



Universidad
Zaragoza



Trabajo Fin de Máster

En Profesorado de E.S.O., F.P. y Enseñanzas de
Idiomas, Artísticas y Deportivas
Especialidad de Biología y Geología

El debate argumentativo sobre alimentos transgénicos
para el trabajo de contenidos y competencias clave
dentro de la Unidad Didáctica La Herencia Genética

The argumentative debate on transgenic foods for the
work of contents and key competences within the
Didactic Unit The Genetic Heritage

Autora

M^a del Mar Encabo Berzosa

Directora

Carmen Díez Sanchez

FACULTAD DE EDUCACIÓN

Año 2018

1. INTRODUCCIÓN	1
a. Presentación personal	1
b. Presentación del currículo académico	1
c. Contexto del centro donde se han realizado los Prácticum I, II y III	3
d. Presentación del trabajo	4
2. ANÁLISIS CRÍTICO DE DOS ACTIVIDADES REALIZADAS EN ASIGNATURAS DEL MÁSTER	4
e. Programación didáctica en la asignatura de Diseño curricular de Física y Química y Biología y Geología	4
f. Organización de una salida de campo en la asignatura de Contenidos Disciplinarios de Geología	5
3. PROPUESTA DIDÁCTICA	6
g. Título y nivel educativo	6
h. Evaluación inicial	8
i. Objetivos	10
j. Justificación	11
4. ACTIVIDADES	14
k. Objetivos de la actividad	15
l. Contenidos trabajados	15
m. Metodología	16
5. EVALUACIÓN FINAL	18
n. Resultados	20
i. Resultados generales	20
ii. Resultados de la actividad basada en el uso del debate argumentativo	21
6. EVALUACIÓN DE LA PROPUESTA DIDÁCTICA Y PROPUESTA DE MEJORA	24
7. CONCLUSIONES DEL MÁSTER	25
8. REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS	27

1. INTRODUCCIÓN

a. Presentación personal

En primer lugar, me gustaría comenzar exponiendo mi formación académica y su relación con este Máster. Durante mi etapa académica de Educación Secundaria Obligatoria (ESO) y Bachillerato, las asignaturas de ciencias en general, y la Biología en particular, fueron mis asignaturas favoritas. El interés por esta última estuvo claramente influenciado por el profesor de la asignatura, que supo transmitirnos su entusiasmo por la materia, así como la importancia de la Biología y su relevancia en los avances de la sociedad. Por ello, me decanté por cursar los estudios de Biología, que realicé en la Universidad de Salamanca.

Más adelante, durante los últimos años de carrera tuve la posibilidad de iniciarme en la investigación, a través de una beca de colaboración en el Departamento de Bioquímica, donde pude darme cuenta de que quería seguir formándome para poder investigar. Además, dicha Universidad ofrecía la posibilidad de estudiar simultáneamente las licenciaturas de Biología y Bioquímica, por lo que elegí esta opción, con el objetivo de poder dedicarme en el futuro a la investigación biomédica. Al finalizar estos estudios, decidí enfocar mi carrera hacia la investigación, por lo que realicé un Máster en “Fisiopatología y Farmacología Celular y Molecular”, que me permitió acceder a los estudios de Doctorado. Concretamente, pude realizar mi tesis doctoral en el Instituto de Nanociencia de Aragón y en el Centro de Investigación Biomédica de Aragón, en la Universidad de Zaragoza, a través de un contrato de formación de profesorado universitario (FPU).

Gracias a este tipo de vinculación con la Universidad no dejé de lado mi formación docente, ya que este tipo de contratos estipula la formación docente del personal investigador, a través de la participación en determinadas horas de docencia a nivel universitario. Concretamente, tuve la oportunidad de impartir horas de prácticas en la asignatura de “Ingeniería del Medio Ambiente” en diferentes Grados de Ingeniería. Además, durante la realización de mi tesis doctoral, participé como docente en el Máster en “Terapias Avanzadas” de la Universidad Francisco de Vitoria, del cual continúo siendo profesora. En conjunto, estas experiencias docentes han sido muy satisfactorias a nivel personal, ya que me han permitido darme cuenta de que la docencia es una salida profesional que me agrada y que puede complementar mi labor investigadora. Por ello, al finalizar mi tesis doctoral, decidí realizar este Máster, ya que me permitirá impartir docencia a distintos niveles y podrá abrirme puertas más allá de la investigación en exclusiva.

Por todo esto, considero que mi experiencia investigadora podrá resultarme útil en mi futuro como docente, ya que me ha permitido adquirir dotes de comunicación y recursos didácticos que espero saber y poder adaptar a distintos niveles educativos.

b. Presentación del currículum académico

El Real Decreto 1105/2014, de 26 de diciembre, por el que se establece el currículum básico de la ESO, aprobado por el Ministerio de Educación, Cultura y Deporte (MEC), y publicado en el BOE el 3 de enero de 2015, está enmarcado en la Ley Orgánica 8/2013, de 9 de diciembre, para la Mejora de la Calidad Educativa (LOMCE), que a su vez modificó el artículo 6 de la Ley Orgánica 2/2006, de 3 de mayo, de Educación, para definir el currículum

como la regulación de los elementos que determinan los procesos de enseñanza y aprendizaje para cada una de las enseñanzas. De conformidad con el mencionado Real Decreto 1105/2014, de 26 de diciembre, que determina los aspectos básicos a partir de los cuales las distintas Administraciones educativas deberán fijar para su ámbito de gestión la configuración curricular y la ordenación de las enseñanzas en ESO, corresponde al Gobierno de Aragón regular la ordenación y el currículo en dicha etapa. Así, esta, ha sido desarrollada en la Comunidad Autónoma de Aragón por la Orden ECD/489/2016 del 26 de mayo de 2016 por la que se aprueba el currículo de la ESO para esta comunidad.

En el bloque de asignaturas troncales se garantizan los conocimientos y competencias que permitan adquirir una formación sólida y continuar con aprovechamiento las etapas posteriores en aquellas asignaturas que deben ser comunes a todo el alumnado, y que en todo caso deben ser evaluadas en las evaluaciones finales de etapa. El bloque de asignaturas específicas permite una mayor autonomía a la hora de fijar horarios y contenidos de las asignaturas, así como para conformar su oferta. El bloque de asignaturas de libre configuración autonómica supone el mayor nivel de autonomía, en el que las Administraciones educativas y en su caso los centros pueden ofrecer asignaturas de diseño propio, entre las que se encuentran las ampliaciones de las materias troncales o específicas. Esta distribución no obedece a la importancia o carácter instrumental o fundamental de las asignaturas sino a la distribución de competencias entre el Estado y las comunidades autónomas, acorde con la Constitución española. Esta nueva configuración curricular supone un importante incremento en la autonomía de las Administraciones educativas y de los centros, que pueden decidir las opciones y vías en las que se especializan y fijar la oferta de asignaturas de los bloques de asignaturas específicas y de libre configuración autonómica, en el marco de la programación de las enseñanzas que establezca cada Administración educativa. El sistema es más flexible porque permite ajustar la oferta formativa y sus itinerarios a la demanda de las familias y a la proximidad de facultades o escuelas universitarias y otros centros docentes, y favorece la especialización de los centros en función de los itinerarios ofrecidos, al mismo tiempo que se plantea que la oferta educativa dé respuesta a las necesidades de todo el alumnado, garantizando la equidad e igualdad de oportunidades y la inclusión educativa.

La asignatura de Biología y Geología tiene la consideración de materia troncal y la deben cursar todos los alumnos en 1º y 3º de ESO. En 4º de ESO se oferta en un bloque de cuatro materias de las cuales se deben elegir dos. Es precisamente en 4º de la ESO donde se implementó la propuesta didáctica que se expone en este trabajo. Durante este curso, tiene lugar la iniciación del alumnado en las grandes teorías científicas que han permitido el desarrollo de la Biología y Geología, como son: la tectónica de placas, la teoría celular y la teoría de la evolución.

La etapa de ESO persigue el asentamiento de contenidos adquiridos en otras etapas, con el objetivo de construir curso a curso conocimientos y destrezas que lleven al alumnado a ser ciudadanos respetuosos consigo mismos, con los demás y con el medio, con criterios propios y motivados por aprender.

Cada curso está dividido en bloques de contenidos. Asimismo, dentro de cada bloque el currículo determina los criterios de evaluación y sus respectivos estándares de aprendizaje evaluable, así como las competencias claves asociadas a estos conceptos. En este punto, es importante definir cada uno de estos elementos del currículo:

- Contenidos: Conjunto de conocimientos, habilidades, destrezas y actitudes que contribuyen al logro de los objetivos y a la adquisición de competencias.
- Criterios de evaluación: Referentes específicos para evaluar el aprendizaje del alumnado. Describen los conocimientos y competencias que se quieren valorar y que el alumnado debe adquirir y desarrollar en cada materia.
- Estándares de aprendizaje evaluables: Especificaciones de los criterios de evaluación que permiten definir los resultados de aprendizaje, y que concretan lo que el estudiante debe saber, comprender y saber hacer en cada materia. Deben ser observables, medibles y evaluables, y permitir graduar el rendimiento o logro alcanzado.
- Competencias: Capacidades para aplicar de forma integrada los contenidos de cada enseñanza y etapa educativa, con el fin de lograr la realización adecuada de actividades y la resolución eficaz de problemas complejos.

Concretamente, la UD sobre la Herencia Genética y el debate argumentativo sobre alimentos transgénicos que se detallarán más adelante encajan en el Bloque 1: La Evolución de la vida. En apartados posteriores de esta memoria, se especificarán los estándares de aprendizaje evaluables y las competencias clave con los que guardan relación estos contenidos.

c. Contexto del centro donde se han realizado los Prácticum I, II y III

El centro donde he realizado el periodo de prácticas del Máster es el Colegio Salesianos Nuestra Señora del Pilar en la localidad de Zaragoza. El Colegio es un centro privado concertado, de carácter cristiano, cuya titularidad corresponde a la Sociedad de San Francisco de Sales (Salesianos), que está situado en el barrio de Delicias. Este barrio presenta un porcentaje de inmigración superior a la media de la ciudad, contando con un 22% de población extranjera. La población inmigrante procede de diversos países, siendo principalmente de origen europeo, seguida de población de origen americano, africano y finalmente asiático. Rumanía es el país de origen de la mayoría de los inmigrantes del barrio de Delicias. En cuanto a la media de edad de la población, se puede decir que el barrio de Delicias está envejecido, ya que presenta una media de edad superior a la media de Zaragoza, siendo de 45 años para hombres y 48 para mujeres. La renta media neta del distrito de Delicias se sitúa en torno a los 10000 euros, más baja que la renta neta media de la ciudad. Por ello, puede decirse que los alumnos del centro pertenecen a un entorno socioeconómico medio.

El centro ofrece una oferta educativa amplia que comprende los niveles de Educación Infantil, Educación Primaria, ESO, Bachillerato, Formación Básica y Ciclos Formativos de Grado Medio y Superior. En conjunto, las cinco etapas educativas disponibles en el centro suman casi 1500 alumnos y 110 profesores.

De manera más concreta, a lo largo del Prácticum he podido participar como observadora en clases de 1º y 4º de la ESO, así como en 1º y 2º de Bachillerato. Además, he tenido la posibilidad de impartir una unidad didáctica (UD) en 4º de la ESO y 2º de Bachillerato. Tanto la UD como las actividades específicas que se explicarán a lo largo de este trabajo están centradas en el grupo-clase de 4º de la ESO.

d. Presentación del trabajo

El trabajo expuesto en esta memoria se centra, por un lado, en la descripción de la UD impartida durante la realización del Prácticum y por otro en la evaluación de la utilidad del debate argumentativo para la adquisición de contenidos y el trabajo de las competencias clave.

En concreto, durante la realización del Prácticum se planteó este tipo de debate como una actividad dentro de la UD referente a La Herencia Genética, que incluye el estudio de contenidos relativos a la ingeniería genética y los organismos transgénicos. Esta parte de la UD suele tratarse de manera superficial al final de esta, por lo que estos contenidos quedan relegados a un segundo plano. Sin embargo, son este tipo de conceptos los que muestran una relación más directa con las cuestiones científicas que la sociedad percibe (Vazquez-Alonso, Acevedo-Díaz, & Manassero-Mas, 2005), y por ello es importante que los alumnos comprendan su utilidad y su aplicación, así como su contribución al avance de la sociedad. Además, en el caso de los organismos transgénicos, y concretamente en el consumo de alimentos transgénicos, existe un debate a nivel social, apareciendo en la población dos posturas claramente enfrentadas. Por ello, se planteó la realización de un debate argumentativo con respecto a este tema, con el objetivo final de que los alumnos comprendiesen el potencial de este tipo de tecnologías, pero también los inconvenientes que puede presentar un mal uso de estas. Por otro lado, el debate argumentativo permite trabajar varias competencias clave, como se detallará más adelante.

Por ello, la parte final de este trabajo se organizará en torno a los contenidos de alimentos transgénicos y la UD completa de la Herencia Genética, en 4º de la ESO. En primer lugar, se expondrá, de manera general, el conocimiento de los alumnos con respecto al tema. A continuación, se enumerarán los objetivos de la propuesta didáctica, así como su justificación, para finalmente explicar la metodología seguida y los resultados obtenidos.

Al final de la memoria, se incluirán las propuestas de mejora y las conclusiones generales del Máster.

2. ANÁLISIS CRÍTICO DE DOS ACTIVIDADES REALIZADAS EN ASIGNATURAS DEL MÁSTER

En este apartado se procederá al análisis de dos actividades realizadas a lo largo del Máster, desde un punto de vista práctico, exponiendo también su utilidad en los Prácticum realizados a lo largo del Máster.

e. Programación didáctica en la asignatura de Diseño curricular de Física y Química y Biología y Geología

Esta actividad consistió en la realización de una programación didáctica para alguna de las asignaturas de ciencias experimentales del currículo de ESO o Bachillerato. Considero que la actividad fue especialmente relevante, ya que por un lado nos permitió conocer el currículo aragonés y por otro nos acercó al diseño de una Programación Didáctica real, puesto que el formato seguido para el desarrollo de esta fue el exigido en las oposiciones para profesorado de Secundaria.

En cuanto a la primera parte, la necesaria consulta del currículo para la realización de la actividad me permitió conocer el portal educaragon.org, página de cabecera para cualquier docente en Aragón. Esto me facilitó herramientas de consulta del currículo, y por consiguiente las tareas a realizar en los diferentes Prácticums, ya que pude asistir a las clases conociendo el currículo de la asignatura que tendría que impartir. Igualmente, la preparación de la programación didáctica supuso un acercamiento práctico a la LOMCE, que rige el panorama educativo actual. En este sentido, la realización de esta actividad nos acercó a los conceptos de estándar de aprendizaje evaluable, contenidos mínimos o competencias clave. El conocimiento de estos conceptos ha resultado ser especialmente útil en la aplicación didáctica de mi propuesta durante el Prácticum III, ya que en el desarrollo del mismo he pretendido combinar el desarrollo de contenidos con el trabajo de las competencias clave, a través del uso del debate argumentativo.

Si bien la actividad parecía ardua antes del inicio, resultó ser especialmente motivadora, ya que nos permitió acercarnos a la realidad de la tarea de un profesor de Secundaria. Igualmente, el hecho de conocer cómo se realizaba una programación didáctica real antes del Prácticum I también resultó ser especialmente interesante, puesto que durante el desarrollo de este periodo de prácticas nos explicaron cómo se realizaban estas programaciones en el centro y como se llevaba a cabo la coordinación entre los profesores de la asignatura para el diseño de dichas programaciones. Por otro lado, las nociones adquiridas sobre los estándares de aprendizaje evaluables también ayudaron a comprender parte del Prácticum I, ya que, durante este, algunos profesores nos hablaron sobre como organizaban sus asignaturas en torno a estos estándares. Así mismo, conocer los contenidos, competencias y estándares de aprendizaje me ha resultado de gran utilidad para la aplicación de mi propuesta didáctica durante los Prácticum II y III, puesto que he podido relacionar estos conceptos con la UD a impartir.

También me gustaría mencionar en relación con esta asignatura, el diseño de un trabajo para la evaluación por competencias clave que tuvimos que desarrollar. Dicho trabajo me resultó de gran utilidad en el planteamiento de mi propuesta didáctica durante la realización del Prácticum, puesto que la actividad de debate argumentativo que implementé durante este periodo pretendía el trabajo de competencias clave de manera paralela al tratamiento de contenidos específicos de la UD.

Por tanto, si bien fue el diseño de la programación didáctica completa, la actividad que me resultó más interesante y útil, en conjunto con el trabajo mencionado anteriormente lo utilicé como base para el diseño de toda mi propuesta didáctica.

f. Organización de una salida de campo en la asignatura de Contenidos Disciplinarios de Geología

Antes de analizar la actividad en sí misma, me gustaría destacar la enorme utilidad de esta asignatura en el desarrollo del Máster, ya que me ha servido para entrar en contacto con algunas nociones básicas de Geología que están relacionadas con el currículo de la asignatura Biología y Geología, y que por mi formación no había tenido oportunidad de tratar. Además, también me ha servido para refrescar conceptos que sí que había estudiado mi formación previa, sobre todo referentes a contenidos de Paleontología y Antropología Evolutiva.

Por otro lado, considero que esta asignatura del Máster es especialmente importante, ya que la mayoría de las asignaturas del currículo de ESO y Bachillerato relacionadas con Biología, incluyen también contenidos de Geología, y es necesario que el docente domine los contenidos de ambas ramas. En este sentido, esta asignatura nos ha proporcionado una fuente de recursos útiles para el trabajo de estos contenidos geológicos.

En cuanto a la actividad concreta elegida para su análisis, esta consiste en el diseño de una salida de campo para un curso concreto de la etapa de Secundaria dentro de la asignatura de Biología y Geología. El diseño de este tipo de salidas resulta interesante, puesto que el resto del Máster ha estado más centrado en el diseño de actividades para llevarse a cabo en el centro, y no fuera de este. Si bien en la asignatura de Diseño, organización y desarrollo de actividades para el aprendizaje de Biología y Geología también se han presentado recursos para este tipo de actividades, ha sido en la asignatura de Contenidos Disciplinarios de Geología donde hemos tenido que diseñar la actividad desde cero y englobarla en el currículo. Además, la realización de esta actividad me ha permitido aplicar los conceptos adquiridos en las sesiones de teoría de la asignatura, ya que en el diseño de la salida había que plantear que contenidos geológicos se iban a tratar, así como la forma de abordarlos y evaluarlos.

En conclusión, el diseño de esta salida me ha permitido utilizar contenidos de varias asignaturas del Máster y seguro me resultará de gran utilidad en mi futura actividad docente. Si bien no he tenido la oportunidad de participar en una salida fuera del centro durante la realización de mis prácticas, sí que he podido aprovechar parte de los conocimientos adquiridos en la actividad, como el diseño de la forma de evaluar mi propuesta didáctica.

3. PROPUESTA DIDÁCTICA

En esta parte de la memoria se procederá a la descripción de la propuesta didáctica llevada a cabo durante el periodo de prácticas, la cual consistió en el desarrollo de la UD8: La Herencia Genética y en la realización de un debate argumentativo sobre alimentos transgénicos como actividad propia de la UD. En conjunto, tanto la UD como el debate se evaluaron mediante un examen teórico. Por su parte, el debate argumentativo se evaluó también mediante el uso de rúbricas.

g. Título y nivel educativo

Concretamente, la propuesta didáctica que se implementó lleva por nombre “Debate argumentativo sobre alimentos transgénicos para la adquisición de contenidos y trabajo de las competencias clave dentro de la UD La Herencia Genética”. Como se puede deducir del título de la propuesta, esta consistió en el planteamiento y desarrollo de un debate argumentativo en torno a los contenidos de ingeniería genética y organismos modificados genéticamente. El trabajo se englobó dentro de la UD 8: “La Herencia genética”. La aplicación de la UD elegida tuvo lugar en el grupo-clase de 4º de la ESO del Colegio Salesianos Nuestra Señora del Pilar.

Antes de empezar a detallar tanto la UD como la propuesta didáctica del debate argumentativo, me gustaría describir el clima y los recursos disponible en este grupo. El grupo estaba formado por 21 chicos y 6 chicas. En general, el clima del aula era bueno, a pesar de la diferencia entre el número de chicos y chicas. En cuanto a la distribución espacial del aula, los alumnos se sentaban en parejas, ocupando todos los días los mismos lugares.

Como recursos, el aula dispone de un ordenador con acceso a Internet y un proyector con pantalla y altavoces, aparte de los típicos recursos de cualquier aula como la pizarra.

A nivel teórico, la UD8: La Herencia Genética, trata los siguientes contenidos del Bloque 1: La evolución de la vida, del currículo de 4º de la ESO para la asignatura de Biología y Geología, recogida en la orden EDC/65/2015, de 21 de enero:

- Concepto de gen.
- 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.
- Ingeniería Genética: técnicas y aplicaciones.
- Biotecnología.
- Bioética.

La siguiente tabla hace referencia a los criterios de evaluación y los estándares de aprendizaje evaluables utilizados para realizar la evaluación de esta UD. Así mismo, se relaciona cada uno de ellos con la competencia clave que se trabaja a través de estos. Concretamente, la CMCT (competencia matemática y competencias básicas en ciencia y tecnología) será la base de toda la unidad, así como de la asignatura, puesto que se tratan conocimientos científicos básicos. Puesto que la herencia genética está relacionada con enfermedades hereditarias y otros aspectos fenotípicos, es posible trabajar la CSC (competencias sociales y cívicas) a través del respeto a los demás y la comprensión de problemas sociales. Además, con el estudio de la Ingeniería Genética y sus distintas aplicaciones industriales es posible trabajar la CCEC (competencia y expresiones culturales). La competencia digital (CD) y la competencia de aprender a aprender (CAA) se trabajaron en las últimas sesiones, en las cuales se llevó a cabo la actividad basada en el debate argumentativo. Al igual que la CMCT, la competencia en comunicación lingüística (CCL) se trabajó en todo momento. Además, estas competencias se trabajaron también en el debate sobre alimentos transgénicos que tuvo lugar durante las dos últimas sesiones de la UD, y que constituye la base de la actividad innovadora de mi propuesta didáctica.

Tabla 1- Relación entre los criterios de evaluación, las competencias clave y los estándares de aprendizaje evaluables de la UD8: La Herencia Genética.

CRITERIOS DE EVALUACIÓN	COMPETENCIA CLAVE	ESTÁNDARES DE APRENDIZAJE EVALUABLES
Crit.BG.1.9. Formular los principios básicos de Genética Mendeliana, aplicando las leyes de la herencia en la resolución de problemas sencillos.	CMCT	Est.BG.1.9.1. Reconoce los principios básicos de la Genética Mendeliana, resolviendo problemas prácticos de cruzamientos con uno o dos caracteres.
Crit.BG.1.10. Diferenciar la herencia del sexo y la herencia ligada al sexo, estableciendo la relación que se da entre ellas.	CMCT	Est.BG.1.10.1. Resuelve problemas prácticos sobre la herencia del sexo y la herencia ligada al sexo.

Crit.BG.1.11. Conocer algunas enfermedades hereditarias, su prevención y alcance social.	CSC	Est.BG.1.11.1. Identifica las enfermedades hereditarias más frecuentes y su alcance social.
Crit.BG.1.12. Identificar las técnicas de la Ingeniería Genética: ADN recombinante y PCR.	CMCT	Est.BG.1.12.1. Diferencia técnicas de trabajo en ingeniería genética, y sus aplicaciones.
Crit.BG.1.13. Comprender el proceso de la clonación.	CMCT	Est.BG.1.13.1. Describe las técnicas de clonación animal, distinguiendo clonación terapéutica y reproductiva.
Crit.BG.1.14. Reconocer las distintas aplicaciones de la Ingeniería Genética: OMG (organismos modificados genéticamente), diagnóstico y tratamiento de enfermedades, etc.	CMCT-CCEC	Est.BG.1.14.1. Analiza las implicaciones éticas, sociales y medioambientales de la Ingeniería Genética.
Crit.BG.1.15. Valorar las aplicaciones de la tecnología del ADN recombinante en la agricultura, la ganadería, el medio ambiente y la salud.	CMCT-CCEC	Est.BG.1.15.1. Interpreta críticamente las consecuencias de los avances actuales en el campo de la biotecnología.

A nivel metodológico, el trabajo de la unidad fue similar durante todas las sesiones, a excepción de las dos últimas, en las que se realizó una actividad de debate argumentativo sobre el tema de los alimentos transgénicos. Mediante esta actividad se trabajaron los contenidos de ingeniería genética, biotecnología y bioética.

El objeto final de dicha actividad fue combinar el tratamiento de conocimientos teóricos con el tratamiento de competencias sociales. Así mismo, uno de los propósitos de la actividad fue el desarrollo del pensamiento crítico. La elección de una actividad basada en el debate argumentativo atiende a la necesidad de desarrollo del aprendizaje de actitudes, y con ello de las competencias clave. Como recogen algunos autores, este tipo de enseñanza basado en debates intencionados, permite que los alumnos discutan y justifiquen, a partir de lo que aprenden, sus puntos de vista sobre temas concretos, lo que puede resultar en una estrategia interesante para el aprendizaje y desarrollo de actitudes (Ayuso & Banet, 2002).

A excepción de las últimas dos sesiones de la UD, que fueron utilizadas para el debate, en las sesiones generales se combinó la explicación teórica de conceptos con la realización de ejercicios prácticos. Si bien la metodología se asemeja a las clases magistrales tradicionales, se intentó seguir un modelo proactivo animando a los alumnos a la participación, a través de preguntas generales y la resolución autónoma de ejercicios.

Así mismo, durante la última sesión de la UD se realizó el examen de esta unidad, que se adjunta como el Anexo I al final de este trabajo. Por otro lado, durante toda la UD se utilizó una presentación de Power point como apoyo durante la clase, que también se adjunta en los anexos de esta memoria (Anexo II). La temporalización de la UD se adjunta como Anexo III al final de esta memoria.

h. Evaluación inicial

La evaluación inicial podría definirse como aquella que tiene lugar antes del inicio de un proceso de enseñanza, siendo una pieza clave en el proceso de enseñanza-aprendizaje, puesto que delimita el punto de partida de dicho proceso (Laura & Méndez, 2007). Podría decirse que

la evaluación inicial debería sentar las bases sobre las que ha de diseñarse el modelo de enseñanza.

En el caso particular del grupo-clase donde se impartió la UD, la evaluación inicial se realizó de manera informal, entendiéndose esto como ausencia de preguntas escritas o test escrito inicial. Para ello, se preguntó a los alumnos acerca de conceptos generales de la UD durante la primera sesión. Las respuestas de los alumnos sirvieron como base para establecer el nivel de partida de la UD.

Ayuso y Banet (Ayuso & Banet, 2002) proponen que los alumnos aprenden a partir de lo que ya saben. De manera general, las personas utilizamos, desde edades tempranas, explicaciones sobre los aspectos más elementales de la herencia biológica, que, en ocasiones, no coinciden con los puntos de vista de la ciencia escolar. Según recogen estos autores las ideas alternativas de la sociedad respecto a la genética son variadas, estando influenciadas por las noticias de los medios de comunicación, el ambiente escolar y el ambiente familiar (parecidos entre familiares, diversidad de plantas y animales, etc.), lo que condiciona las percepciones de los estudiantes sobre la herencia biológica. La siguiente tabla, recoge algunas de esas ideas alternativas que los estudiantes presentan con respecto a la herencia genética. Observando el lugar de origen de los estudios aportados en las fuentes consultadas, se puede deducir que las ideas alternativas están presentes en alumnos de distintas procedencias.

Tabla 2- Principales ideas previas de los alumnos en relación con la herencia genética.

ÁMBITO DEL CONOCIMIENTO	IDEAS ALTERNATIVAS	REFERENCIAS
Herencia de los caracteres	Confusión acerca del término “información genética”.	(Lewis & Wood-Robinson, 2000)
	Desconocimiento de la relación entre genes y características de los seres vivos.	(Lewis & Wood-Robinson, 2000)
	Hay características aportadas por un progenitor y otras por el otro.	(Clough & Wood-Robinson, 1985)
	Determinismo biológico en libros de texto.	(Puig & Aleixandre, 2015)
Información hereditaria en los seres vivos	Atribución de genes y no cromosomas a unos seres vivos y viceversa.	(Lewis, Leach, & Wood-Robinson, 2000)
	Ausencia de reproducción sexual en animales alejados taxonómicamente del ser humano.	(Caballero Armenta, 2008)
	Las plantas no presentan células.	(Banet & Ayuso, 2000)
	Ausencia de reproducción sexual en plantas.	(Banet & Ayuso, 2000; Caballero Armenta, 2008; Lewis & Wood-Robinson, 2000)
Localización de la información hereditaria	Ausencia de relación entre organismo, célula, núcleo, cromosoma, gen y ADN.	(Iñiguez & Puigcerver, 2013; Lewis et al., 2000)
	Sólo los gametos presentan cromosomas sexuales.	(Banet & Ayuso, 2000)
Información hereditaria en diferentes tipos celulares	Cada tipo celular lleva información genética para realizar su función.	(Lewis & Wood-Robinson, 2000)
	Genes como partículas que contienen un rasgo en miniatura.	(Lewis & Kattmann, 2004)

En vista de los antecedentes recogidos en la tabla, se asumió que nuestros alumnos tendrían estas mismas ideas previas, lo que quedó constatado en algunas de las respuestas que daban y dudas que planteaban a lo largo de la UD. Por ejemplo, casi siempre olvidaban la influencia del ambiente en el fenotipo y tampoco relacionaban el ADN con los cromosomas o el núcleo de las células. En consecuencia, se hizo hincapié en estos apartados de la UD, con el objetivo de que se alejasen de la idea de determinismo biológico. Igualmente, en la presentación de Power point utilizada durante las clases, se incluyeron imágenes que relacionaban los conceptos de ADN, gen, núcleo y célula, para que los alumnos pudiesen observar la relación entre ellos y no entenderlos de manera aislada.

Además, el estudio bibliográfico de propuestas didácticas de otros autores, que basaron sus diseños en los conocimientos de los alumnos (Iñiguez & Puigcerver, 2013) sirvió para plantear la secuenciación de la UD, que se muestra en el Anexo III. En este sentido, resultó de gran utilidad, por ejemplo, explicar las Leyes de Mendel, una vez los alumnos tenían asentados ciertos conceptos sobre Genética, y no al principio de la UD.

i. Objetivos

Los objetivos de la propuesta didáctica se han dividido en objetivos referidos a los contenidos conceptuales, procedimentales y actitudinales. En este sentido, los objetivos conceptuales serían los siguientes:

- Conocer la relación entre el ADN, los genes y los cromosomas.
- Conocer los conceptos de genotipo y fenotipo.
- Distinguir genes y alelos y conocer su función.
- Conocer y saber utilizar la nomenclatura utilizada en la resolución de problemas de genética.
- Resolver problemas de genética con patrón de herencia conocido o desconocido.
- Conocer qué son los alimentos transgénicos, así como sus principales aplicaciones.

En cuanto a los objetivos procedimentales, se marcaron los citados a continuación:

- Saber construir árboles genealógicos.
- Saber interpretar textos científicos, determinando las ideas principales.
- Saber expresar de forma correcta la información científica de manera oral y escrita.
- Participar de forma activa en debates, utilizando los términos y conceptos estudiados.

Finalmente, los objetivos actitudinales que los alumnos deberían haber alcanzado al finalizar esta UD son:

- Valorar la importancia de una buena formación en genética, para poder interpretar de manera correcta noticias relacionadas con ingeniería genética.
- Valorar de manera crítica las implicaciones del desarrollo de organismos transgénicos.

j. Justificación

El estudio de la Genética es uno de los puntos centrales del currículo en el segundo ciclo de ESO, siendo 4º de ESO el curso durante el cual se hace referencia al tema por primera vez y última para los alumnos que no elijan continuar sus estudios por la rama de ciencias. Por tanto, para estos alumnos, lo que aprendan en este curso será su única formación sobre estos contenidos. Algunos autores (Abril, Mayoral, & Muela, 2004; Turney, 1995) proponen los siguientes motivos como los principales para desarrollar la comprensión de la Genética:

- Utilitario → aplicación de conocimientos científicos para su uso.
- Democrático → aplicación de los conocimientos para debatir en sociedad.
- Cultural → logro de la sociedad moderna.

En relación con estos motivos, se puede deducir que tanto la comprensión de la Genética como de la Biología Molecular contribuye a que el alumnado reconozca y valore las aportaciones de la Ciencia a la mejora de la sociedad. Por otro lado, favorece el desarrollo de una actitud crítica y permite valorar el conocimiento científico como un proceso en construcción que se adapta a las necesidades de la sociedad en cada momento. En este sentido, determinados autores afirman que los alumnos que consigan entender correctamente estos conceptos y procesos genéticos desarrollarán mejores capacidades para comprender la realidad y participar en decisiones importantes (Gator, 1992).

El estudio de las ciencias experimentales en general y de la asignatura de Biología y Geología en particular se ha basado tradicionalmente en la transmisión de conocimientos teóricos a través del uso de clases magistrales y en el aprendizaje memorístico de conceptos complejos y específicos (Duschl & Osborne, 2002), lo que ha llevado a distanciar la ciencia que se enseña en las aulas de la que puede ser percibida en la vida cotidiana de los estudiantes (Banet, 2007). Si bien este tipo de enseñanza propedéutica es válido para la transmisión de contenidos y para la preparación de futuros científicos (Vazquez-Alonso et al., 2005), no trabaja de una manera tan clara las diferentes competencias recogidas en la LOMCE. Por ello, el trabajo de los contenidos de Biología y Geología desde un punto de vista no exclusivamente propedéutico podría aumentar el interés de los alumnos por este tipo de asignaturas, permitiendo trabajar además las competencias clave. En este sentido, la utilización de metodologías basadas en el aprendizaje activo, como las propuestas por el trabajo cooperativo pueden resultar de gran utilidad (García, 2003).

El trabajo activo implica la involucración de los alumnos en actividades que fomentan su reflexión e interacción con otros estudiantes a través de preguntas orales o escritas. En base a estas afirmaciones, el debate argumentativo podría servir como recurso didáctico basado en el aprendizaje activo, ya que permite trabajar de manera simultánea la interacción entre los alumnos, el desarrollo de competencias y el aprendizaje de contenidos (Ayuso & Banet, 2002). Además, el debate argumentativo, si se trabaja en grupos cooperativos correctamente orientados, puede contribuir al desarrollo de las habilidades argumentativas de los estudiantes, a través de la expresión respetuosa de sus opiniones y del respeto de las aportaciones del resto.

Como ya se ha mencionado anteriormente, la metodología que se planteó en esta UD pretendió combinar las típicas clases magistrales con otro tipo de sesiones más proactivas, en

las que los alumnos pudiesen investigar por su cuenta y participar de manera activa. Además, se intentó aplicar en algunos puntos el modelo constructivista, puesto que algunos autores plantean que parte de la enseñanza de temas relacionados con la Genética reside en el uso del modelo tradicional de enseñanza para explicar los mecanismos de transmisión de la herencia biológica (Iñiguez & Puigcerver, 2013). Para solucionar estos problemas, plantean el empleo de una metodología innovadora basada en modelo constructivista.

En cuanto a la adecuación de esta propuesta didáctica al centro en el que se desarrollaron las prácticas se puede decir que, en primer lugar, la elección de esta unidad estuvo basada en la coincidencia temporal de la misma dentro de la realización del Prácticum. Antes de impartir la misma, pude asistir como observadora a varias clases de mi tutor en el centro y analizar el estilo de enseñanza que utilizaba, así como las características de los diferentes grupos y niveles en los que el profesor impartía clase. De entre todos los niveles posibles, elegí 4º de la ESO porque es un nivel intermedio, y es el que más se adecuaba temporalmente al desarrollo de las prácticas. Además, en el caso de 2º de bachillerato, se encontraban finalizando el temario y preparando la EVAU, por lo que apenas disponían de tiempo y todas las UD's objeto de esta habían sido previamente impartidas. En el caso de 1º de bachillerato también se encontraban acabando la materia y tenían pendientes los exámenes finales de varias asignaturas. Por último, descarté 1º de la ESO, porque avanzaban muy lentamente con el temario, y tal y como coincidió el desarrollo del Prácticum, no hubiese tenido tiempo suficiente para impartir una UD completa, realizar el examen de esta y corregirlo.

En consiguiente, la elección de la UD se ha fundamentado principalmente en la temporalización del currículum y el libro de texto que utilizaban en el centro. Además, esta unidad resulta de gran importancia a nivel teórico, ya que es necesario que los alumnos tengan claros conceptos básicos previos, como la meiosis o la estructura del ADN, a la vez que sirve para asentar conceptos que serán la base para próximas etapas académicas.

Por todo ello, consideré que el desarrollo de esta UD supondría una buena primera toma de contacto con la docencia en Educación Secundaria.

La parte más novedosa de la propuesta didáctica reside en el desarrollo del debate argumentativo. Podemos entender por argumentación, la capacidad para relacionar datos y conclusiones y evaluar enunciados teóricos a la luz de los datos empíricos o procedentes de otras fuentes (Jiménez-Aleixandre & Díaz de Bustamante, 2003). En relación con esta definición, podemos deducir que el empleo de la argumentación resulta especialmente relevante en ciencias, puesto que uno de los objetivos principales de la ciencia es relacionar datos y conclusiones para justificar observaciones de diferentes fenómenos y generar enunciados sobre los mismos (Solbes, Ruiz, & Furió, 2010). Además, este tipo de educación basada en un proceso activo, contribuye positivamente al reto que supone para la Educación Secundaria la alfabetización científica de la población, ya que, en la actualidad, existen un gran número de cuestiones medioambientales, médicas o económicas a las que la sociedad ha de enfrentarse desde un punto de vista socio-científico (Solbes, 2003). En este sentido, dichas cuestiones, requieren de los ciudadanos el análisis de diferentes argumentos y la toma de decisiones basándose en estos argumentos (Sadler & Zeidler, 2005).

Por tanto, la educación científica requiere además un enfoque hacia la forma de utilización de las evidencias para construir explicaciones, a través de la evaluación de los datos y de las garantías en los que se basan las creencias en ideas y teorías

científicas (Osborne, Erduran, Simon, & Monk, 2001). Son muchos los autores (Molina, 2012; Norris & Phillips, 2003) que defienden esta postura, aportando propuestas para que la enseñanza de las ciencias no sólo promueva el aprendizaje de conocimiento, sino que también enfatice el desarrollo del pensamiento crítico y la capacidad argumentativa (Driver, Newton, & Osborne, 2000).

En relación con estos antecedentes, puede afirmarse que la participación de los estudiantes en debates argumentativos fomenta el pensamiento crítico, siempre y cuando el debate se plantee de manera adecuada, es decir basándose en procedimientos y reglas que favorezcan el intercambio de ideas y la racionalidad crítica. De lo contrario, los debates pueden llevar a la aparición de afirmaciones injustificadas, emocionalismo e intercambio retórico. En este sentido, el formato de debates de Karl Popper puede resultar en un modelo adecuado para el desarrollo del pensamiento crítico (Quijano Ramos, 2015). A lo largo de esta propuesta didáctica se utilizará dicho formato como base para el diseño de la actividad.

En este marco, la elección del tema del debate (alimentos transgénicos) está basada en la presencia de este debate a nivel social, puesto que los alimentos transgénicos, si bien podrían ser una excelente alternativa a la escasez de alimentos que provocará la sobrepoblación mundial, son a la vez objeto de un profundo análisis en cuanto a su seguridad en relación con la salud o el medio ambiente. Los transgénicos se han desarrollado con el objetivo de mejorar las técnicas tradicionalmente usadas en el sector agrario y ganadero, haciéndolas más sostenibles. Además, intentan aportar un gran número de beneficios a la humanidad, pero, pese a ello, no están exentos de polémica, y siguen suponiendo un tema de debate entre los distintos sectores de la sociedad. Aparte de las dudas que determinadas secciones de la sociedad presentan acerca de su seguridad, existen especulaciones acerca de los intereses de las grandes compañías que poseen las patentes de determinados alimentos transgénicos (Polo, 2017).

Por todo ello, en este trabajo se parte de la hipótesis de que estas mismas cuestiones también estarán presentes en los alumnos, como parte de la sociedad que son. Con la realización de este debate argumentativo, se pretende que los alumnos comprendan por ellos mismos, el impacto positivo que la ingeniería genética en general, y los alimentos transgénicos en particular están suponiendo y supondrán a nivel global, sin olvidar las implicaciones éticas que supone el uso de esta tecnología. Así, se espera que los estudiantes deduzcan que un uso adecuado de la tecnología de los transgénicos permitirá el desarrollo de grandes avances. Igualmente, con el empleo de este tipo de herramientas educativas se pretende que relacionen los conceptos adquiridos en sus distintas etapas educativas con temas actuales de interés social, de manera que puedan observar y apreciar las posibilidades que los descubrimientos científicos pueden aportar a la sociedad.

Finalmente, la implementación del debate plantea el trabajo de las competencias clave recogidas en la LOMCE. A continuación, se describe como se trabajaron dichas competencias:

- CCL: a través de la expresión clara de sus ideas y opiniones, y la correcta utilización del lenguaje científico y de argumentos bien fundamentados durante el debate.
- CMCT: los argumentos han de tener una buena base científica, para lo cual tendrán que consultar diferentes fuentes científicas, así como utilizar sus conocimientos previos en la materia.

- CD y CAA: a través de la búsqueda de información de manera autónoma en Internet para poder defender sus posturas.
- CSC: mediante el respeto de las normas del debate, las opiniones de los compañeros y los turnos de palabra.
- CCEC: a través del análisis de las implicaciones del uso de los alimentos transgénicos y la interpretación crítica de las consecuencias de los avances de este tipo de tecnologías.

4. ACTIVIDADES

Dentro de la UD impartida se llevaron una serie de actividades destinadas a afianzar los conceptos teóricos explicados durante el desarrollo de esta. En primer lugar, y tal como se muestra en la temporalización aportada en la presentación de la propuesta didáctica se realizaron ejercicios prácticos representativos de los diferentes tipos de herencia.

Este apartado de la memoria se centrará en el desarrollo de la actividad de debate argumentativo propuesto para el tratamiento de los contenidos referentes a alimentos transgénicos.

La utilización del debate argumentativo, como se menciona anteriormente, parte de la base de que este tipo de metodologías resultan ser una importante tarea para el desarrollo del proceso discursivo en ciencias. Por ello, propiciar la argumentación en clase fomenta el desarrollo de estrategias de indagación que permiten aprender a razonar a través del uso de argumentos, que resultan ser la externalización del razonamiento (Henao & Stipcich, 2008). Partiendo de este enfoque, cobra especial relevancia la argumentación. Por un lado, el desarrollo de la ciencia necesita de la discusión, el razonamiento, la argumentación, la crítica y la justificación de ideas y explicaciones. Por otro, el proceso de enseñanza-aprendizaje de las ciencias requiere el empleo de aproximaciones basadas en el lenguaje, donde las actividades discursivas son indispensables. En relación con este planteamiento, es Stephen Toulmin quien describe las ciencias como culturas en permanente transformación, donde se generan preguntas y problemas, se desarrollan explicaciones, se establecen herramientas conceptuales y se utilizan elementos tecnológicos. Desde esta perspectiva, aprender ciencias supone compartir conocimiento y tener capacidad de tomar y cambiar posturas críticas (Toulmin, 1958). Por tanto, la evaluación crítica de las ideas implica la constante comprobación de afirmaciones, propias y de los interlocutores, que han sido provisionalmente aceptadas.

El modelo planteado por Toulmin se compone de distintos elementos. Toulmin considera que un “argumento” es una estructura compleja de datos que incluye un movimiento que parte de una *evidencia*, para llegar a establecer una *aserción*. El paso desde una *evidencia* a una *aserción* es la prueba de que la línea argumental se ha realizado con efectividad. Por otro lado, la *garantía* permite la conexión entre los elementos anteriores. Finalmente, el modelo se compone también de *respaldo*, *cualificador modal* y *reserva*. En este sentido, la *garantía* anterior se respalda en estudios. Por su parte, el *cualificador modal* indica el grado de fuerza o de probabilidad de aserción. Por último, la *reserva*, hace referencia a las posibles objeciones que se pueden formular. En resumen, el esquema opera de la siguiente forma: a partir de una *evidencia* (datos) se formula una *aserción* (proposición). Una *garantía* conecta los datos de *aserción* y se ofrece su cimiento teórico, práctico o experimental: el *respaldo*. El *cualificador*

modal indica el modo en que se interpreta la *aserción* como verdadera, probable o contingente. Por último, se tienen en cuenta sus posibles *reservas* u objeciones.

En vista de lo planteado aquí, la argumentación se considera clave en el proceso de enseñanza-aprendizaje y por ello se decidió realizar una actividad basada en este tipo de propuestas, tomando como referencia el modelo de Toulmin.

k. Objetivos de la actividad

En base a los antecedentes aportados, el objetivo principal de esta actividad consistió en la implementación de un debate argumentativo sobre los alimentos transgénicos en la clase de 4º de la ESO, dentro de la Unidad Didáctica de la Herencia Genética. Además, se llevó a cabo un análisis posterior de la actividad, comparando las variaciones en las opiniones iniciales de los alumnos con respecto a sus opiniones posteriores a la realización del debate sobre el tema propuesto. Igualmente, se pretendió establecer una relación entre el uso de debates argumentativos y el trabajo de algunas de las competencias recogidas en la LOMCE, como son: la competencia en comunicación lingüística (CCL), la competencia matemática y competencias básicas en ciencia y tecnología (CMCT), la competencia digital (CD), la competencia aprender a aprender (CAA), las competencias sociales y cívica (CSC) o la competencia conciencia y expresiones culturales (CCEC).

Todos estos objetivos estuvieron además basados en la utilización correcta de argumentos científicos.

A modo de resumen, los objetivos específicos que se pretendió alcanzar con esta actividad fueron los siguientes:

- Implementar un debate argumentativo a través de grupos cooperativos.
- Conseguir que los alumnos razonasen en términos científicos, argumentando de manera ordenada y respetando el turno de palabra de los compañeros.
- Desarrollar las competencias clave recogidas en la LOMCE y trabajar contenidos específicos.

l. Contenidos trabajados

En el desarrollo de la actividad se trabajaron a un nivel más profundo los contenidos de Ingeniería Genética: técnicas y aplicaciones, Biotecnología y Bioética. Precisamente, dichos contenidos, suelen quedar relegados a un segundo plano cuando se aborda la Unidad Didáctica de la Herencia Genética. Sin embargo, son los que guardan una relación más directa con las cuestiones socio-científicas a las que ha de enfrentarse la sociedad actual.

En este sentido, y como ya se menciona en el apartado anterior, los alimentos transgénicos constituyen en la actualidad fuente de debate social, apareciendo en el mismo, dos posturas claramente enfrentadas. Por ello, para el planteamiento de la actividad, partimos de la suposición de la presencia de estas dos posturas en la clase donde se realizó el debate.

No obstante, antes del inicio de este se procedió a la consulta del posicionamiento de los alumnos sobre los alimentos transgénicos, para poder separarlos en grupos en base a su opinión. Además, se eligieron tres personas como moderadoras de la actividad.

m. Metodología

Es importante remarcar que la actividad se planteó para llevarse a cabo tras la explicación de los contenidos de la unidad, y que durante el desarrollo de esta se introdujeron paulatinamente conceptos clave para la ejecución del debate, como Ingeniería Genética, biotecnología, mejora de alimentos, nutraceuticos u organismo modificado genéticamente.

De manera más concreta, la actividad se centró en la realización de un debate con dos posiciones enfrentadas, a favor y en contra de los alimentos transgénicos, por lo que la clase se dividió en dos grupos de debate. Además, un tercer grupo formado por tres personas intervino como moderador del debate. La misión de este grupo de moderadores consistió en velar por la realización del debate de manera ordenada, es decir, respetando el turno de palabra de los compañeros y vigilando el tono del debate. El papel del profesor no fue meramente observador, sino que también analizó la validez científica de los argumentos aportados por ambos grupos.

En cuanto a la temporalización de la actividad (Tabla 3), de manera estricta, fue necesaria la utilización de dos sesiones para su ejecución, si bien se empleó una pequeña parte de la sesión inmediatamente anterior para indicar que se iba a realizar un debate sobre los alimentos transgénicos durante las sesiones sucesivas y formar los grupos de cada posición.

Durante la primera sesión considerada como propia de la actividad, se explicó en qué iba a consistir el debate y cómo iba a realizarse. Estas aclaraciones se realizaron al principio de la sesión, que se desarrolló en el aula de informática, con el objetivo de que los alumnos pudieran buscar información para defender sus argumentos en el debate del día posterior, lo que permitió trabajar la competencia digital. Cada grupo de “opinión” estuvo formado por doce alumnos, dentro del cual cada grupo de tres alumnos se centró en una de las cuestiones a tratar en el debate:

- Utilidad de los alimentos transgénicos.
- Efecto de los transgénicos en la salud.
- Medio ambiente e intereses económicos.
- Legislación.

Durante esta sesión, los alumnos contaron con una ficha aportada por el profesor con algunas fuentes fiables de consulta, así como guías de preguntas que tenían que tratar de contestar con sus búsquedas. Además, también pudieron consultar noticias y analizar el enfoque de estas en función de la posición respecto al tema de quien redacta dichas noticias.

Tabla 3- Temporalización y localización de las actividades.

SESIÓN	ACTIVIDAD	LOCALIZACIÓN
Sesión previa	Exposición breve de la actividad y formación de equipos	Aula de 4º de la ESO
Sesión 1	Búsqueda de información por equipos	Aula de informática
Sesión 2	Realización del debate	Aula de 4º de la ESO

Como se puede ir deduciendo de las aportaciones anteriores, la metodología empleada durante el desarrollo de la propuesta didáctica se basó en el formato de debate propuesto por Karl Popper, con alguna modificación (Quijano Ramos, 2015). Este formato recoge la existencia de dos equipos que defenderán dos posturas enfrentadas (uno a favor y otro en contra) acerca de un tema determinado. Concretamente, la pregunta general de este debate fue la siguiente: ¿Son los alimentos transgénicos una buena alternativa a la alimentación convencional? Como en el caso de otras preguntas controvertidas, puede que no exista una respuesta fácil, aunque en principio, las dos posibles respuestas serán sí y no. A partir de aquí, cada equipo ha de defender su respuesta con argumentos científicamente válidos.

De tal forma, y como se menciona previamente, se hicieron dos equipos con doce integrantes en cada uno. Durante la primera sesión, cada integrante del grupo tenía que tener claro cuál era la información que debían buscar. En el momento del debate, cada miembro del equipo tenía, además, un rol determinado:

- **Introducción:** se encarga de exponer los argumentos y establecer la línea argumental de su equipo.
- **Refutadores:** su misión es argumentar coherentemente la postura de su equipo a la vez que intentan desmontar la postura del equipo contrario. Cuando intervienen, el equipo contrario debe hacer preguntas con el objetivo de desestabilizar estos argumentos.
- **Conclusor:** su trabajo consiste en recapitular el transcurso del debate, marcando tanto los puntos fuertes de su equipo, como los errores existentes en la argumentación del equipo contrario.

Por otro lado, el papel del equipo moderador fue clave en el transcurso del debate, ya que fueron los encargados de marcar los tiempos de intervención de cada participante, mientras velaban por el cumplimiento de las normas del debate (Sánchez Prieto, 2007):

- Mismo tiempo de exposición para las dos posturas.
- Siempre comienza el equipo que defiende la postura a favor. A continuación, interviene el equipo en contra y continúa de nuevo el equipo a favor, de tal forma que el debate termina con la intervención del grupo que está a favor.
- El debate presenta una duración de 40 minutos.
- Al final de este, los moderadores determinan quien ha ganado el debate.

Además, durante el desarrollo del debate se siguieron las siguientes pautas:

- La búsqueda de información ha de ser previa al debate. Durante el mismo no está permitida la investigación.
- Se deben utilizar fuentes fiables, de tal manera que los participantes han de ser honestos.

- Los participantes deben trabajar de manera cooperativa, como equipo.

La siguiente tabla recoge los tiempos y el orden de intervención de cada miembro de cada equipo. Cabe señalar aquí, que hubo cinco refutadores por equipo.

Tabla 4- Orden de intervención de los miembros de cada equipo y tiempo asignado a cada intervención.

MIEMBRO	TIEMPO
Introduccion equipo a favor	3'
Introduccion equipo en contra	3'
Refutador equipo en contra	3'
Refutador equipo a favor	3'
Conclucion equipo en contra	3'
Conclucion equipo a favor	3'

5. EVALUACIÓN FINAL

Los elementos de partida para elaborar los instrumentos de evaluación han de ser los criterios de evaluación, entendidos como las situaciones de aprendizaje a proponer al alumnado, y los estándares de aprendizaje evaluables, utilizando además propuestas metodológicas que incidan en la adquisición de las competencias clave (Polo Martínez, 2015) y teniendo en cuenta propuestas metodológicas que incidan en la adquisición de las competencias clave.

En consecuencia, los criterios de evaluación en los que estuvo basada la elección de los instrumentos y procedimientos de evaluación fueron los siguientes:

- Crit.BG.1.9. Formular los principios básicos de Genética Mendeliana, aplicando las leyes de la herencia en la resolución de problemas sencillos.
- Crit.BG.1.10. Diferenciar la herencia del sexo y la herencia ligada al sexo, estableciendo la relación que se da entre ellas.
- Crit.BG.1.11. Conocer algunas enfermedades hereditarias, su prevención y alcance social.
- Crit.BG.1.12. Identificar las técnicas de la Ingeniería Genética: ADN recombinante y PCR.
- Crit.BG.1.14. Reconocer las distintas aplicaciones de la Ingeniería Genética: OMG (organismos modificados genéticamente), diagnóstico y tratamiento de enfermedades, etc.
- Crit.BG.1.15. Valorar las aplicaciones de la tecnología del ADN recombinante en la agricultura, la ganadería, el medio ambiente y la salud.

En cuanto a los estándares de aprendizaje evaluables considerados como imprescindibles para la superación de la UD, se eligieron los siguientes:

- Est.BG.1.9.1. Reconoce los principios básicos de la Genética Mendeliana, resolviendo problemas prácticos de cruzamientos con uno o dos caracteres.
- Est.BG.1.10.1. Resuelve problemas prácticos sobre la herencia del sexo y la herencia ligada al sexo.

- Est.BG.1.14.1. Analiza las implicaciones éticas, sociales y medioambientales de la Ingeniería Genética.
- Est.BG.1.15.1. Interpreta críticamente las consecuencias de los avances actuales en el campo de la biotecnología.

En relación con estos criterios y estándares aquí numerados se diseñó una prueba escrita (Anexo I), en la cual se incluyeron problemas prácticos, algunos de los cuales habían sido realizados previamente en clase. Además, se preguntó acerca de los conceptos teóricos básicos de la UD, como son gen, alelo o herencia dominante. Por tanto, la prueba escrita se compuso de preguntas de respuestas construidas que exigían el desarrollo y la obtención de resultados, como son los problemas; y preguntas de respuesta abierta. En este punto, es importante destacar, que los conceptos clave se repasaron en todas las sesiones, preguntando a los alumnos sobre ellos al principio de cada clase. La elección de este tipo de evaluación estuvo basada por un lado, en el planteamiento de situaciones y contextos concretos reconocibles para el alumnado, que les permitiese demostrar su dominio y aplicación, ya que los problemas prácticos tipo habían sido realizados en clase, y por otro, en que era el tipo de evaluación que los alumnos realizaban al final de cada unidad, y por ello el profesor tutor del centro recomendó esta misma metodología para incluir la nota del examen en las calificaciones oficiales de los alumnos.

En cuanto a la evaluación del debate argumentativo, esta se llevó a cabo desde un punto de vista competencial. En este sentido, los métodos de evaluación que resultan más adecuados para la valoración de la información obtenida de los alumnos se basan en el análisis de los “saberes” de estos (Polo Martínez, 2015). Por ello, se decidió evaluar esta actividad a través de las reflexiones de los alumnos sobre los contenidos tratados en el debate. Por ello, tanto el desarrollo de la actividad como los resultados obtenidos de la misma se evaluaron mediante el empleo de rúbricas, en las cuales se valoró el trabajo individual y colectivo de los alumnos. Además, se planteó una pregunta sobre los alimentos transgénicos en la prueba escrita: “Define organismo transgénico y cita tres posibles aplicaciones de estos”, con el objetivo de evaluar la adquisición de contenidos durante la actividad.

La rúbrica para evaluar el desarrollo de la actividad (Anexo IV) se fundamentó en el análisis del trabajo colectivo de los alumnos observado en el aula y se utilizó durante el desarrollo del debate, mientras que la rúbrica diseñada para valorar el trabajo individual (Anexo V) se centró en la evaluación de un pequeño resumen sobre la actividad que los alumnos tenían que entregar tras la realización del debate. A modo de resumen, en la rúbrica de evaluación del desarrollo de la actividad se valoraron los siguientes puntos:

- Participación grupal.
- Reparto de tareas.
- Calidad de la interacción.
- Interacción intragrupo.

Por su parte, la rúbrica para valorar el trabajo individual tuvo en cuenta los siguientes elementos:

- Redacción.
- Explicación y definición de conceptos.

- Expresión escrita.
- Conocimiento de los contenidos.
- Argumentación y opinión.

n. Resultados

i. Resultados generales

En cuanto a los resultados de la prueba escrita utilizada para evaluar el aprendizaje de contenidos de la UD, podría decirse que no fueron muy positivos, ya que prácticamente la mitad de la clase suspendió el examen. Concretamente, el porcentaje de aprobados resultó en un 55,56%, de los cuales un 37,03% no logró alcanzar el notable, que fue obtenido por el 14,8% de los alumnos. Sólo un alumno consiguió la calificación de sobresaliente. El resumen de estos resultados se recoge en la Figura 1. Si bien los resultados son a priori negativos, no distan mucho de los que los alumnos de este grupo-clase había obtenido en pruebas anteriores.

Además, de manera general, los alumnos respondieron de manera correcta a la pregunta referente a los alimentos transgénicos y sus aplicaciones. Esta resultó ser una de las cuestiones del examen a la que un mayor número de alumnos contestó de manera adecuada. Concretamente, sólo tres alumnos no obtuvieron la máxima calificación posible para esta pregunta.

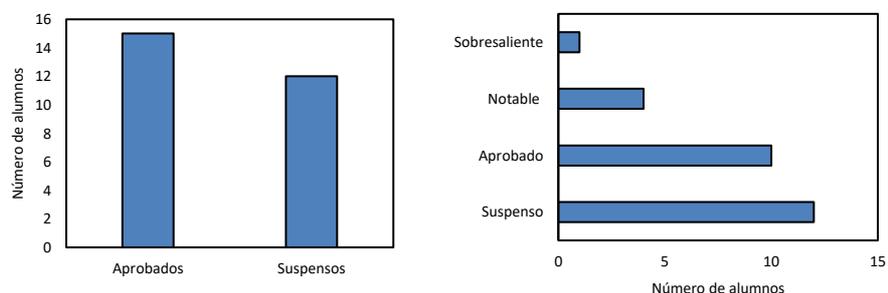


Figura 1- Resumen de los resultados de los alumnos del grupo-clase de 4º de la ESO en la prueba escrita de la UD 8: La Herencia Genética.

Analizando de una manera más profunda los resultados de la propuesta, podemos afirmar que los objetivos conceptuales sólo se han conseguido en parte. En este sentido, sólo la mitad de la clase consiguió los objetivos siguientes:

- Conocer los conceptos de genotipo y fenotipo.
- Distinguir genes y alelos y conocer su función.
- Conocer y saber utilizar la nomenclatura utilizada en la resolución de problemas de genética.
- Resolver problemas de genética con patrón de herencia conocido o desconocido.

En cambio, el objetivo referente a los alimentos transgénicos se consiguió por parte de la mayoría del alumnado.

ii. Resultados de la actividad basada en el uso del debate argumentativo

De manera general, la realización de la actividad arrojó resultados positivos en lo referente a la motivación y participación de los alumnos, ya que toda la clase intervino en el desarrollo del debate con aparente entusiasmo.

Como se menciona en apartados anteriores, durante la sesión previa al desarrollo de la actividad se utilizó una presentación de Power point para explicar el objetivo de la actividad e introducir el contenido acerca de los alimentos transgénicos. Además, en este momento se preguntó a los alumnos acerca de su posición con respecto a los alimentos transgénicos. Sorprendentemente, un elevado número de alumnos se mostró en contra de este tipo de alimentos, manifestando que eran peligrosos y presentaban muchos efectos desfavorables. Alguno de los alumnos no se mostró en contra ni a favor, puesto que decían desconocer que eran estos alimentos y cuáles eran las consecuencias de su utilización. Finalmente, tras introducir brevemente en qué consisten los organismos genéticamente modificados, los alumnos se decantaron por una de las dos opiniones. Puesto que, tras la explicación, aproximadamente doce alumnos se mostraron a favor y otros doce en contra, los equipos se formaron en base a su opinión. Por su parte, el equipo de moderadores se constituyó con los alumnos que seguían sin tener una opinión clara.

La sesión de búsqueda de información en Internet se realizó en el aula de informática, donde el ordenador del profesor disponía de un sistema de vigilancia de los ordenadores de los alumnos (Figura 2). Dicho sistema resultó especialmente útil para que los alumnos se centrasen en la búsqueda de información de interés y no dedicasen tiempo a distraerse en otras páginas. Durante esta clase, el comportamiento de los alumnos fue bueno, ya que se dedicaron a la tarea encomendada y preguntaron dudas acerca de conceptos que no tenían claros. Aun así, es importante destacar en este punto, que la clase empezó diez minutos tarde, ya que el cambio a la sala de informática y la puesta a marcha de los equipos requirió tiempo adicional. También es interesante mencionar que los alumnos buscaron información de fuentes que ellos mismos encontraron, haciendo poco caso a las recomendaciones que se les aportaron. Esto supuso, que en ocasiones las fuentes elegidas no fuesen fiables y estuviesen sesgadas, sobre todo en las búsquedas realizadas por el equipo en contra. Por otro lado, el equipo moderador buscó información en ambos sentidos para disponer de argumentos adecuados en la toma de decisiones.



Figura 2- Aula de informática del centro. Detalle del programa del equipo del profesor que permite el control de los ordenadores de los alumnos.

Durante el desarrollo del debate propiamente dicho, las mesas se colocaron en dos partes de la clase (Figura 3), situándose los moderadores en la parte delantera del aula. Cada uno de

los equipos (a favor y en contra) se colocó en un lado de la clase. Al igual que en el desarrollo de la sesión anterior, se perdieron aproximadamente diez minutos de la clase, ya que los alumnos no llegaron todos a la vez, puesto que venían de un examen. Igualmente, alguno de ellos tuvo que salir cinco minutos antes del final, puesto que tenía que participar en un campeonato deportivo organizado por el colegio. Aun así, el transcurso del debate fue bastante positivo, respetándose las normas de este durante la mayor parte del tiempo. En este punto, el papel del equipo moderador fue determinante, puesto que controlaron muy bien los tiempos de intervención e hicieron respetar las normas en todo momento. Por su parte, es importante destacar que los equipos participan con interés, asumiendo su rol desde el inicio de la actividad, si bien los argumentos utilizados no fueron válidos científicamente en todos los casos.

En cuanto a los temas a tratar durante el debate, los alumnos se centraron durante varios turnos de palabra en el tema de la seguridad de los alimentos transgénicos, dejando de lado las otras cuestiones planteadas al inicio. Por otro lado, en lo referente a la calidad de las fuentes aportadas, es reseñable que las fuentes consultadas por el equipo a favor presentaban una mayor base científica que las del equipo en contra, que, por su parte, aportó muchos datos de Greenpeace. Por el contrario, el equipo a favor utilizó como fuentes artículos científicos, algunos de ellos en inglés. Finalmente, respecto al desenlace del debate, tras la discusión argumental de ambos equipos, el equipo moderador no dio por ganador a ninguno de los equipos, decantándose por “un empate técnico”.

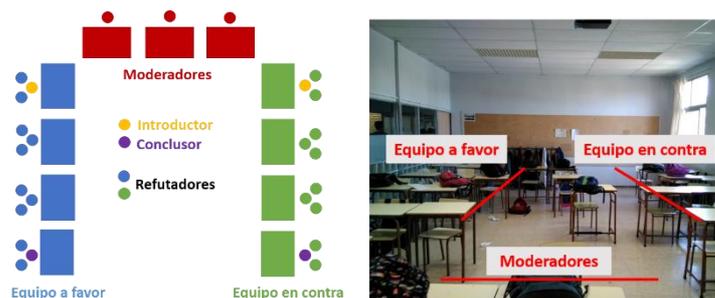


Figura 3- Distribución del aula y los equipos durante el debate.

Por último, en el análisis de la actividad desde el punto de vista referente a los resultados didácticos de esta, se puede concluir que la realización de este tipo de debates resulta realmente útil para el trabajo de las competencias clave, ya que de manera general la mayoría se trabajaron de manera eficaz. En este sentido, por la forma de expresarse de los alumnos, que en general utilizaron un lenguaje adecuado, queda claro que la CCL se desarrolló positivamente durante la actividad. Esta misma competencia quedó también trabajada a través de la búsqueda de fuentes para desarrollar los argumentos, destacando la presencia de fuentes en inglés. Igualmente, la CD y la CAA se trabajaron a través de la búsqueda de información de manera autónoma en Internet durante la primera sesión de la actividad. En este caso, los alumnos demostraron un amplio dominio de la competencia digital, manejando Internet con soltura, así como procesadores de texto para tomar notas. Igualmente, la CAA también se trabajó de manera positiva, ya que los alumnos fueron capaces de buscar su propia información y seleccionar la adecuada según su punto de vista, si bien es cierto que dicha información era sesgada en algunos casos. Así mismo, la CSC estuvo patente durante todo el transcurso de la actividad, puesto que los alumnos respetaron las normas, así como los turnos de palabra y las opiniones de los demás. Por otro lado, la CCEC también se trabajó de manera

eficaz, ya que los alumnos reflexionaron de manera crítica acerca de la biotecnología y sus aplicaciones. Por último, la CMCT constituyó la base del debate, ya que se trabajaron de manera indirecta contenidos científicos que son el pilar fundamental de la materia y de la asignatura.

Si bien queda claro que el objetivo referente al trabajo de las competencias clave se consiguió con el desarrollo de la actividad, el desarrollo del pensamiento crítico no se desarrolló tan eficazmente, ya que aun utilizando argumentos que no eran válidos desde un punto de vista científico, muchos alumnos no cambiaron su postura al final del debate.

Aunque podría decirse que la actividad contribuyó, en parte, a la adquisición de contenidos, puesto que los alumnos respondieron correctamente a la pregunta referente al tema que se puso en el examen de la UD, el hecho de que algunos estudiantes que se mostraban inicialmente en contra de la utilización de transgénicos siguiesen manteniendo la misma opinión tras el debate, puede ser indicativo de que no han comprendido la importancia de la tecnología de los transgénicos, y que es la aplicación correcta o no de esta lo que puede ser discutible. Como se menciona anteriormente, además, este mismo grupo manifestó dificultades para encontrar argumentos científicos en contra de los transgénicos, pero aun así no fue capaz de razonar a favor de estos, lo que revela que no fueron capaces de desarrollar el pensamiento crítico de manera adecuada.

En cuanto a la evaluación de la actividad del debate, que se realizó con la rúbrica aportada en el Anexo IV, casi el total de los alumnos obtuvieron la máxima calificación en la parte de trabajo cooperativo. En este sentido, en el apartado que evaluaba la participación grupal, la práctica totalidad de los alumnos participó con entusiasmo, tanto en la búsqueda de información, como en el transcurso del propio debate. En cuanto al reparto de tareas, los estudiantes contribuyeron de manera equitativa a la búsqueda y aporte de argumentos. La calidad de la interacción resultó muy positiva, puesto que todos los alumnos respetaron su turno de palabra y el de los compañeros, si bien no siempre utilizaron argumentos bien elaborados y razonados. Finalmente, en cuanto a la interacción intragrupo, cada estudiante tuvo un rol asignado, pero no estuvo claramente definido, ya que en ocasiones intervenían fuera de su rol, por ejemplo, no hubo un claro rol de concludor, ya que todos querían aportar su propia conclusión. De manera general, en base a estos resultados, se puede concluir que los objetivos procedimentales y actitudinales marcados al principio de la propuesta didáctica se consiguieron en parte con el desarrollo del debate.

Por último, el trabajo individual de los alumnos a través de la entrega de una reflexión personal escrita no pudo llevarse a cabo por falta de tiempo, ya que la actividad se realizó al final del Prácticum, quedando solo una última sesión que se dedicó a la realización de la prueba escrita. Igualmente, y como se menciona anteriormente, se diseñó una rúbrica (Anexo V) que hubiese sido utilizada para la evaluación de esta reflexión. Aun así, el trabajo individual quedó patente en las respuestas a la pregunta sobre alimentos transgénicos de la prueba escrita, resultando en general bastante positivo.

6. EVALUACIÓN DE LA PROPUESTA DIDÁCTICA Y PROPUESTA DE MEJORA

Tanto el desarrollo de la UD como el debate argumentativo planteado dentro de la misma se llevaron a cabo de manera satisfactoria en el grupo-clase de 4º de la ESO. La temporalización seguida para la explicación de los contenidos de la UD resultó ser adecuada, ya que para comprender los contenidos del final de la unidad era necesario haber entendido los anteriores. En este sentido, por ejemplo, el planteamiento y resolución de los problemas de genética difícilmente podría haberse llevado a cabo sin la comprensión de conceptos básicos como gen o cromosoma. Concretamente, los conceptos de ingeniería genética y organismo genéticamente modificado también precisan de una base de conocimientos de genética para poder ser comprendidos de manera adecuada. Por otro lado, la deducción de las Leyes de Mendel al final de la UD también me parece adecuada, ya que a partir de los resultados de los problemas realizados en las distintas sesiones han sido los propios alumnos los que han podido comprender por sí mismos las citadas leyes, en lugar de aprenderlas de manera memorística.

Si nos centramos en el debate argumentativo llevado a cabo en las últimas dos sesiones de la UD, se puede afirmar que, en conjunto, la realización de la actividad ha sido muy positiva, al igual que la actitud de los alumnos hacia la misma, por lo que considero que introduciendo alguna de las mejoras que se plantean más adelante podría conseguirse que comprendiesen mejor los contenidos tratados, así como que desarrollasen el pensamiento crítico.

En primer lugar, se puede concluir que la actividad se implementó de manera positiva en la clase de 4º de la ESO, que participó activamente en el desarrollo del debate, cumpliendo con las actividades planificadas en todas las sesiones. En cuanto a la consecución de los objetivos expuestos al inicio de esta propuesta, sólo se alcanzaron parcialmente, ya que la argumentación que realizaron los alumnos con respecto a sus posturas no pudo considerarse científicamente aceptable en todos los casos.

También es importante destacar que la implementación de la propuesta tuvo lugar a final de curso, coincidiendo con la realización de numerosos exámenes, lo que pudo influir negativamente en el desarrollo de las sesiones de la actividad, puesto que, en numerosas ocasiones se perdió tiempo al comienzo de estas porque los alumnos habían tenido examen durante la hora anterior a la sesión correspondiente. Además, tras haber realizado y analizado la propuesta, considero necesario la utilización de una sesión más para el desarrollo del debate, puesto que una sola sesión se queda corta y no hay tiempo suficiente para profundizar en todas las cuestiones pretendidas al principio (seguridad, utilidad, medio ambiente y legislación). Presumiblemente, este cambio facilitaría la adquisición de contenidos.

Por otro lado, me gustaría destacar que la interacción intragrupo fue especialmente positiva, y que los alumnos trabajaron de manera cooperativa durante todas las sesiones. Igualmente, la metodología utilizada resultó ser adecuada, si bien sería necesaria la introducción de algunos cambios, como la ampliación del tiempo y la explicación de los roles de manera más detallada. En cuanto a la evaluación, podría resultar interesante añadir alguna parte de autoevaluación y coevaluación, para que ellos mismos valorasen su trabajo y el de sus compañeros.

En resumen, la implementación del debate ha sido positiva y la llevaría a cabo en mi futura experiencia docente, si bien introduciría las mejoras aquí planteadas con el objetivo de solventar algunos de los obstáculos a los que tuve que enfrentarme en el desarrollo del debate.

7. CONCLUSIONES DEL MÁSTER

En primer lugar, me gustaría remarcar la necesidad de formación específica para poder formar parte del cuerpo docente de profesores de Educación Secundaria y Bachillerato. En este sentido, este Máster está diseñado para cubrir dicha necesidad, consiguiendo, desde mi punto de vista ese objetivo de manera general. No obstante, por otro lado, el diseño didáctico del Máster no me parece del todo adecuado, y si bien en algunos casos ha superado mis expectativas iniciales, en otros he detectado ciertas carencias. Si bien es cierto que la teoría es necesaria para una correcta práctica docente, considero que la carga teórica de algunas asignaturas del Máster es excesiva en ocasiones. Además, con la realización del Prácticum me he dado cuenta de que el planteamiento de situaciones en el aula desde un punto de vista teórico dista mucho de la realidad que se vive diariamente en los centros.

De manera general, las asignaturas del primer cuatrimestre me resultaron útiles para acercarme a las distintas leyes educativas que ha habido a lo largo de la historia, especialmente a la LOMCE. De las actividades llevadas a cabo durante esta primera etapa destacaría el diseño y redacción de una programación didáctica, ya que considero que se acerca bastante a la realidad docente. La asignatura de Fundamentos de diseño instruccional y metodologías de aprendizaje también me resultó de utilidad, puesto que nos proporcionó recursos de consulta tanto de artículos basados en proyectos didácticos reales como de diseño de actividades que pueden llevarse a cabo en la práctica docente real. Sin embargo, la materia de otras asignaturas me resultó demasiado teórica y alejada de la realidad de las aulas. Especialmente relevante es el caso de la optativa que elegí, Prevención y resolución de conflictos, ya que cuando la escogí lo hice con las expectativas de que esta asignatura me proporcionase recursos para intentar solventar los posibles conflictos que pudieran surgir en mi práctica docente. Sin embargo, la asignatura me resultó demasiado teórica y alejada de la realidad de las aulas. Quizá mi formación científica influya negativamente en mi comprensión de este tipo de asignaturas, que están basadas en conceptos más abstractos. Además, como parte negativa del diseño de las distintas materias, señalaría que parte de los contenidos se repiten en varias asignaturas. Como parte positiva, remarcaría que la realización de los trabajos individuales y grupales me ha permitido manejar legislación y ser capaz de encontrar recursos útiles en distintas plataformas digitales y páginas web relacionadas con la práctica docente.

Durante el segundo cuatrimestre, alguna de las asignaturas sí que han estado más orientadas a la práctica, resultándome por ello más interesantes. Aún así, desde mi punto de vista, la carga de trabajo del Máster me ha resultado un poco excesiva, puesto que la entrega de muchos trabajos ha coincidido con el desarrollo del Prácticum, lo que ha propiciado que no hayamos podido aprovechar plenamente esta experiencia. Aun así, destacaría el periodo del Prácticum como el más interesante del Máster, ya que nos ha permitido acercarnos a la realidad de las aulas y comprender las dificultades a las que el profesorado ha de enfrentarse diariamente. En este sentido, he podido comprobar como el profesor ha de adaptarse a las características y diferencias de cada nivel educativo, cada grupo-clase y cada alumno, cambiando las estrategias de enseñanza en función de estas diferencias. En este punto, destacaría también las diferencias que he podido observar entre la docencia a nivel

universitario, que había podido impartir con anterioridad al Máster y la docencia a nivel de Secundaria. Por ejemplo, durante las clases que pude impartir en la Universidad pude comprobar, que en general, los alumnos mostraban atención e interés, mientras que en las clases de Secundaria los ritmos y motivaciones de los alumnos eran mucho más variables. Por ello, me parece interesante que parte del profesorado de este Máster sea a la vez docente en Educación Secundaria, ya que su experiencia nos ha acercado más a la realidad diaria de las aulas.

Finalmente, también destacaría que la realización de este Máster ha potenciado mi capacidad de reflexión acerca de los contenidos y las diferentes estrategias docentes que pueden llevarse a cabo. Así mismo, la consulta de bibliografía específica sobre didáctica de las ciencias me ha permitido conocer una forma diferente de planteamiento de estudios e investigaciones. Este punto me resultó complicado al principio, ya que por mi formación académica y científica estoy acostumbrada a consultar otro tipo de fuentes y estudios.

Por tanto, basándome en estas reflexiones concluiría que la realización de este Máster es necesaria, puesto que me permitirá el acceso a la educación reglada. Además, en determinados aspectos los contenidos que he aprendido me han resultado útiles e interesantes para poder ser utilizados en mi futura labor docente, pero en otros me han parecido excesivos y poco reales.

8. REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS

- Abril, A. M., Mayoral, M. V., & Muela, F. J. (2004). Los medios de comunicación social y la didáctica de la Genética y la Biología molecular en E.S.O. In *La nueva alfabetización: un reto para la educación del siglo XXI* (pp. 367–368). Madrid: Centro de Enseñanza Superior en Humanidades y Ciencias de la Educación “Don Bosco.”
- Ayuso, G. ., & Banet, E. (2002). Alternativas a la enseñanza de la genética en educación secundaria. *Enseñanza de Las Ciencias*, 20(1), 133–157.
- Banet, E. (2007). Finalidades de la educación científica en secundaria: opinión del profesorado sobre la situación actual. *Enseñanza de Las Ciencias*, 25(1), 005–020. Retrieved from <http://ddd.uab.cat/record/39651>
- Banet, E., & Ayuso, E. (2000). Teaching genetics at secondary school: A strategy for teaching about the location of inheritance information. *Science Education*, 84(3), 313–351. [https://doi.org/10.1002/\(SICI\)1098-237X\(200005\)84:3<313::AID-SCE2>3.0.CO;2-N](https://doi.org/10.1002/(SICI)1098-237X(200005)84:3<313::AID-SCE2>3.0.CO;2-N)
- Caballero Armenta, M. (2008). Algunas ideas del alumnado de Secundaria sobre conceptos básicos de genética. *Investigación Didáctica*, 26(2), 227–244.
- Clough, E., & Wood-Robinson, C. (1985). Children’s understanding of inheritance. *Journal of Biological Education*, 19(4), 304–310.
- Driver, R., Newton, P., & Osborne, J. (2000). Establishing the norms of scientific argumentation in classrooms. *Science Education*, 84(3), 287–312. [https://doi.org/10.1002/\(SICI\)1098-237X\(200005\)84:3<287::AID-SCE1>3.0.CO;2-A](https://doi.org/10.1002/(SICI)1098-237X(200005)84:3<287::AID-SCE1>3.0.CO;2-A)
- Duschl, R. A., & Osborne, J. (2002). Supporting and Promoting Argumentation Discourse in Science Education. *Studies in Science Education*, 38(1), 39–72. <https://doi.org/10.1080/03057260208560187>
- García, C. R. (2003). Como Aprender Y Enseñar Biología Utilizando Aprendizaje Cooperativo. *Departamento de Ciencias Universidad Europea de Madrid*, 1–11.
- Gator, G. L. (1992). Teaching genetics in the high school classroom. In M. U. Smith & P. E. Simmons (Eds.), *Teaching genetics: Recommendations and research proceedings of a national conference* (pp. 20–30). Cambridge.
- Henao, B., & Stipcich, M. (2008). Educación en ciencias y argumentación : la perspectiva de Toulmin como posible respuesta a las demandas y desafíos contemporáneos para la enseñanza de las Ciencias Experimentales. *Revista Electrónica de Enseñanza de Las Ciencias*, 7, 47–62.
- Iñiguez, F., & 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.
- Jiménez-Aleixandre, M. P., & Díaz de Bustamante, J. (2003). Discurso De Aula Y Argumentación En La Clase De Ciencias: Cuestiones Teóricas Y Metodológicas. *Enseñanza de Las Ciencias*, 21(3), 359–370.
- Laura, M., & Méndez, M. (2007). La evaluación inicial en los centros de secundaria: ¿cómo abordarla? *REVISTA GALEGO-PORTUGUESA DE PSICOLOGÍA E EDUCACIÓN*, 14, 9–20.
- Lewis, J., & Kattmann, U. (2004). Traits, genes, particles and information: re-visiting students' understandings of genetics. *International Journal of Science Education*, 26(2), 195–206. <https://doi.org/10.1080/0950069032000072782>
- Lewis, J., Leach, J., & Wood-Robinson, C. (2000). All in the genes? — young people's understanding of the nature of genes. *Journal of Biological Education*, 34(2), 74–79. <https://doi.org/10.1080/00219266.2000.9655689>
- Lewis, J., & Wood-Robinson, C. (2000). Genes, chromosomes, cell division and inheritance - do students see any relationship? *International Journal of Science Education*, 22(2), 177–195. <https://doi.org/10.1080/095006900289949>
- Ley Orgánica 8/2013 para la Mejora de la Calidad Educativa (LOMCE), (2013).
- Molina, M. E. (2012). Argumentar en clases de ciencias. In *III Jornadas de Enseñanza e Investigación Educativa en el campo de las Ciencias Exactas y Naturales, 26, 27 y 28 de septiembre de 2012*,. La Plata, Argentina. Retrieved from http://www.memoria.fahce.unlp.edu.ar/trab_eventos/ev.3696/ev.3696.pdf
- Norris, S. P., & Phillips, L. M. (2003). How literacy in its fundamental sense is central to scientific literacy. *Science Education*, 87(2), 224–240. <https://doi.org/10.1002/sce.10066>
- Osborne, J., Erduran, S., Simon, S., & Monk, M. (2001). Enhancing the quality of argument in school science. *School Science Review*, 82(301), 63–70. <https://doi.org/10.1002/tea.20035>
- 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 la educación primaria, la educación secundaria obligatoria y el bachillerato, (2015).
- Orden ECD/489/2016, de 26 de mayo, por la que se aprueba el currículo de la Educación Secundaria Obligatoria y se autoriza su aplicación en los centros docentes de la Comunidad Autónoma de Aragón, (2016).
- Polo, K. L. (2017). Seguridad alimentaria y alimentos transgénicos. *Observatorio*

- Medioambiental*, 20, 59–75.
- Polo Martínez, I. (2015). Orientaciones para el diseño de instrumentos de evaluación competenciales a partir de los estándares de aprendizaje evaluables. *Avances En Supervisión Educativa*, 23, 1–37.
- Puig, B., & Aleixandre, M. P. J. (2015). El modelo de expresión de los genes y el determinismo en los libros de texto de ciencias. *Revista Eureka*, 12(1), 55–65. <https://doi.org/10.498/16924>
- Quijano Ramos, D. (2015). El debate en la educación pública, un bien necesario. Experiencia en un instituto de enseñanza secundaria de Málaga. *CLIO. History and History Teaching*, 41.
- Sadler, T. D., & Zeidler, D. L. (2005). Patterns of informal reasoning in the context of socioscientific decision making. *Journal of Research in Science Teaching*, 42(1), 112–138. <https://doi.org/10.1002/tea.20042>
- Sánchez Prieto, G. (2007). El debate académico en el aula como herramienta didáctica y evaluativa. Madrid: Universidad Europea de Madrid.
- Solbes, J. (2003). Las complejas relaciones entre ciencia y tecnología. *Alambique. Didáctica de Las Ciencias Experimentales*, 38, 8–20.
- Solbes, J., Ruiz, J., & Furió, C. (2010). Debates y argumentación en las clases de física y química. *Alambique*, 63(Enero 2010), 65–75.
- Toulmin, S. E. (1958). *The Uses of Argument* (Vol. 34). Nueva York: Cambridge University Press.
- Turney, J. (1995). The public understanding of genetics—where next? *European Journal of Genetics and Society*, 1, 5–20.
- Vazquez-Alonso, Á., Acevedo-Díaz, J. A., & Manassero-Mas, M. A. (2005). Más allá de la enseñanza de las ciencias para científicos: hacia una educación científica humanística. *Revista Electrónica De Enseñanza De Las Ciencias*, 4(2). Retrieved from <http://dialnet.unirioja.es/servlet/articulo?codigo=1213102>