investigación se pretende fomentar actitudes positivas hacia la ciencia, específicamente, hacia la asignatura de Biología y Geología, a través del desarrollo de actividades científicas relacionadas con los organismos modificados genéticamente (OMG), concretamente, alimentos transgénicos, donde se pretende que el alumnado adquiera conocimientos y sea consciente de: qué son, cómo se crean, cuál es su presencia en nuestras vidas o que consecuencias tienen en diferentes ámbitos. Al mismo tiempo que se amplían conocimientos, y se va adquiriendo un pensamiento crítico, se va profundizando en conocimientos ya adquiridos en temas o cursos anteriores, existiendo una posible implicación con otras asignaturas.

Los transgénicos son un tema actual y emergente que está considerado como una controversia científica, debido a su implicación en campos como el social, ético, político y ambiental. Que los alumnos estén informados y puedan generar un pensamiento crítico de este tema es fundamental.

De esta forma, lo que se persigue con este proyecto es mejorar la experiencia de aprender ciencia y con ello conseguir una mayor motivación hacia la asignatura de Biología y Geología, alternando las típicas clases magistrales de teoría con clases más dinámicas donde no solo sean meros oyentes.

Por último, teniendo en cuenta la legislación vigente, encontramos que en el boletín oficial del estado (BOE) número 3 del año 2015, se establece que la asignatura de Biología y Geología debe contribuir durante la educación secundaria obligatoria (ESO) a que el alumnado adquiera conocimientos y destrezas básicas que le permitan adquirir una cultura científica, siendo tanto los alumnos como las alumnas agentes activos.

4. METODOLOGÍA

Para el desarrollo de este proyecto de investigación se ha llevado a cabo una búsqueda bibliográfica de artículos científicos y páginas web de contenido contrastado, relacionados con los organismos modificados genéticamente a través de ingeniería genética, concretamente de los alimentos transgénicos.

También se ha realizado una búsqueda de información sobre los proyectos de investigación o indagación en educación secundaria, los diferentes tipos y las características de cada uno de ellos, y una búsqueda paralela de la representación del conocimiento para conseguir un aprendizaje significativo de conceptos relacionados con el campo de la biotecnología y la ingeniería genética en alumnos de educación secundaria.

Para llevar a cabo las búsquedas bibliográficas se han empleado diferentes bases de datos y sitios web entre los que se encuentran:

- Elsevier (<https://www.elsevier.com/es-es>)
- Google Libros (<https://books.google.es/>)
- Google Scholar (<https://scholar.google.es/>)
- Organización Mundial de la Salud (<https://www.who.int/es>)
- Science Direct (<https://www.sciencedirect.com/>)
- Scopus (<https://www.scopus.com/search/form.uri?display=basic>)

En el caso de los artículos escritos en una lengua diferente al español, se ha recurrido a la siguiente herramienta para una comprensión íntegra de los textos.

- Word Reference (<https://www.wordreference.com/es/>)

Para llevar a las aulas de secundaria este tipo de conocimientos, tan complejos de entender, debido a su elevado nivel de abstracción, hay que tener en cuenta el nivel de conocimiento de los alumnos sobre el tema, y por tanto realizar actividades acordes a dicho nivel de conocimientos fomentando el aprendizaje y la motivación. Por este motivo se han seleccionado materiales tanto audiovisuales como de lectura para repasar contenidos previos, y para que los

alumnos realicen el proyecto de investigación, se han seleccionado textos completos o fragmentos de ellos que puedan comprender tras un cierto esfuerzo cognitivo.

Para facilitar a los alumnos los procesos de selección, análisis y síntesis de información a partir de la bibliografía se ha elaborado un documento de ayuda. Además, se les hará entrega de una ficha que les ayudará a elaborar un póster para su posterior exposición oral en público.

En el proyecto de investigación desarrollado se pretende iniciar a los alumnos en el método científico, a través de un tema actualmente controvertido, con ayuda de fuentes de información fiables y teniendo como guía en esta iniciación al docente.

5. CONTEXTO EDUCATIVO

El proyecto de investigación que se plantea en este trabajo está destinado a un grupo de 20 alumnos de 4º curso de la ESO matriculados en la asignatura Biología y Geología de Enseñanza Secundaria Obligatoria, dichos alumnos tienen edades comprendidas entre los 15 y 16 años, ya que no hay ningún alumno que repita dicha asignatura.

El centro educativo en el que se va a realizar el proyecto de investigación está situado en el área urbana de la ciudad de Valladolid. Esto hace que la mayoría del alumnado proceda de la misma ciudad de Valladolid, aunque también encontremos alumnos de pueblos de alrededor, fomentando así la heterogeneidad del centro. Otra característica que fomenta esta heterogeneidad es la amplia oferta del centro educativo, ya que abarca desde la educación secundaria obligatoria con la posibilidad de cursarla en la sección bilingüe, hasta bachillerato, existiendo las modalidades de arte, ciencias y tecnología y por último humanidades y ciencias sociales.

6. PROYECTO DE INVESTIGACIÓN

6.1. Descripción del proyecto de investigación

El proyecto de investigación diseñado se basa en la unidad didáctica titulada “La información genética y los ácidos nucleicos: iniciación a la biología molecular”, encontramos los siguientes contenidos: biología molecular, ácidos nucleicos, el mensaje genético, la replicación del ADN, la expresión de la información genética, el código genético, mutaciones, ingeniería genética, biotecnología y bioética.

Para que los alumnos comprendan de una forma más sencilla estos conceptos, deberán tener unos conocimientos sólidos de la unidad 1 (La célula: estructura, funciones y evolución celular) donde se estudia la célula procariota y eucariota. y la unidad 2 (La herencia genética de los caracteres) que nos muestra la genética mendeliana.

La historia de la ciencia nos muestra que los alimentos genéticamente modificados se remontan al siglo XIX, en el que Gregor Mendel realizó un experimento en el que se cruzaron diferentes especies de guisantes para demostrar que ciertos rasgos de una especie se heredan en este proceso, derivando en sus teorías de la hibridación o cruzamiento.

Diferentes observaciones de Mendel consiguieron allanar el camino del desarrollo de la primera planta modificada genéticamente, la planta de tabaco, en el año 1983. Tras esta se han ido obteniendo muchos más alimentos transgénicos gracias a la ingeniería genética que es capaz de romper los límites de las anteriores técnicas, consiguiendo mezclar material genético de especies totalmente distintas. (Baltà et al., 2013).

Entender la formación de alimentos transgénicos, posee gran importancia en el aprendizaje de la biología molecular, ya que se trata de una aplicación de la biotecnología, en la que se emplean métodos de ingeniería genética. Sin embargo, la parte que trata de alimentos transgénicos es mínima en los libros de

texto, tratándose de una simple definición que los alumnos tienen que memorizar.

Para el aprendizaje y enseñanza de las ciencias, se debe tener en cuenta la motivación de los estudiantes y sus emociones hacia las ciencias.

Presentar a los alumnos un proyecto de investigación con información novedosa, que les acerque a conceptos científicos que suponen cierto nivel de abstracción y que por tanto necesitan tratarse en profundidad puede constituir para ellos un reto y puede servir para fomentar la motivación y curiosidad por las ciencias. También el factor sorpresa de romper la dinámica de las clases teóricas, por clases centradas en un proyecto de investigación, del que ellos son responsables de su ejecución, puede contribuir a un mayor grado de motivación y por lo tanto de aprendizaje.

Así mismo, el indicar la funcionalidad del proyecto en su día a día, ya que los alimentos transgénicos están presentes en nuestros supermercados, pero un alto porcentaje de la población no sabe en qué productos se encuentran, ni como leer el etiquetado de los productos que contienen organismos modificados genéticamente, también puede constituir un elemento de motivación para los alumnos y al mismo tiempo servir en el desarrollo de su sentido crítico, ya que, al ir conociendo el tema con mayor profundidad, podrán elaborar un juicio sobre estos alimentos y así decidir si no les importa consumirlos o si por el contrario prefieren evitarlos.

El hecho de que la unidad didáctica, en la que se basa el proyecto, contenga conceptos científicos con cierto grado de dificultad hace necesario que se lleve a cabo mediante un proceso de indagación guiada. En este proceso se cede el protagonismo a los estudiantes, los cuales tendrán una mayor autonomía, y el docente actúa como guía del proyecto planteando una hipótesis a los que los estudiantes deberán dar una respuesta argumentada.

Los alumnos trabajarán de forma cooperativa en grupos pequeños. Todos los integrantes del grupo tendrán un mismo objetivo, esto potenciará el trabajo en equipo, la responsabilidad, la autonomía como grupo y el compromiso. Es importante mostrar a los alumnos que el trabajo en equipo y la suma de ideas

individuales a un proyecto común es esencial en ciencia. Por otra parte, el trabajo en grupo va a permitir la resolución de los problemas que puedan surgir mediante el diálogo.

En este proyecto de investigación los alumnos seguirán el método científico para resolver la hipótesis planteada por el docente. Para ello, realizarán la lectura y el análisis de textos seleccionados por este, seleccionando información con la que argumentarán las conclusiones a las que lleguen (afirmando o negando la hipótesis). Finalmente dejarán reflejadas las diferentes etapas del proceso de investigación en un póster que expondrán a sus compañeros.

6.2. Contenidos y estándares de aprendizaje

En el cuarto curso de la ESO, curso al que está enfocado el proyecto de investigación que se va a presentar en este trabajo fin de máster, se inicia al alumnado en las grandes teorías, que han permitido el desarrollo más actual de estas ciencias: la tectónica de placas, la teoría celular y la teoría de la evolución, para finalizar con el estudio de los ecosistemas, relaciones tróficas en los ecosistemas, la interacción de los organismos, incluido el hombre, entre ellos y con el medio ambiente, así como su repercusión en la dinámica y evolución de dichos ecosistemas. Estos contenidos coinciden con los establecidos en el BOCYL 2015 número 86 y se agrupan a lo largo del curso en los siguientes 3 bloques:

Bloque 1. La evolución de la vida

Bloque 2. La dinámica de la Tierra

Bloque 3. Ecología y medio ambiente

En este cuarto curso de ESO, y en ambas legislaciones, se encuentra un cuarto bloque en el que está centrado este trabajo fin de máster: Bloque 4. Proyecto de investigación

El proyecto de investigación que se va a desarrollar en este trabajo va asociado a la unidad didáctica titulada “La información genética y los ácidos nucleicos: iniciación a la biología molecular” en la que se tratan contenidos incluidos en el

Bloque 1, La evolución de la vida. En la Tabla 2 se muestran los contenidos, estándares de aprendizaje y criterios de evaluación que se asumen dentro de este bloque. Los contenidos específicos que se van a tratar en el desarrollo del proyecto de investigación son: ingeniería genética (técnicas y aplicaciones), biotecnología y bioética; cuyos criterios de evaluación son: identificar las técnicas de la Ingeniería Genética: ADN recombinante y PCR, comprender el proceso de clonación, reconocer las aplicaciones de la Ingeniería Genética: OMG (organismos modificados genéticamente) y valorar las aplicaciones de la tecnología del ADN recombinante en la agricultura, la ganadería, el medio ambiente y la salud.

Bloque 1. La evolución de la vida

CONTENIDOS	CRITERIOS DE EVALUACIÓN	ESTÁNDARES DE APRENDIZAJE EVALUABLES
<ul style="list-style-type: none"> - La célula. - Ciclo celular. 	<ol style="list-style-type: none"> 1. Determinar las analogías y diferencias en la estructura de las células procariotas y eucariotas, interpretando las relaciones evolutivas entre ellas. 2. Identificar el núcleo celular y su organización según las fases del ciclo celular a través de la observación directa o indirecta. 3. Comparar la estructura de los cromosomas y de la cromatina. 4. Formular los principales procesos que tienen lugar en la mitosis y la meiosis y revisar su significado e importancia biológica. 	<ol style="list-style-type: none"> 1.1. Compara la célula procariota y eucariota, la animal y la vegetal, reconociendo la función de los orgánulos celulares y la relación entre morfología y función. 2.1. Distingue los diferentes componentes del núcleo y su función según las distintas etapas del ciclo celular. 3.1. Reconoce las partes de un cromosoma utilizándolo para construir un cariotipo. 4.1. Reconoce las fases de la mitosis y meiosis, diferenciando ambos procesos y distinguiendo su significado biológico.

<ul style="list-style-type: none"> - Los ácidos nucleicos. - ADN Y Genética molecular. - Proceso de replicación del ADN. - Concepto de gen. - Expresión de la información genética. - Código genético. - Mutaciones. Relaciones con la evolución. 	<p>5. Comparar los tipos y la composición de los ácidos nucleicos, relacionándolos con su función.</p> <p>6. Relacionar la replicación del ADN con la conservación de la información genética.</p> <p>7. Comprender cómo se expresa la información genética, utilizando el código genético.</p> <p>8. Valorar el papel de las mutaciones en la diversidad genética, comprendiendo la relación entre mutación y evolución.</p>	<p>5.1. Distingue los distintos ácidos nucleicos y enumera sus componentes.</p> <p>6.1. Reconoce la función del ADN como portador de la información genética, relacionándolo con el concepto de gen.</p> <p>7.1. Ilustra los mecanismos de la expresión genética por medio del código genético.</p> <p>8.1. Reconoce y explica en qué consisten las mutaciones y sus tipos</p>
--	---	--

<ul style="list-style-type: none"> - La herencia y transmisión de caracteres. Introducción y desarrollo de las Leyes de Mendel. - Base cromosómica de las leyes de Mendel. - Aplicaciones de las leyes de Mendel. 	<p>9. Formular los principios básicos de Genética Mendeliana, aplicando las leyes de la herencia en la resolución de problemas sencillos.</p> <p>10. Diferenciar la herencia del sexo y la ligada al sexo, estableciendo la relación que se da entre ellas.</p> <p>11. Conocer algunas enfermedades hereditarias, su prevención y alcance social.</p>	<p>9.1. Reconoce los principios básicos de la Genética mendeliana, resolviendo problemas prácticos de cruzamientos con uno o dos caracteres.</p> <p>10.1. Resuelve problemas prácticos sobre la herencia del sexo y la herencia ligada al sexo.</p> <p>11.1. Identifica las enfermedades hereditarias más frecuentes y su alcance social.</p>
--	---	---

<p>- Ingeniería Genética: técnicas y aplicaciones. Biotecnología. Bioética.</p>	<p>12. Identificar las técnicas de la Ingeniería Genética: ADN recombinante y PCR. 13. Comprender el proceso de la clonación. 14. Reconocer las aplicaciones de la Ingeniería Genética: OMG (organismos modificados genéticamente). 15. Valorar las aplicaciones de la tecnología del ADN recombinante en la agricultura, la ganadería, el medio ambiente y la salud.</p>	<p>12.1. Diferencia técnicas de trabajo en ingeniería genética. 13.1. Describe las técnicas de clonación animal, distinguiendo clonación terapéutica y reproductiva. 14.1. Analiza las implicaciones éticas, sociales y medioambientales de la Ingeniería Genética. 15.1. Interpreta críticamente las consecuencias de los avances actuales en el campo de la biotecnología.</p>
---	---	--

<p>- Origen y evolución de los seres vivos. Hipótesis sobre el origen de la vida en la Tierra. - Teorías de la evolución. El hecho y los mecanismos de la evolución. - La evolución humana: proceso de hominización.</p>	<p>16. Conocer las pruebas de la evolución. Comparar lamarckismo, darwinismo y neodarwinismo. 17. Comprender los mecanismos de la evolución destacando la importancia de la mutación y la selección. Analizar el debate entre gradualismo, saltacionismo y neutralismo. 18. Interpretar árboles filogenéticos, incluyendo el humano. 19. Describir la hominización.</p>	<p>16.1. Distingue las características diferenciadoras entre lamarckismo, darwinismo y neodarwinismo 17.1. Establece la relación entre variabilidad genética, adaptación y selección natural. 18.1. Interpreta árboles filogenéticos. 19.1. Reconoce y describe las fases de la hominización.</p>
--	---	---

Tabla 2. Contenidos, estándares de aprendizaje y criterios de evaluación del Bloque 1 correspondiente a la asignatura Biología y Geología del curso 4º de E.S.O. Fuente: BOE 2015.

En la Tabla 3 se muestran los contenidos, criterios de evaluación y estándares de aprendizaje evaluables correspondientes al Bloque 4, (BOE 2015. Núm. 3. Sección I. Página 211) que nos indican cómo llevar a cabo un proyecto de investigación.

Bloque 4. Proyecto de investigación

CONTENIDOS	CRITERIOS DE EVALUACIÓN	ESTÁNDARES DE APRENDIZAJE EVALUABLES
Proyecto de investigación.	1. Planear, aplicar, e integrar las destrezas y habilidades propias de trabajo científico. 2. Elaborar hipótesis, y contrastarlas a través de la experimentación o la observación y argumentación. 3. Discriminar y decidir sobre las fuentes de información y los métodos empleados para su obtención. 4. Participar, valorar y respetar el trabajo individual y en grupo. 5. Presentar y defender en público el proyecto de investigación realizado	1.1. Integra y aplica las destrezas propias de los métodos de la ciencia. 2.1. Utiliza argumentos justificando las hipótesis que propone. 3.1. Utiliza diferentes fuentes de información, apoyándose en las TIC, para la elaboración y presentación de sus investigaciones. 4.1. Participa, valora y respeta el trabajo individual y grupal. 5.1. Diseña pequeños trabajos de investigación sobre animales y/o plantas, los ecosistemas de su entorno o la alimentación y nutrición humana para su presentación y defensa en el aula. 5.2. Expresa con precisión y coherencia tanto verbalmente como por escrito las conclusiones de sus investigaciones.

Tabla 3. Contenidos, estándares de aprendizaje y criterios de evaluación del Bloque 4 correspondiente a la asignatura Biología y Geología del curso 4º de E.S.O. Fuente: BOE 2015.

Este Bloque 4 junto con el Bloque 1, mencionado anteriormente, nos permitirán desarrollar el proyecto de investigación guiada que se desarrollará al final del primer trimestre del curso académico.

6.3. Objetivos didácticos específicos

- Aplicar de forma rigurosa el método científico en una investigación guiada.
- Trabajar de forma coordinada y cooperativa dentro de los grupos de trabajo.
- Fomentar el espíritu crítico a través del análisis de documentos.
- Comprender conceptos relacionados con el campo de los alimentos transgénicos.
- Analizar si el consumo prolongado de alimentos transgénicos genera problemas en la salud humana.
- Utilizar las TICs para crear productos propios que ayuden en la explicación y comprensión de los conceptos trabajados.
- Exponer ideas y conclusiones de forma ordenada y comprensible para los interlocutores.

6.4. Competencias

Atendiendo a la LOMCE, el alumnado debe adquirir unas competencias básicas a lo largo de su formación en un centro educativo. Dichas competencias se describen en la Orden ECD/65/2015, de 21 de enero, concretamente en el artículo 2 titulado Las competencias clave en el sistema educativo español. A efectos de esta orden, las competencias clave del currículo son las siguientes:

- a) Comunicación lingüística.
- b) Competencia matemática y competencias básicas en ciencia y tecnología.
- c) Competencia digital.
- d) Aprender a aprender.
- e) Competencias sociales y cívicas.
- f) Sentido de la iniciativa y espíritu emprendedor.
- g) Conciencia y expresiones culturales.

La descripción completa de estas competencias clave en el Sistema Educativo Español se recoge en el Anexo I de la disposición 738 del BOE número 25 de

2015. Paso a describir de forma resumida los puntos esenciales de cada una de ellas:

1. Comunicación Lingüística (CL): es el resultado de la acción comunicativa dentro de prácticas sociales determinadas, en las cuales el individuo actúa con otros interlocutores y a través de textos en múltiples modalidades, formatos y soportes. Estas situaciones y prácticas pueden implicar el uso de una o varias lenguas, en diversos ámbitos de forma individual o colectiva.
2. Competencia matemática y competencias básicas en ciencia y tecnología (CMCT): La competencia matemática implica la capacidad de aplicar el razonamiento matemático y sus herramientas para describir, interpretar y predecir distintos fenómenos en su contexto. Requiere de conocimientos sobre los números, las medidas y las estructuras, así como de las operaciones y las representaciones matemáticas, y la comprensión de los términos y conceptos matemáticos.
La competencia científica y tecnológica proporciona un acercamiento al mundo físico y la interacción responsable con él de forma individual o colectiva, orientada a la conservación y mejora del medio natural, decisivas para el mantenimiento de la calidad de vida y el progreso de las personas. Así también contribuyen al desarrollo del pensamiento científico.
3. Competencia digital (CD): implica el uso creativo, crítico y seguro de las tecnologías de la información y la comunicación para alcanzar los objetivos relacionados con el trabajo, el aprendizaje y el ocio. Esta competencia supone habilidades y actitudes necesarias hoy en día para ser competente en un entorno digital, lo que conlleva el conocimiento de las principales aplicaciones informáticas.
4. Aprender a aprender (CPAA): requiere la habilidad para iniciar, organizar y persistir en el aprendizaje de manera, cada vez, más eficaz y autónoma de acuerdo a los propios objetivos y necesidades en muy diversos

contextos, como los de la vida privada y profesional, la educación y la formación. La motivación y la confianza son actitudes cruciales para la adquisición de esta competencia.

5. Competencias sociales y cívicas (SIE): implican la habilidad y capacidad para utilizar los conocimientos y actitudes sobre la sociedad, entendida desde las diferentes perspectivas, para interpretar fenómenos y problemas sociales; para elaborar respuestas, tomar decisiones y resolver conflictos, así como para interactuar con otras personas y grupos basándose en el respeto mutuo y convicciones democráticas.
6. Sentido de la iniciativa y espíritu emprendedor (CEC): implica la capacidad de transformar las ideas en actos. Ello significa adquirir conciencia de la situación a intervenir o resolver, y saber elegir, planificar y gestionar los conocimientos, destrezas o habilidades y actitudes necesarios con criterio propio, con el fin de alcanzar el objetivo previsto. Esto debe ocurrir en los ámbitos personal, social, escolar y laboral sin olvidar los valores éticos relacionados.
7. Conciencia y expresiones culturales (CSC): supone la apreciación de la importancia de la expresión creativa de ideas, experiencias y emociones a través de distintos medios, incluida la música, las artes escénicas, la literatura y las artes plásticas.

Este proyecto de investigación va a ayudar a desarrollar fundamentalmente las siguientes competencias por el alumnado: competencia matemática y competencias básicas en ciencia y tecnología, aprender a aprender, competencia digital, sentido de la iniciativa y espíritu emprendedor, competencias sociales y cívicas y comunicación Lingüística.

Competencia matemática y competencias básicas en ciencia y tecnología (CMCT): principalmente a través de la introducción al método científico y la

familiarización con vocabulario técnico y un lenguaje específico que se irá ampliando a medida que los alumnos vayan desarrollando el proyecto.

Aprender a aprender (CPAA): a lo largo del proyecto los alumnos deberán analizar, interpretar, reflexionar y sacar conclusiones sobre datos y hechos científicos. Los alumnos van construyendo su aprendizaje, y al ser conscientes de ello, les aportará confianza y motivación.

Competencia digital (CD): para realizar este proyecto los alumnos deben hacer uso de las TICs, tanto para seleccionar la información que necesitan para su desarrollo, como, siguiendo su criterio y creatividad, para su presentación y defensa a través de la realización de un póster (Genially, ppt, canva...).

Sentido de la iniciativa y espíritu emprendedor (CEC): los alumnos deben ponerse de acuerdo y organizar el trabajo tanto grupal como individual. Para ello deben tener iniciativa, interés y ser proactivos. Así mismo se les da la oportunidad de ampliar la búsqueda en otras fuentes por iniciativa propia.

Competencias sociales y cívicas (SIE): el proyecto se desarrolla en grupos de trabajo pequeños. Por lo tanto, todos los miembros del grupo deben comunicarse para poner en común la información y opinar sobre el trabajo realizado en conjunto. La comunicación ha de llevarse a cabo de forma constructiva para que ayude al grupo como unidad. Al ser grupos heterogéneos se espera que todos tengan una predisposición a superar los prejuicios y respetar las diferencias, ya que la toma de decisiones recae en todo el grupo. Se favorecerá siempre el diálogo como herramienta para la resolución de problemas.

Comunicación Lingüística (CL): la realización del proyecto conlleva la comprensión de los textos científicos, la comunicación entre los componentes del grupo de forma abierta, ordenada y clara; también conlleva la recopilación por escrito de toda la información obtenida tras el proceso de investigación y finalmente su exposición de forma organizada ante el resto de compañeros de la clase con un vocabulario adecuado.

6.5. Metodología

Para que los estudiantes alcancen y superen los criterios de evaluación y los estándares de aprendizaje planteados según la Ley Orgánica 8/2013 de 9 de diciembre para la Mejora de la Calidad Educativa, la metodología que se utilizará en el proyecto de investigación planteado será la investigación cooperativa dentro de grupos. El producto final a evaluar será un póster explicativo y una exposición oral. Para ello, seguirán el método científico, procedimiento mediante el cual se puede alcanzar un conocimiento objetivo de la realidad, tratando de dar respuesta a los interrogantes acerca del orden de la naturaleza.

Según manifiesta Castan (2014), el uso del método científico permite al estudiante desarrollar su capacidad crítica y de indagación. La correcta aplicación de este método provoca curiosidad, lo que motiva a la indagación e investigación, generándose así dos tipos importantes de aprendizaje, el experimental y por descubrimiento. Al aplicar el método científico el estudiante es el ente principal de la generación del conocimiento, a medida que experimenta, descubre y responde incógnitas propias.

Organización del alumnado:

Los 20 alumnos que componen la asignatura de Biología y Geología de 4º de ESO serán divididos en grupos de trabajo. Esta división se realizará en 5 grupos de 4 componentes cada uno. El docente elaborará los grupos según su criterio, intentando que sean lo más heterogéneos posibles para que el aprendizaje sea integral, es decir, que se compartan conocimientos activamente.

Etapas de desarrollo del proyecto:

Las etapas que se van a desarrollar en este proyecto de investigación van a ser las propias del método científico, donde encontramos: observación del entorno, formulación de la hipótesis, experimentación, emisión de conclusiones y publicación y comparación de las conclusiones obtenidas.

1. Observación de la realidad en el campo de la biotecnología y del desarrollo de los alimentos transgénicos:

En la etapa de observación los alumnos obtendrán una visión general sobre la aplicación de la biotecnología en el ámbito alimentario. Así como, los datos y la información necesaria para fundamentar sus conocimientos básicos sobre los alimentos modificados genéticamente. Así, para trabajar en esta etapa se partirá de los conocimientos previos del alumnado que serán recordados a través del visionado del siguiente vídeo:

Bio[ESO]Sfera ingeniería genética y biotecnología - Clonación, terapia génica, transgénicos, PCR, bioética. https://www.youtube.com/watch?v=rL1H2xluJ_c (minutos: 21:09-23:32)

En este vídeo se recuerda el concepto de biotecnología, sus aplicaciones en medicina, agricultura, ganadería y medio ambiente y el desarrollo de diferentes alimentos transgénicos.

Estos conocimientos básicos se ampliarán mediante la lectura del siguiente artículo científico: Gómez Otamendi, J. (2019). Bioethics and Genetically Modified Foods. Mexican Bioethics Review ICOSA, 1 (1), 1-7. Disponible en: <https://repository.uaeh.edu.mx/revistas/index.php/MBR/article/view/4852/6596>

Este artículo da una visión amplia de los Organismos Modificados Genéticamente. Los alumnos encontrarán la definición de Biotecnología y las aplicaciones de organismos transgénicos en medicina, agricultura, ganadería y medio ambiente. Al tratarse de un artículo científico y en inglés, el profesor ayudará a los alumnos en los momentos que estos requieran y les aportará las siguientes páginas web para que puedan traducir las palabras que no conozcan y así saber su significado:

- Word Reference (<https://www.wordreference.com/es/>)
- Google traductor (<https://translate.google.es/?hl=es>)

Además, los alumnos contarán, durante todo el proyecto, con un glosario donde poder consultar las palabras técnicas relacionadas con los organismos transgénicos:

- Glosario:

<https://www.chilebio.cl/wp-content/uploads/2015/09/ARCHIVADOR.pdf>
(páginas: 51-63).

Durante esta etapa es fundamental ser completamente riguroso y objetivo con la información y datos sobre los alimentos modificados genéticamente y cómo puede afectar su consumo en la salud humana. Al trabajar con un tema tan controvertido, los alumnos deberán ser conscientes del origen de la información, es decir, la intencionalidad del autor, ya que en muchas ocasiones lleva implícita intereses propios que priman sobre lo ético. Esto no quiere decir que esa información no sea válida, pero sí que es necesario que los alumnos sean conscientes de que algunas veces solo se muestra una perspectiva o se emplean datos sesgados que favorecen una posición respaldada por factores principalmente económicos. Por ello, los alumnos deberán aplicar el pensamiento crítico que les ayudarán en la recopilación de datos para su posterior estudio.

2. Formulación de hipótesis por el docente - indagación guiada:

Seguidamente, el docente formula la hipótesis de trabajo que deberán contrastar los diferentes grupos en sus proyectos. Cada grupo de trabajo deberá presentar una explicación posible y argumentada a la hipótesis planteada.

La hipótesis de trabajo es la siguiente: *el consumo prolongado de alimentos transgénicos puede generar problemas en la salud.*

3. Experimentación - Trabajo de investigación y análisis:

Una vez el docente ha formulado la hipótesis a contrastar, comienza la etapa de experimentación. En esta etapa el objetivo principal será que cada grupo de trabajo, apoyándose en los datos obtenidos durante la etapa de observación de la realidad, en sus conocimientos previos y con el trabajo de investigación y análisis que se lleve a cabo en esta etapa, sea capaz de dar una respuesta argumentada a la hipótesis planteada por el profesor.

El trabajo de investigación y análisis, en esta etapa de experimentación, se llevará a cabo mediante el análisis crítico de artículos procedentes de páginas web de organismos reconocidos y de un artículo de investigación en español:

Texto A. AECOSAN (Agencia Española de Seguridad Alimentaria y Nutrición):
http://www.aecosan.msssi.gob.es/AECOSAN/web/para_el_consumidor/ampliacion/omgs.htm

Texto B. GREENPEACE:
<http://archivo-es.greenpeace.org/espana/es/Trabajamos-en/Transgenicos/Transgenicos/Problemas-de-los-transgenicos/Efectos-de-los-transgenicos-para-la-salud1/index.html>

Texto C. OMS (Organización Mundial de la Salud) y FAO (Organización de las Naciones Unidas para la Alimentación y la Agricultura):
https://www.who.int/foodsafety/areas_work/food-technology/faq-genetically-modified-food/en/

Texto D. ChileBio:
<https://www.chilebio.cl/wp-content/uploads/2015/09/ARCHIVADOR.pdf> (páginas 33, 36-39).

Texto E. Ecologistas en Acción:
<https://www.agroecologia.net/wp-content/uploads/2015/12/mitos-omg.pdf> (páginas 17-38).

Texto F. Luque Polo, K. (2017). Seguridad Alimentaria y Alimentos transgénicos. Observatorio Medioambiental, 20, 59-75. (páginas 6-16)

Este material bibliográfico contiene datos que explican la relación del consumo de alimentos transgénicos con el desarrollo de problemas en la salud de las personas. Cabe destacar la variedad de autorías de esta información, siendo algunas de ellas organismos oficiales (OMS, FAO, AECOSAN), otras, compañías de biotecnología agrícola (ChileBIO, agrupa a compañías de biotecnología agrícola que se dedican al desarrollo, producción y comercialización de productos innovadores para la agricultura basados en la mejora genética de semillas) y otras asociaciones ecologistas (GreenPeace y Ecologistas en acción). Los alumnos deberán tener en cuenta esta autoría en los

siguientes apartados, ya que en algunos casos la información puede estar sesgada por intereses propios.

El papel del docente será facilitar al alumnado la lectura de algunos textos, a través de la señalización de las páginas en las que pueden encontrar la información relevante relacionada con este trabajo. Además, resolverá las dudas que puedan surgir a los alumnos a lo largo de la lectura y el tratamiento de los textos y páginas web.

El docente también sugerirá a los grupos realizar la organización de la información en un documento online, por ejemplo, una hoja de cálculo en Drive con una pestaña por texto, donde cada uno de los miembros de los distintos grupos de trabajo, y siguiendo las directrices de una tabla de ayuda (Tabla 4), completará con la información que crea necesaria, y de esta forma, tanto la puesta en común con sus compañeros, como el posterior tratamiento y síntesis de la información, se realizará de forma ordenada.

TEXTO / ARTÍCULO				
Alumno	Autoría (Organización reconocida o autor) Tipo de Organización	Los alimentos transgénicos generan peligros en la salud humana		Datos curiosos
		NO → ¿Por qué? ¿Cómo lo saben?	SÍ → ¿Cuáles? ¿Por qué? ¿Cómo lo saben?	
Alumno 1				
Alumno 2				
Alumno 3				
Alumno 4				

Tabla 4. Tabla para la recopilación y organización de la información aportada en los textos y artículos científicos.

Los grupos de trabajo compuestos por cuatro alumnos deberán organizarse en función de los diferentes roles propuestos por el profesor: coordinador, secretario, creativo, cohesionador. En cada sesión se leerán y analizarán los textos y artículos correspondientes de forma conjunta por todo el grupo. Una vez

realizado este paso y habiendo establecido previamente los diferentes roles de los alumnos, cada uno asumirá su función:

El coordinador: encargado de mantener el orden en el grupo y dirigir a sus compañeros favoreciendo el diálogo, el trabajo cooperativo y un clima positivo de trabajo.

El secretario: encargado de recopilar todas las ideas puestas en común en la Tabla 4 facilitada por el docente sobre cada uno de los textos a analizar.

El creativo: buscar ideas para la creación del poster con la información tratada.

El cohesionador: busca cómo dar forma a todas las ideas de forma que el resultado sea coherente.

Durante el desarrollo del proyecto, los alumnos pueden ampliar la información mediante la búsqueda, de forma crítica, en páginas de organizaciones oficiales o en bases de datos proporcionadas por el docente, para tal fin, como las siguientes:

- Elsevier (<https://www.elsevier.com/es-es>)
- Google Scholar (<https://scholar.google.es/>)
- Science Direct (<https://www.sciencedirect.com/>)
- Scopus (<https://www.scopus.com/search/form.uri?display=basic>)

Los alumnos utilizarán la Tabla 4, y deberán seguir el mismo procedimiento para el tratamiento y síntesis de esta nueva información. Para que el docente sea consciente de la búsqueda, por iniciativa de los alumnos, de nueva información, estos deberán incluir un nuevo apartado de bibliografía donde la referencien.

4. Etapa de síntesis y emisión de conclusiones:

La información seleccionada, analizada y puesta en común por el grupo deberán sintetizarla y plasmarla en un póster. El docente entregará a los grupos de trabajo una ficha que les servirá de ayuda para desarrollar los diferentes elementos que tiene que contener el póster (Figura 1).

CÓMO REALIZAR EL PÓSTER

Para la correcta realización de vuestro póster, deberéis leer, analizar y sintetizar la información de los textos proporcionados. Además, podréis ampliar la búsqueda de información si lo creéis oportuno para completar los siguientes apartados, que deberá incluir vuestro póster.

- Título: debe describir el contenido del trabajo de forma clara y precisa, de tal forma que el lector pueda identificar fácilmente el tema. Tiene que tener una extensión máxima de 10 palabras.
- Autores: nombre de los autores del trabajo.
- Introducción: describir la situación del problema, y la cuestión de estudio. Debe contener la hipótesis de trabajo.
- Método: explicar los pasos seguidos para realizar la investigación.
- Resultados: exponer los resultados de la investigación en un orden lógico, con figuras y tablas, destacando en primer lugar los descubrimientos más importantes.
- Discusión: interpretar y analizar los resultados destacando los aspectos más novedosos e importantes.
- Conclusiones: escribir la conclusión final a la que se llega con todo el trabajo de investigación. Indicar si la hipótesis inicial: *el consumo prolongado de alimentos transgénicos puede generar problemas en la salud* es verdadera o falsa razonando la respuesta.

El póster deberá atraer la atención de vuestros compañeros así que utilizad la imaginación para crear un diseño original y creativo.

Figura 1. Ficha guía para realizar el póster.

Cada grupo de trabajo debe realizar un póster bien sea a mano, o con ayuda de herramientas TIC (canva, genially, ppt...) y deberá resultar atractivo, de forma que atraiga al resto de grupos a interesarse por él.

5. Publicación y comparación de las conclusiones obtenidas:

Finalmente, en la última etapa del método científico se fomentará compartir las conclusiones obtenidas por cada uno de los grupos de trabajo, lo que tiene un doble objetivo, por un lado, ampliar el conocimiento sobre alimentos transgénicos del alumnado y, por otro, fomentar su espíritu crítico.

Para que los alumnos sean conscientes de lo que busca el docente tanto en la elaboración del póster como en la exposición oral, pondrá a su disposición la rúbrica para su evaluación (ver evaluación).

Cada póster será presentado y defendido, por todos los miembros de cada uno de los grupos, en una exposición oral que realizarán sobre su proyecto de investigación. Cada miembro del grupo se encargará de explicar una de las siguientes partes a desarrollar (Introducción, metodología, resultados, discusión y conclusión). Después de cada presentación los compañeros podrán hacer preguntas o plantear dudas sobre el póster presentado.

Cuando todos los grupos hayan realizado sus exposiciones se hará una puesta en común sobre las conclusiones a las que han llegado, donde los alumnos deberán comentar si todos han llegado a las mismas o alguno de grupos ha concluido algo diferente.

6.6. Temporalización

La asignatura de biología y geología en 4º de E.S.O. se imparte durante 4 horas a la semana. Para la planificación en el tiempo de este proyecto hay que tener en cuenta el desarrollo de los contenidos relacionados con la ingeniería genética y la biotecnología, cuyo conocimiento resulta imprescindible para su realización. Es por ello, por lo que este proyecto de investigación tendrá lugar al finalizar la unidad con el título: “La información genética y los ácidos nucleicos: iniciación a la biología molecular”, la cual pone final al primer bloque, que normalmente se desarrolla en el primer trimestre de este cuarto curso de secundaria.

De esta forma se enlazan los contenidos de la unidad con los del proyecto de investigación, favoreciendo que los alumnos los tengan recientes y no los dejen

en el olvido. Con este proyecto se finalizaría el primer trimestre, dejando los dos siguientes para el bloque 2: la dinámica de la tierra y el bloque 3: ecología y medio ambiente, que aparecen en el BOE.

La realización de este proyecto tendrá lugar durante 13 horas, es decir, tres semanas y un día. La descripción de la actividad que se llevará a cabo en cada sesión de 50 minutos de clase queda reflejada en la Tabla 5.

SESIÓN	DESCRIPCIÓN DE LA ACTIVIDAD
Sesión 1	<p>En el aula habitual asignada:</p> <ul style="list-style-type: none"> - Sondeo de conocimientos previos sobre biotecnología y sus aplicaciones con preguntas - Repaso de conceptos con un fragmento del Vídeo de YouTube de Bio[ESO]Sfera - Ampliación de conceptos: Artículo “Bioética y Alimentos transgénicos”
Sesión 2	<p>En el aula habitual asignada:</p> <ul style="list-style-type: none"> - Continuación de la lectura del artículo “Bioética y Alimentos transgénicos” - Puesta en común de opiniones y conocimientos. - Explicación del proyecto de investigación - División de grupos
Sesión 3	<p>En el aula de informática:</p> <ul style="list-style-type: none"> - Lectura y análisis del texto A - Lectura y análisis del texto B
Sesión 4	<p>En el aula de informática:</p> <ul style="list-style-type: none"> - Lectura y análisis del texto C
Sesión 5	<p>En el aula de informática:</p> <ul style="list-style-type: none"> - Lectura y análisis del texto D
Sesión 6	<p>En el aula de informática:</p> <ul style="list-style-type: none"> - Lectura y análisis del texto E
Sesión 7	<p>En el aula de informática:</p> <ul style="list-style-type: none"> - Lectura y análisis del texto E
Sesión 8	<p>En el aula de informática:</p>

	- Lectura y análisis del texto F
Sesión 9	En el aula de informática: - Lectura y análisis del texto F
Sesión 10	En el aula de informática: - Finalización de lecturas pendientes - Lectura y análisis de nuevos textos (búsqueda propia)
Sesión 11	En el aula de informática: Síntesis de la información y elaboración del póster
Sesión 12	En el aula de informática: Síntesis de la información y elaboración del póster
Sesión 13	En el aula habitual: - Presentación de los pósteres a los compañeros

Tabla 5. Descripción de la actividad en cada sesión del proyecto de investigación.

Como se puede ver en la Tabla 5, las dos primeras sesiones serán un repaso y ampliación de conocimientos. En la última parte de la segunda sesión se explicará el desarrollo del proyecto de investigación y se realizará la división de los alumnos en 5 grupos de trabajo.

Desde la sesión 3 hasta la sesión 9, los alumnos leerán y analizarán los textos completando la tabla 4. En el caso de que algunos alumnos acaben esta tarea antes de finalizar la sesión podrán iniciar una búsqueda de otros textos en organizaciones oficiales o en las bases de datos aportadas por el docente.

Si algunos alumnos tienen un ritmo de trabajo más lento, podrán acabar la lectura y análisis de los textos en la sesión 10. Por otro lado, los alumnos que hayan realizado el trabajo en los tiempos estimados podrán ampliar la búsqueda de información como se ha indicado anteriormente.

Tras la obtención y análisis de la información, los alumnos sintetizarán la información de los diferentes textos y realizarán el póster en las sesiones 11 y 12. Finalmente en la sesión 13 harán la exposición oral de los pósteres realizados y una comparativa de las conclusiones a las que han llegado (todos han llegado a las mismas o hay alguna diferente).

6.7. Evaluación

En la Ley orgánica para la mejora de la calidad educativa (LOMCE) encontramos que la evaluación del proceso de aprendizaje del alumnado de la Educación Secundaria Obligatoria será:

- Continua: se realiza a lo largo de todo el proceso de aprendizaje de los alumnos y pretende describir e interpretar, no tanto medir y clasificar con la nota de examen.
- Formativa: será un instrumento para la mejora tanto de los procesos de enseñanza como de los procesos de aprendizaje, ya que se evalúa el progreso y los conocimientos del alumno de forma frecuente e interactiva, de tal forma que le docente pueda ajustar el programa a la mejora de las necesidades educativas.
- Integradora: debe tenerse en cuenta desde todas y cada una de las asignaturas, la consecución de los objetivos establecidos para la etapa y el desarrollo de las competencias correspondientes. En última instancia no se exige que se alcancen los objetivos propios de todas y cada una de las áreas.

Con ello, podemos entender la evaluación como un procedimiento por el que se obtiene información del proceso de enseñanza-aprendizaje, con el fin de poder realizar consecuentemente los cambios oportunos para mejorarlo.

Para la evaluación del proyecto de investigación llevado a cabo por los estudiantes se tendrá en cuenta: el póster, la utilización de herramientas tecnológicas, la exposición oral, las respuestas a preguntas de sus compañeros, la comparativa de las conclusiones finales de los diferentes pósteres y el trabajo en grupo por observación directa. Para la evaluación de cada una de ellas, el docente contará con una rúbrica que le permitirá valorar el trabajo realizado por los alumnos. En el caso de la exposición oral, no solo será el profesor quien valore a los alumnos, sino que también serán sus propios compañeros los que lo hagan.

A continuación, se presenta la Tabla 6 con los estándares de aprendizaje evaluables (correspondientes a los criterios de evaluación que pueden verse en la Tabla 3), porcentajes, instrumentos evaluadores, y competencias del bloque 4 correspondiente al proyecto de investigación.

Estándares de aprendizaje	Porcentaje	Instrumento evaluador	Competencias
1.1. Integra y aplica las destrezas propias de los métodos de la ciencia. 2.1. Utiliza argumentos justificando las hipótesis que propone. 3.1. Utiliza diferentes fuentes de información, apoyándose en las TIC, para la elaboración y presentación de sus investigaciones.	55%	Póster.	- Competencia básica en ciencia y tecnología. - Aprender a aprender. - Competencia del sentido de iniciativa y espíritu emprendedor - Competencia digital.
4.1. Participa, valora y respeta el trabajo individual y grupal.	10%	Observación directa.	- Competencias sociales y cívicas.
5.1. Diseña pequeños trabajos de investigación para su presentación y defensa en el aula. 5.2. Expresa con precisión y coherencia tanto verbalmente como por escrito las conclusiones de sus investigaciones.	35%	Exposición oral.	- Competencia lingüística.

Tabla 6. Sistema de evaluación y porcentajes del Bloque 4.

Como se ha explicado anteriormente, para la evaluación se emplearán rúbricas debido a que ofrecen un método de evaluación objetivo, fácil, rápido y consistente para calificar. Además, con su utilización, los estudiantes pueden entender mejor qué se espera que realicen en una tarea y, por otro lado, los docentes saben exactamente qué evaluar. Esto favorece el “feedback” y el aprendizaje de los estudiantes. (Barrios Ríos, 2018)

En la siguiente tabla (Tabla 7) se muestra la rúbrica utilizada para evaluar el póster, al que se le asignará un 55% de la nota global correspondiente al proyecto de investigación.

Estándares de aprendizaje	Excelente (3)	Bueno (2)	Regular (1)
Integra y aplica el método científico.	-Se recogen todos los puntos propuestos.	-Se recogen casi todos los puntos propuestos.	-Se recogen menos de 2 puntos propuestos.
Utiliza diferentes fuentes de información.	-Recopila la información de las fuentes proporcionadas por el docente. -Amplia la búsqueda de información con otros textos.	-Recopila la información de las fuentes proporcionadas por el docente. -No amplia la búsqueda de información.	-Recopila la información de algunas fuentes proporcionadas por el docente. -No amplia la búsqueda de información.
Utiliza argumentos para justificar la hipótesis.	-Utiliza gran variedad de argumentos razonados y coherentes.	-Utiliza algunos argumentos razonados y coherentes.	-Utiliza escasos argumentos razonados y coherentes.
Utiliza las herramientas tecnológicas.	-Utiliza sin problema. -Aprovecha las posibilidades que ofrecen.	- Utiliza sin grandes problemas. -Aprovecha bastante bien las posibilidades que ofrecen.	-Utiliza con mucha ayuda. -No aprovecha las posibilidades que ofrecen.
Organización visual.	-La información está muy bien organizada y es fácil de leer. - Inserta figuras o tablas explicativas.	-La información está bastante bien organizada y es fácil de leer. - Inserta algunas figuras o tablas explicativas.	-La información no está bien organizada y no facilita la lectura. - No inserta figuras o tablas explicativas.

Tabla 7. Rúbrica para la evaluación del póster.

La evaluación del trabajo en grupo, que representará un 10% de la nota global del proyecto de investigación, se realizará por el docente mediante la

observación directa durante las sesiones de trabajo y el uso de la rúbrica mostrada en la siguiente tabla (Tabla 8):

Estándares de aprendizaje	Excelente (3)	Bueno (2)	Regular (1)
Cohesión del grupo.	Todos los alumnos participan activamente.	Casi todos los alumnos participan activamente.	Sólo una o dos personas participan activamente.
Calidad de la interacción.	Se tienen en cuenta y se valoran las diferentes opiniones o puntos de vista.	No se tienen en cuenta ni se valoran algunas de las opiniones o puntos de vista.	No se tienen en cuenta ni se valoran la mayoría de las opiniones o puntos de vista.
Implicación en el rol asignado.	Desempeño efectivo de roles.	Algunos alumnos no desempeñan su rol.	No se desempeñan de forma efectiva los roles.

Tabla 8. Rúbrica para la evaluación del trabajo grupal.

En la Tabla 9 se muestra la rúbrica para evaluar la exposición oral del proyecto de investigación de los diferentes grupos, que representará el 35% de la nota final correspondiente al proyecto de investigación. En este caso, no solo será el docente el encargado de evaluar, sino que habrá una coevaluación o evaluación conjunta profesor-alumno, fomentando la participación crítica y reflexiva de los alumnos para conseguir la mejora de la calidad educativa.

Estándares de aprendizaje	Excelente (4)	Bueno (3)	Regular (2)	Deficiente (1)
Organización y secuencia.	Buena estructura y secuenciación de la exposición.	Exposición bastante ordenada.	Errores y repeticiones en el orden lógico de las ideas.	No hay orden lógico y se repiten las ideas.
Domina el contenido.	-Domina el contenido de la presentación, -No comete errores y no duda.	-Necesita un pequeño apoyo en papel para llevar a cabo la presentación. -No comete errores y duda.	-Se apoya en la lectura de un papel con el contenido en reiteradas ocasiones. -Comete algunos errores y duda.	-No domina el contenido de la presentación. -Comete errores y duda.
Expresión y volumen.	- Se expresa correctamente. - Volumen modulado.	-Expresión correcta. - Tono monótono.	-Comete errores al expresarse. -Volumen bajo.	- No se expresa correctamente y no vocaliza. -Volumen muy alto/bajo.
Postura.	- Natural y acompañado con expresión no verbal (gestos, miradas...).	- Natural, aunque no mira a todo el público.	- Natural, aunque da la espalda al público en alguna ocasión.	- Forzada y no mira al público.
Resolución de preguntas.	Resuelve tras una puesta en común con argumentos sólidos y no duda.	Contesta tras la puesta en común con argumentos válidos, aunque duda.	No sabe contestar la pregunta, tras la puesta en común con el grupo.	Contesta de forma errónea, tras la puesta en común con sus compañeros.
Comparativa de conclusiones	Participa y analiza las diferentes conclusiones argumentando el porqué.	Participa comparando las diferentes conclusiones.	Participa aunque no es capaz de comparar las diferentes conclusiones.	No participa comparando las diferentes conclusiones.

Tabla 9. Rúbrica para la evaluación de la exposición oral.

La exposición oral tiene un peso de un 35% del total del bloque 4 correspondiente al proyecto de investigación. Este porcentaje estará repartido entre la evaluación del docente y la dada por los propios alumnos, tal como se indica en la Tabla 10. Se le dará un menor peso a la evaluación hecha por el alumnado ya que en muchas ocasiones se ha visto que son más críticos que el docente.

AGENTE EVALUADOR	PORCENTAJE EN LA NOTA FINAL
Docente	20%
Alumnado	15%

Tabla 10. Porcentajes de la coevaluación del proyecto de investigación.

La materia quedará superada cuando la calificación alcance, al menos, 5 puntos sobre 10. En el caso de que dicha calificación sea menor, se recuperará en un examen trimestral con el resto de contenidos de la asignatura no superados.

6.8. Materiales y recursos necesarios

Para el desarrollo del proyecto de investigación será necesaria la utilización de una de las aulas de informática del centro, ya que el trabajo está basado en la selección de información online y la presentación de un póster que realizarán con ayuda de programas informáticos.

Además del aula de informática, también será necesaria el aula regularmente asignada a este grupo de 4º de ESO que debe contar con un proyector, una pantalla y un ordenador para poder visualizar las diapositivas, o el material preparado por el docente, para las explicaciones correspondientes y también para la presentación en pantalla del póster preparado por los alumnos.

Como se puede comprobar, el material requerido no está fuera del alcance de un centro educativo actual.

6.9. Atención a la diversidad

El Real Decreto 1105/2014, de 26 de diciembre, por el que se establece el currículo básico de la Educación Secundaria Obligatoria y del Bachillerato, trata en uno de sus artículos sobre el alumnado con necesidad específica de apoyo educativo. Teniendo en cuenta la Ley Orgánica 2/2006, de 3 de mayo, de educación (LOE), la atención a la diversidad se establece como un principio fundamental que debe regir toda la enseñanza básica, con el objetivo de proporcionar a todo el alumnado una educación adecuada a sus características y necesidades. En el caso de la educación secundaria obligatoria se debe combinar el principio de educación común con la atención a la diversidad del alumnado, permitiendo a los centros la adopción de las medidas organizativas y curriculares que resulten más adecuadas a las características de su alumnado, de manera flexible y en uso de su autonomía pedagógica. Para lograr estos objetivos, se proponen diferentes alternativas y vías.

El artículo 71 de dicha ley, dirigido al alumnado con necesidad específica de apoyo educativo, establece que las administraciones educativas dispondrán los medios necesarios para que todo el alumnado alcance el máximo desarrollo personal, intelectual, social y emocional. Las administraciones también establecerán los procedimientos y recursos necesarios para identificar tempranamente las necesidades educativas específicas del alumnado, iniciando una atención integral desde el mismo momento en que dicha necesidad sea identificada, rigiéndose por los principios de normalización e inclusión.

En el caso concreto de esta propuesta, está planteada para un aula en el que no encontramos alumnos ni alumnas con necesidades específicas de apoyo, únicamente encontramos inmigración y diversidad cultural.

Es muy común encontrar en nuestras aulas alumnos y alumnas que proceden de otros países, en algunos casos pueden tener un desfase curricular con respecto al grupo y una dificultad en el empleo del idioma, que consecuentemente afecta a su rendimiento y puede repercutir en sus resultados académicos.

Para minimizar estos efectos, el proyecto propuesto se realiza en grupos, tratando que estos sean heterogéneos y, por lo tanto, se pueda realizar un aprendizaje cooperativo, de forma que todos aporten y aprendan de todos. Además, el profesor supervisará el trabajo de dichos grupos y prestará especial atención a aquellos estudiantes que requieran necesidades concretas. La coordinación con el departamento de orientación también será un elemento clave para alcanzar los objetivos establecidos en el currículo.

7. CONCLUSIÓN

Desde mi propia experiencia vivida en mi etapa de educación secundaria y la vivida en las prácticas del máster de profesor de secundaria han transcurrido alrededor de 10 años, donde he podido comprobar que las clases, concretamente de biología y geología, no son muy diferentes, y que dependiendo de la implicación del docente que “te toque” aprendes más o menos.

La figura del docente y lo que este transmite en el aula es esencial para conseguir que el alumnado esté motivado. Para ello es fundamental acercar a la vida real los procesos de enseñanza y que los alumnos perciban así la utilidad y aplicabilidad de lo aprendido, para que, de esta forma, el interés por aprender crezca, y una de las formas que hay para conseguir esta aproximación es como dicen Lorca et al. (2016) la formación de los docentes. En mi caso mediante la realización de este trabajo fin de máster he aprendido a desarrollar estrategias de enseñanza y aprendizaje basadas en la indagación guiada para acercar al alumnado de forma progresiva al conocimiento científico.

Otro de los problemas que siguen existiendo es que el profesor es un simple transmisor de información que el alumno tiene que aprender, pero no involucran al alumno en la búsqueda y el trabajo de análisis de esa información. Furman y Podestá (2009) ponen de manifiesto, que la práctica de la enseñanza por indagación lleva implícito entender la ciencia, no solo como un producto (un

conjunto de conocimientos) sino también como un proceso (modo de explorar la realidad a través del cual se genera ese conocimiento).

Bajo mi punto de vista, uno de los retos actuales en educación sería conseguir que la ciencia como proceso se encuentre habitualmente en los colegios e institutos, de forma que se les dé a los alumnos la oportunidad de poder descubrir y profundizar en las cosas, con las que viven de forma cotidiana, en casa, en los supermercados, que incluso comen, como los alimentos transgénicos, y de las que son bastante ajenos. Muchos de los alumnos sólo necesitan un pequeño impulso para fomentar su curiosidad que poco a poco han ido perdiendo y así conseguir esa competencia de aprender a aprender, que en muchas ocasiones se tiene olvidada.

A lo largo de la realización de este trabajo fin de máster y en mi estancia en las prácticas he podido darme cuenta de la gran carga de trabajo que supone la preparación de las clases, tanto teóricas, como prácticas.

En este caso, la preparación de un proyecto de investigación guiada conlleva un gran esfuerzo y una gran inversión de tiempo, cuyos logros no se pueden percibir de forma inmediata, ya que se trata de una pequeña innovación para los alumnos y necesitan tiempo para familiarizarse con ella. Para algunos de estos alumnos, la nueva metodología, puede ser un hándicap, ya que lo pueden ver como un sobreesfuerzo que no les aporta ningún beneficio, en ese momento no les aporta nada a cambio. Sin embargo, está el germen de aprender a aprender.

Ahí es, por tanto, donde los docentes deben hacerles ver que esto reforzará su aprendizaje, su espíritu crítico, la cooperación y la resolución de conflictos a través del diálogo (tan necesario hoy en día). Es decir, las múltiples ventajas que obtendrán en diversos ámbitos como el social o el profesional, de las que en ese momento no son conscientes, pero de las que podrán disfrutar en un futuro y seguro agradecerán al docente que ha formado parte de ese proceso.

8. BIBLIOGRAFÍA

Abril-Gallego, A. (2010). Influencia de la sociedad del conocimiento en la enseñanza de las ciencias experimentales. Un caso de estudio: La genética y la biología molecular. *Revista de Antropología Experimental*, 10, 1-16.

Agencia Española de Seguridad Alimentaria y Nutrición (AECOSAN). OMGs: Organismos Modificados Genéticamente. [en línea]. Disponible en: http://www.aecosan.msssi.gob.es/AECOSAN/web/para_el_consumidor/ampliacion/omgs.htm [27/06/2020]

Barrios Ríos, O. (2018). Uso de rúbricas. Una guía para el profesor. Universidad Tecnológica Metropolitana. Disponible en: https://vrac.utem.cl/wp-content/uploads/2018/10/Manual.Uso_Rubricas.-2.pdf.

Castan, Y. (2014). Introducción al método científico y sus etapas. Instituto Aragonés de ciencias de la Salud. Disponible en: <http://www.ics-aragon.com/cursos/salud-publica/2014/pdf/M2T00.pdf>. [27/06/2020]

Chile Bio. (2015). Manual de consulta sobre cultivos transgénicos. [en línea]. Disponible en: <https://www.chilebio.cl/wp-content/uploads/2015/09/ARCHIVADOR.pdf> [27/06/2020]

De La Vega Naranjo, M., Lorca Marín, A.A. y De Los Ángeles De Las Heras Pérez, M. (2018). Conocimientos y actitudes hacia la biotecnología en alumnos de último curso de Educación Secundaria Obligatoria. *Revista Eureka sobre enseñanza y divulgación de las ciencias*, 15 (5), art. 3301.

Earth Open Source. (2014). Mitos y realidades de los OMG. [en línea]. Londres: Fagan, J., Antoniou, M. y Robinson, C. Disponible en: <https://www.agroecologia.net/wp-content/uploads/2015/12/mitos-omg.pdf> [27/06/2020]

European Commission (2007). Science education NOW: A Renewed Pedagogy for the Future of Europe. [en línea]. Rocard, M., Cesrmley, P., Jorde, D., Lenzen, D., Walberg-Herniksson, H., & Hemmo, V. Disponible en: https://ec.europa.eu/research/science-society/document_library/pdf_06/report-rocard-on-science-education_en.pdf [27/06/2020]

Furman, M. y Podestá, M.E. (2009). La aventura de enseñar ciencias naturales. BuenosAires: Aique.

Gómez Otamendi, J. (2019). [en línea].Bioethics and Genetically Modified Foods. Mexican Bioethics Review ICSA, 1 (1), 1-7. Disponible en: <https://repository.uaeh.edu.mx/revistas/index.php/MBR/article/view/4852/6596>. [27/06/2020]

Greenpeace. (2010). Efectos para la salud. [en línea]. Disponible en: <http://archivo-es.greenpeace.org/espana/es/Trabajamos-en/Transgenicos/Transgenicos/Problemas-de-los-transgenicos/Efectos-de-los-transgenicos-para-la-salud1/index.html> [27/06/2020]

Liseth Serrato, D. (2019). Condiciones históricas para la formación de maestros de biología: un acercamiento a la segunda mitad del siglo XX en Colombia. Revista de História e Historiografia da Educação, 3 (9), 129-151.

Lorca-Marín, A.A., Cuenca, J. M., Vázquez-Bernal, B. y Lorca, J. A. (2016). ¿Qué concepciones tienen los docentes en ejercicio y en formación inicial, sobre el uso didáctico de los videojuegos? En J. L. Bravo Galán (Ed.) 27 Encuentros de Didáctica de las Ciencias Experimentales. Badajoz: UEX-APICE. pp:543-551

Lucero, M., Valcke, M. y Schellens, T. (2013). Teachers' beliefs and self-reported use of inquiry in Science Education in Public Primary Schools. International Journal of Science Education, 35 (8), 1407-1423.

Luque Polo, K. (2017). Seguridad Alimentaria y Alimentos transgénicos. Observatorio Medioambiental, 20, 59-75.

Real Decreto 1513/2006, de 7 de diciembre, por el que se establecen las enseñanzas mínimas correspondientes a la educación primaria. Boletín Oficial del Estado [BOE] Nº 293. Ministerio de educación y ciencia. Madrid, España. 7 de diciembre de 2006. 43053-43102.

Real Decreto 1631/2007 por el que se establecen las enseñanzas mínimas correspondientes a la educación secundaria obligatoria. Boletín Oficial del Estado [BOE] Nº 5. Ministerio de educación y ciencia. Madrid, España. 5 de enero de 2007, pp. 677-773.

Real Decreto 1105/2014, de 26 de diciembre, por el que se establece el currículo básico de la Educación Secundaria Obligatoria y del Bachillerato. Boletín Oficial del Estado [BOE] Nº 3. Ministerio de educación, cultura y deporte. Madrid, España. 3 de enero de 2015.

Orden ECD/65/2015, de 21 de enero, por lo que se describen las relaciones entre las competencias, los contenidos y los criterios de evaluación de la educación primaria, la educación secundaria obligatoria y el bachillerato. Boletín Oficial del Estado [BOE] Nº 25. Ministerio de educación, cultura y deporte. Madrid, España. 3 de enero de 2015.

Orden EDU 362/2015, de 4 de mayo, por la que se establece el currículo y se regula la implantación, evaluación y desarrollo de la educación secundaria obligatoria en la Comunidad de Castilla y León. Boletín Oficial de Castilla y León [BOCYL] Nº 86. Consejería de Educación. Valladolid, España. 8 de mayo de 2015.

Organización Mundial de la Salud (OMS). (2014). Frequently asked questions on genetically modified foods. [en línea]. Disponible en: https://www.who.int/foodsafety/areas_work/food-technology/faq-genetically-modified-food/en/ [27/06/2020]

Ramón Vidal, D. (2018). Biotecnología de alimentos: de los transgénicos a la nutrición personalizada. *Nutrición Hospitalaria*, 35 (4), 28-32.

Reyes-Cárdenas, F. y Padilla, K. (2012). La indagación y la enseñanza de las ciencias. *Educación química*, 23 (4), 415-421.

Trna, J., Trnova, E. y Sibor, J. (2012). Implentation of inquiry-based science education in science teacher training. *Journal of Educational and Instructional Studies in the World*, 2(4), 199-209.

Vílchez, J. M. y Bravo, B. (2015). Percepción del profesorado de ciencias de educación primaria en formación acerca de las etapas y acciones necesarias para realizar una indagación escolar. *Enseñanza de las Ciencias*, 33(1), 185-202.