



Universidad
Zaragoza

Trabajo Fin de Máster

Propuesta didáctica: Biotecnología e Ingeniería Genética con metodologías activas como apoyo.

Didactic proposal: Biotechnology and Genetic Engineering with active methodologies as support.

Autora

Irene Serrano Gonzalo

Director: Ángel Luis Cortés Gracia

Co-Director: Francisco Luis Alda Bueno

FACULTAD DE EDUCACIÓN

Curso 2020/2021

ÍNDICE

1. Introducción	3
1.1. Presentación personal y del currículo académico.....	3
1.2. Contexto del centro de prácticas	4
1.3. Presentación del trabajo	5
2. Análisis didáctico de dos actividades realizadas durante el máster y su aplicación en el prácticum	6
2.1. Actividad 1	6
2.2. Actividad 2	7
3. Propuesta didáctica	8
3.1. Título y nivel educativo.....	8
3.2. Evaluación inicial.....	8
3.3. Objetivos	11
3.3.1. Objetivos generales de etapa	11
3.3.2. Objetivos generales de materia.....	11
3.3.3. Objetivos didácticos	12
3.4. Justificación (marco teórico).....	12
3.4.1. Justificación de la propuesta didáctica	12
3.4.2. Justificación de la metodología	13
4. Actividades	14
4.1. Contexto del aula y participantes	14
4.2. Temporalización, contenidos y objetivos concretos de cada actividad	14
4.3. Recursos utilizados.....	18
4.4. Metodología utilizada.....	18
4.5. Criterios de evaluación y de calificación e instrumentos utilizados.....	19
4.5.1. Criterios de evaluación.....	19
4.5.2. Momentos e instrumentos de evaluación	19
4.5.3. Criterios de calificación	21
5. Análisis de los resultados del aprendizaje	21
6. Análisis crítico de la propuesta didáctica y propuesta de mejora	23
7. Consideraciones finales	24
8. Referencias bibliográficas	26

1. Introducción

1.1. Presentación personal y del currículo académico

Mi nombre es Irene Serrano Gonzalo y me gradué en Biotecnología por la Universidad de Zaragoza (2013-2017). Para ampliar mi formación y conocer diferentes campos, mientras cursaba la carrera, realicé prácticas universitarias en los meses de verano, una en el ámbito de la genética vegetal y otra en el ámbito biomédico. Dentro de esta última área, también realicé algún curso. Tras la movilidad Erasmus a Italia que realicé en el último curso, me decanté para estudiar el Máster de Biología Molecular y Celular, también ofertado por la Universidad de Zaragoza, del cual obtuve el título en 2018.

Tras finalizar el máster estuve trabajando como técnico y coordinadora de ensayos clínicos en la Fundación Española para el Estudio y Terapéutica de la Enfermedad de Gaucher y otras lisosomales unos meses, hasta que me concedieron la beca Universtage para realizar prácticas en el extranjero. Como me gustaba el mundo de la investigación, acepté la beca y me fui 3 meses a Birmingham para realizar unas prácticas sobre el metabolismo del cáncer. Fue una experiencia muy buena donde por un lado pude mejorar mi inglés y, por otro lado, me hizo darme cuenta de que me gustaría seguir por la investigación.

Nada más volver de Birmingham me reincorporé al puesto de ensayos clínicos. Estuve allí 4 meses y en septiembre de 2019 me ofrecieron en la misma fundación un puesto en el grupo de investigación donde hacemos diagnóstico e investigación de enfermedades raras, en concreto de depósito lisosomal. Actualmente sigo en este puesto y en octubre del año pasado, al concedernos un proyecto, comencé mi doctorado dentro del área de Bioquímica y Biología Molecular y Celular. También, actualmente estoy cursando un Máster propio de la Universidad de Alcalá de Henares de Enfermedades Lisosomales.

Como podréis comprobar nunca había contemplado la posibilidad de ser docente, pero en mi actual puesto de trabajo me ha tocado preparar diferentes comunicaciones e impartir diversas clases a médicos. Las diferentes experiencias me gustaron mucho y es por ello que me decidí a matricularme en el Máster de Profesorado. Cursar este máster y en concreto, realizar el Prácticum II, me ha llevado a considerar la docencia de secundaria dentro de mi futuro laboral.

1.2. Contexto del centro de prácticas

El centro donde se ha desarrollado la propuesta es el I.E.S. Valdespartera, un Instituto de Enseñanza Pública y Mixta. Este centro se abrió en 2011 y está localizado en la calle La Isla del Tesoro, número 14. Fue el primer centro público de educación secundaria destinado específicamente para atender a los barrios del sur de Zaragoza.

En este curso académico el centro cuenta con un total de 805 alumnos, repartidos en 34 grupos. En 1º de ESO hay 7 grupos con un total de 146 alumnos, en 2º de ESO hay 8 grupos con 184 alumnos, en 3º de ESO hay 5 grupo con 135 alumnos, en 4º de ESO hay 7 grupos con 154 alumnos, en 1º de Bachillerato hay 4 grupos con 102 alumnos y en 2º de Bachillerato hay 3 grupos con 84 alumnos.

Lo oferta educativa del centro incluye enseñanzas de Educación Secundaria Obligatoria y Bachillerato. En Secundaria Obligatoria el centro imparte enseñanzas en inglés dentro del Programa Bilingüe CILE 2 dentro del convenio MEC-British Council (Modelo BRIT-Aragón). El Programa Bilingüe es cursado por la gran mayoría del alumnado del centro y supone un tercio de las horas lectivas, siendo las asignaturas de Biología y Geología y de Geografía e Historia, las impartidas en el programa.

También en la etapa Secundaria Obligatoria, el centro cuenta con programas de atención a la diversidad: PAI en 1ºESO, PMAR para 2ºESO y 3ºESO y currículo agrupado en 4º ESO. En la etapa de Bachillerato se imparten dos modalidades, la de ciencias y la de humanidades y ciencias sociales. Para cubrir esta oferta educativa el centro cuenta en el curso 2020/2021 con 82 docentes de los cuales, 7 lo son a jornada parcial.

Actualmente, este instituto recibe alumnos de los barrios Valdespartera, Rosales del Canal, Arcosur y Montecanal (Distrito Sur). Estos barrios son relativamente nuevos, con una población mayoritariamente joven y muchos niños en edad escolar. Por esa razón y la falta de otros centros en la zona, hay ciertos problemas de espacio en el centro. También el hecho de que este centro tenga un Programa Bilingüe en inglés, fomenta que los alumnos tanto del C.E.I.P. Montecanal como el C.E.I.P. Valdespartera, colegios acogidos al convenio MEC-British Council, elijan mayoritariamente el I.E.S. Valdespartera para continuar los estudios de Secundaria tras la etapa de Primaria.

En el Distrito Sur el porcentaje de población extranjera es solo del 8%, uno de los porcentajes más bajos de Zaragoza (Ayuntamiento de Zaragoza, 2020). Este hecho se ha podido comprobar en las aulas donde el número de alumnos extranjeros es bastante escaso. Aquellos grupos que se han podido observar presentaban un número muy bajo de alumnos extranjeros, en algunos casos nulo, pero cabe destacar, que ninguno de los alumnos extranjeros presentaba problemas con el idioma. Por lo general, los grupos encontrados eran bastantes homogéneos.

1.3. Presentación del trabajo

La propuesta que engloba este trabajo fue diseñada para los alumnos de 2º de bachillerato del I.E.S. Valdespartera, en concreto, 15 alumnos que cursaban la asignatura de Biología. Lo que se planteó, y se expondrá a continuación, fue el uso de metodologías activas, en concreto la gamificación, para apoyar la clase magistral y así, abordar los contenidos de ingeniería genética y biotecnología, incluidos en dicha asignatura. En concreto, los contenidos impartidos corresponden a la parte de Biotecnología, perteneciente al Bloque 4 y la parte de Ingeniería genética y sus aplicaciones del Bloque 3: Genética y evolución. En la Tabla 1, se relacionan los contenidos desarrollados en esta propuesta y los criterios de evaluación, estándares de aprendizaje y competencias clave a trabajar.

Bloque y contenidos	Criterios de evaluación	Competencias Clave	Estándares de aprendizaje
<u>BLOQUE 4</u> La biotecnología.	Crit.BI.4.6. Evaluar las aplicaciones de la biotecnología y la microbiología en la industria alimentaria y farmacéutica y en la mejora del medio ambiente.	CMCT - CSC	Est.BI.4.6.2. Valora las aplicaciones de la biotecnología y la ingeniería genética en la obtención de productos farmacéuticos, en medicina y en biorremediación para el mantenimiento y mejora del medio ambiente, y en procesos alimenticios.
<u>BLOQUE 3</u> La ingeniería genética. Organismos modificados genéticamente.	Crit.BI.3.8. Desarrollar los avances más recientes en el ámbito de la ingeniería genética, así como sus aplicaciones.	CMCT - CAA	Est.BI.3.8.1. Resume y realiza investigaciones sobre las técnicas desarrolladas en los procesos de manipulación genética para la obtención de organismos transgénicos.

Tabla 1. Relación de contenidos desarrollados en esta propuesta con los criterios de evaluación, estándares de aprendizaje y competencias clave.

2. Análisis didáctico de dos actividades realizadas durante el máster y su aplicación en el prácticum

2.1. Actividad 1

La primera actividad desarrollada en el máster, la cual me ayudo tanto en el diseño de mi propuesta como en las demás asignaturas cursadas, la realicé en la asignatura de Diseño curricular e instruccional de ciencias experimentales. En esta asignatura, concretamente en la parte de diseño, se debía preparar una programación didáctica de un bloque del curso seleccionado. En mi caso fue del Bloque 3: La biodiversidad en el planeta, de la asignatura de Biología y Geología impartida en 3º de la ESO.

En otra asignatura del máster también tuvimos que preparar una programación, pero en ese caso podía no ser realista, es decir, se podía impartir el temario que se quisiera en el tiempo que se quisiera. Es por ello, que realizar una programación similar a una real me ayudo tanto a diseñar las clases que iba a impartir, así como establecer los criterios mínimos que luego me sirvieron para escoger los instrumentos y criterios de calificación.

El haber hecho una programación previamente a vivir la experiencia de ser docente creo que es algo muy positivo lo cual, te permite estructurar mejor el temario. Por ejemplo, uno de los apartados de la programación que lo permiten es el establecer una temporalización detallada de las actividades, así como indicar el mínimo exigible. Partiendo de esa base, donde sabes que dar en cada sesión y lo mínimo que deben conocer los alumnos sobre los distintos conocimientos, es más sencillo diseñar las sesiones. Al final, que es lo importante, el conocer cómo se elabora una programación repercute positivamente en los alumnos. Esto sucede porque al fijar un temario más organizado nos permite organizar mejor el discurso, lo que se ha visto que ayuda a los estudiantes en la construcción del conocimiento (Castellà et al., 2007).

Los beneficios que se obtienen no solo los reciben los alumnos, al final los docentes, gracias a las programaciones que se realizan en los distintos departamentos, tiene una referencia que siempre pueden consultar y una uniformidad dentro de los compañeros.

Finalmente, destacar que la realización de una programación es una actividad necesaria que se debe realizar durante el máster ya que en el momento en el que uno se dedique a la docencia, va a tener que estar familiarizado con las mismas.

2.2. Actividad 2

La segunda actividad que me gustaría resaltar, es una desarrollada en la asignatura Habilidades del pensamiento. En general, en esta asignatura se realizaron actividades muy interesantes y aplicables en el futuro como docente como, por ejemplo, el desarrollo de un mapa conceptual o el diseño de actividades para que los alumnos tengan que utilizar un tipo de pensamiento para alcanzar los objetivos. Una de estas actividades que desarrollamos fue una escape room donde los alumnos debían utilizar el pensamiento divergente para finalizarla. Como esta actividad requería conocimientos de biología del nivel de 4º de la ESO, es una buena actividad para aplicar en el futuro. Sin embargo, durante el Practicum II pude aplicar otra actividad realizada en esta asignatura que se expone a continuación.

La actividad realizada durante el máster consistía en explicar diferentes conceptos utilizando organizadores previos comparativos. Es decir, introducir un material nuevo para los alumnos comparándolo con conceptos más generales o más cotidianos. En mi grupo explicamos de una forma más fácil y didáctica el funcionamiento de la PCR para que los alumnos, que no tienen altos conocimientos de biología molecular, pudieran entenderlo de una forma más sencilla. Para ello, se seleccionó una fotocopiadora como organizador comparativo y se relacionó el funcionamiento de esta máquina con el funcionamiento de esta técnica molecular, basada en realizar múltiples copias de un gen o una parte de un gen.

Durante el Practicum II, coincidió que me asignaron el temario relacionado con la Biotecnología y la Ingeniería Genética para impartirlo a los alumnos de 2º de Bachillerato. De este modo, pude explicarles la técnica PCR utilizando el organizador previo que habíamos desarrollado durante la asignatura, aunque no solo se utilizó para ese concepto, durante las distintas explicaciones intenté implementar esta técnica para los conceptos más complicados.

Considero que la explicación de conocimientos nuevos a través del uso de organizadores previos es una herramienta muy útil y efectiva. Se ha descrito que este instrumento facilita un aprendizaje significativo al alumnado (Moreira, 2008), motivo por el cuál es interesante su uso.

3. Propuesta didáctica

3.1. Título y nivel educativo

La propuesta tiene como título: Propuesta didáctica: Biotecnología e Ingeniería Genética con metodologías activas como apoyo. Esta propuesta se diseñó para su impartición a alumnos de 2º de Bachillerato que cursaban la asignatura de Biología.

3.2. Evaluación inicial

Para comenzar a diseñar o preparar una propuesta didáctica es necesario realizar una evaluación inicial al alumnado la cual, nos va a permitir obtener información de los conocimientos de los alumnos y, de este modo, preparar correctamente el temario a impartir. Previamente a seleccionar y preparar los instrumentos para la evaluación inicial, se quisieron conocer los contenidos que se estudian en años previos sobre el temario seleccionado. Para ello, se revisó el currículo de cursos anteriores haciéndonos una idea de lo estudiado por los alumnos.

Tras la revisión solo se encontraron contenidos relacionados con la Biotecnología y la Ingeniería Genética en el currículo de 4º de la ESO. En la Tabla 2 se muestran los criterios de evaluación de los contenidos de 4º de la ESO relacionados con los criterios de evaluación desarrollados en la propuesta.

Criterios de evaluación de 2º de Bachillerato	
Crit.BI.3.8. Desarrollar los avances más recientes en el ámbito de la ingeniería genética, así como sus aplicaciones.	Crit.BI.4.6. Evaluar las aplicaciones de la biotecnología y la microbiología en la industria alimentaria y farmacéutica y en la mejora del medio ambiente.
Criterios de evaluación de 4º de la ESO	
Crit.BG.1.12. Identificar las técnicas de la Ingeniería Genética: ADN recombinante y PCR.	Crit.BG.1.15. Valorar las aplicaciones de la tecnología del ADN recombinante en la agricultura, la ganadería, el medio ambiente y la salud.
Crit.BG.1.13. Comprender el proceso de la clonación.	
Crit.BG.1.14. Reconocer las distintas aplicaciones de la Ingeniería Genética: OMG (organismos modificados genéticamente), diagnóstico y tratamiento de enfermedades, etc.	

Tabla 2. Relación de los criterios de evaluación de 2º de Bachillerato y 4º de la ESO de los contenidos de Biotecnología e Ingeniería Genética.

Conociendo el temario relacionado con el de la propuesta, impartido en cursos anteriores, se quiso tener una visión más general de los posibles conocimientos previos del alumnado y en concreto, de las posibles ideas alternativas. Es por ello, que se revisó en la literatura las ideas alternativas que los alumnos de secundaria tenían sobre la Biotecnología y la Ingeniería Genética.

Existen numerosas publicaciones tanto nacionales como internacionales donde se exponen diferentes ideas alternativas sobre los temas a tratar. En la gran mayoría se describe un gran desconocimiento sobre los Organismos Modificados Genéticamente (OMG) y una asociación de la Biotecnología con procesos complejos y no con procesos más simples desarrollados por microorganismo.

Algunas de las ideas alternativas encontradas que fueron interesantes debido al temario elegido fueron:

- *La producción tradicional del vino o la cerveza no se consideran biotecnología.* (De la Vega et al., 2018). En la publicación exponen que un 53% de los encuestados contestaron que la afirmación era verdadera o que no lo sabían.

- *Un yogurt no es un producto biotecnológico.* (Casanoves et al., 2015). En este artículo, más del 60% de las respuestas, para esta afirmación, eran erróneas o no lo sabían.
- *Un OMG es siempre un transgénico.* (Casanoves et al., 2015). En esta ocasión, un 77% de los encuestados no sabían la respuesta o la consideraron verdadera.
- *Los OMG son siempre más grandes que los organismos sin modificar.* (Prokop et al., 2007). En esta publicación, un 63% no sabía la respuesta o respondió que era verdadera.

Una vez conocidas las posibles ideas alternativas del alumnado, así como los conceptos que habían estudiado en años anteriores, se procedió a diseñar la evaluación inicial que consistió en una prueba objetiva (Anexo I). Esta evaluación constaba de dos partes, la primera era un cuestionario KPSI (Knowledge and Prior Study Inventory) (Young & Tamir, 1977) que me permitió de manera rápida obtener información sobre conocimientos previos del alumnado. Este tipo de cuestionario consiste en señalar del 1 al 4 diferentes conceptos, siendo el 1 no sé lo que es, 2 me suena, 3 sé lo que es y 4 sé lo que es y lo sé explicar. La segunda parte era un conjunto de afirmaciones de respuesta verdadero o falso. Se relacionaron con las ideas alternativas encontradas en la literatura y se diseñaron para poder encontrar aquellas que tuvieran los alumnos.

La evaluación inicial se pasó a los alumnos durante la primera sesión y tuvo una duración de 15 minutos (se pasó al final de la clase cuando finalizaron el tema anterior). Gracias a que la primera sesión tuvo lugar el último día antes de las vacaciones de Semana Santa, se tuvo margen suficiente para preparar las sesiones. Las respuestas obtenidas por parte de los alumnos permitieron conocer aquellos conceptos menos conocidos, pudiendo de esa manera, preparar mejor el temario e introducir los nuevos conceptos más fácilmente.

También se detectaron las ideas alternativas de los alumnos que permitieron organizar de una forma específica las sesiones para poder modificarlas. Cabe destacar que, como en el caso de las publicaciones anteriores donde se exponen diferentes ideas alternativas, en este grupo se obtuvieron resultados similares con los OMG. Este concepto fue uno de los menos sabidos por parte de los alumnos y la mayoría de las ideas alternativas estaban relacionadas con los mismos.

Tener esta información, sacada de la evaluación inicial, me ayudó para saber en qué conceptos detenerme más y hacer más hincapié. En los conceptos menos conocidos no me limitaba a dar la explicación, sino que ponía una serie de ejemplos para que ellos pudieran llegar a la definición. Por ejemplo, en el caso de la Biotecnología, comencé enseñando diferentes elementos (pan, vino...) y procesos (eliminar plagas, depurar aguas...), y debían pensar que tenían en común, es decir, debían llegar a que los distintos procesos lo realizaban o podían ser realizados por organismos vivos.

3.3. Objetivos

3.3.1. Objetivos generales de etapa

Dentro de la etapa adjudicada, Bachillerato, los objetivos que se pretenden alcanzar relacionados con la unidad didáctica desarrollada, que han sido extraídos del Real Decreto 1105/2014, de 26 de diciembre, son los siguientes:

- Conocer y valorar críticamente las realidades del mundo contemporáneo, sus antecedentes históricos y los principales factores de su evolución. Participar de forma solidaria en el desarrollo y mejora de su entorno social.
- Acceder a los conocimientos científicos y tecnológicos fundamentales y dominar las habilidades básicas propias de la modalidad elegida.
- Comprender los elementos y procedimientos fundamentales de la investigación y de los métodos científicos. Conocer y valorar de forma crítica la contribución de la ciencia y la tecnología en el cambio de las condiciones de vida, así como afianzar la sensibilidad y el respeto hacia el medio ambiente.

3.3.2. Objetivos generales de materia

En cuanto a la materia impartida, en este caso Biología de 2º de Bachillerato, se muestran los objetivos que se pretenden alcanzar, que han sido extraídos de la Orden ECD/489/2016, de 26 de mayo y son los siguientes:

- Obj.BI.2. Interpretar la naturaleza de la biología, sus avances y limitaciones y las interacciones con la tecnología y la sociedad. Apreciar la aplicación de conocimientos biológicos, tales como el genoma humano, la ingeniería genética, la biotecnología, etc., para resolver problemas de la vida cotidiana y valorar los diferentes aspectos éticos, sociales, ambientales, económicos, políticos, etc., relacionados con los nuevos descubrimientos, desarrollando valores y actitudes

positivas y críticas hacia la ciencia y la tecnología por su contribución al bienestar humano, a la mejora de las condiciones de vida actuales y a la conservación del medio natural.

- **Obj.BI.7.** Comprender las leyes y mecanismos moleculares y celulares de la herencia, interpretar los descubrimientos más recientes sobre el genoma humano y sus aplicaciones en Ingeniería genética y Biotecnología, valorando sus implicaciones éticas y sociales.
- **Obj.BI.8.** Analizar las características de los microorganismos, su intervención en numerosos procesos naturales e industriales y las numerosas aplicaciones industriales de la microbiología. Conocer el origen infeccioso de numerosas enfermedades provocadas por microorganismos y los principales mecanismos de respuesta inmunitaria, valorando la prevención como pauta de conducta eficaz para la protección de la salud.

3.3.3. Objetivos didácticos

A continuación, se exponen los objetivos didácticos planteados para la unidad didáctica propuesta:

- **Obj. UD.1.** Conocer el cometido de la biotecnología.
- **Obj. UD.2.** Describir las aplicaciones de la biotecnología microbiana y los microorganismos involucrados.
- **Obj. UD.3.** Conocer el cometido de la ingeniería genética.
- **Obj. UD.4.** Conocer los mecanismos de clonación.
- **Obj. UD.5.** Explicar que es un organismo transgénico.
- **Obj. UD.6.** Identificar las aplicaciones de la ingeniería genética.
- **Obj. UD.7.** Conocer en qué consiste la terapia génica.

3.4. Justificación (marco teórico)

3.4.1. Justificación de la propuesta didáctica

La propuesta didáctica que se presenta en este trabajo trata los contenidos de Biotecnología e Ingeniería Genética. Estos conceptos suelen ser difíciles de asimilar por parte de los estudiantes y las publicaciones que muestran las ideas alternativas detectadas sobre estos temas, lo demuestran (Wisch et al., 2018). Es importante destacar que es un temario complicado y que la primera vez que aparece en el currículo es en 4º de la ESO.

A esta edad, los estudiantes ya han recibido información de diversas fuentes sobre el tema, ya que son asuntos muy debatidos en la sociedad debido a los avances logrados en los últimos años en esos campos. La información sobre ciencia que reciben los estudiantes, y la población en general, desde las diversas fuentes, no siempre es fiable y está contrastada, hecho que se ha podido comprobar muy recientemente con la actual pandemia, pudiendo ser una de las causas del desarrollo de ideas alternativas.

Aún con la información que pueden llegar a recibir, de manera pasiva, algunos estudios publicados muestran una carencia tanto de conocimientos como de actitud de los estudiantes hacia este temario (Chen & Raffan, 1999; Usak et al., 2009). Diversos factores como la poca aplicación en la vida cotidiana o conceptos abstractos, dificultan la motivación del alumno para una mejor comprensión (Bahri et al., 2014).

Por tanto, por un lado, es importante detectar y modificar las ideas alternativas de los estudiantes y por otro, elegir adecuadamente las metodologías a utilizar al trabajar con un temario tan complejo. Ambos puntos son importantes para motivar a los estudiantes, favoreciendo una actitud positiva hacia este campo que repercutirá en una mejor asimilación de los conceptos y, por consiguiente, en una valoración más positiva de la Biotecnología y la Ingeniería Genética.

3.4.2. Justificación de la metodología

En esta propuesta se ha planteado el uso de metodologías activas, como complemento de la clase magistral, para fomentar la motivación, el interés y la participación del alumnado. Este tipo de metodologías generan un aprendizaje mucho más profundo y significativo a través de la participación de los alumnos y esto sucede al depender el aprendizaje de la implicación de los mismos (Bologna, 2006). Con la implementación de este tipo de metodologías se experimenta un cambio con respecto a las metodologías tradicionales, centrándose las metodologías activas en las actividades más que en los contenidos. De este modo, los contenidos son impartidos e interiorizados a través de las actividades (Silva & Maturana, 2017).

Hasta nuestros días, se han diseñado e implementado una gran variedad de metodologías activas. En esta propuesta se han elegido una en concreto para implementarla en el aula, la gamificación. La gamificación consiste en el empleo de mecánicas de juego en el ámbito educativo, con el fin de potenciar el interés del alumnado (Prieto Andreu, 2020).

Muchos autores consideran esta metodología como una estrategia importante para aumentar la motivación en las aulas (Ortiz-Colón et al., 2018). Esto sucede al cambiar la perspectiva del alumno respecto a los contenidos, evitando de este modo la transmisión de la información de manera pasiva.

Como he comentado, la gamificación se utilizó como apoyo para la otra metodología mayoritariamente utilizada, la clase magistral expositiva. La clase magistral es la estrategia más utilizada en los diferentes niveles educativos, aunque suele ser la peor valorada. No obstante, la utilidad de este tipo de clases ha sido demostrada al lograrse un buen nivel de aprendizaje, sobre todo al fomentar la participación (Charaja Cutipa, 2019).

4. Actividades

4.1. Contexto del aula y participantes

El grupo al que fue dirigida la propuesta, como se expuesto anteriormente, constaba de 15 alumnos, 10 chicas y 5 chicos. Entre los alumnos, no había ningún caso que requiriera necesidades especiales ni ninguno que tuviera problemas con el idioma. El grupo asignado era bastante homogéneo en cuanto al nivel académico de los alumnos y el ambiente en el aula era muy bueno debido a la afinidad entre ellos.

Era un grupo muy tranquilo y nada disruptivo. Se apreciaba que los alumnos eran conscientes de que estaban en 2º de Bachillerato y el fin de la gran mayoría de ellos era conseguir la mejor nota posible para poder elegir el grado que quisiera. Respecto a la participación, siempre solían participar las mismas 4 o 5 personas y es por ello, que uno de mis objetivos de la propuesta era fomentar la participación de todo el grupo ya que lo considero un factor muy importante en el aprendizaje.

El bajo número de alumnos en el aula permitió seguir de manera más cómoda y precisa su aprendizaje. Este factor, también favoreció una mayor interacción del alumnado con el docente, creando un buen ambiente en el aula beneficioso para ambas partes.

4.2. Temporalización, contenidos y objetivos concretos de cada actividad

A continuación, en la Tabla 3, se muestran un resumen de la propuesta desarrollada. Se pueden observar las actividades realizadas por sesión, siendo un total de 5 las sesiones disponibles. También se muestra la duración de cada una de las actividades y la relación

con los objetivos didácticos. Del mismo modo, se relacionan con la metodología y el instrumento de evaluación utilizado.

Actividad	Duración	Objetivo didáctico	Metodología	Instrumentos de evaluación
SESIÓN 1 (26 de marzo de 2021)				
A. Evaluación inicial	15 min			Prueba objetiva
SESIÓN 2 (05 de abril de 2021)				
B. Explicación de Biotecnología	20 min	Obj. UD.1.	Clase magistral	Observación
C. Explicación de las aplicaciones de la Biotecnología microbiana	30 min	Obj. UD.2.	Clase magistral	Observación
SESIÓN 3 (06 de abril de 2021)				
D. Repaso de la Sesión 2	15 min	Obj. UD.1, Obj. UD.2.	Gamificación	Test de seguimiento (trivial)
E. Explicación de ingeniería genética	15 min	Obj. UD.3.	Clase magistral	Observación
F. Explicación organismos transgénico y OMG	10 min	Obj. UD.5.	Clase magistral	Observación
G. Explicación de los mecanismos de clonación	10 min	Obj. UD.4.	Clase magistral	Observación
SESIÓN 4 (08 de abril de 2021)				
H. Explicación de los mecanismos de clonación	10 min	Obj. UD.4.	Clase magistral	Observación
I. Repaso de la Sesión 3	15 min	Obj. UD.3., Obj. UD.4., Obj. UD.5.	Gamificación	Test de seguimiento (trivial)
J. Explicación de las aplicaciones de la ingeniería genética	15 min	Obj. UD.6.	Clase magistral	Observación
K. Explicación de la terapia génica	10 min	Obj. UD.7.	Clase magistral	Observación
SESIÓN 5 (09 de abril de 2021)				
L. Evaluación final	20 min	Obj. UD. 1-7		Prueba objetiva
M. Ejercicios	30 min	Obj. UD.4.	EA*	Hoja de ejercicios

Tabla 3. Resumen de las actividades realizadas por sesión. *EA: Ejercicios de aplicación.

En la Tabla 4 se puede observar los contenidos del currículo que se abordan en esta propuesta y los criterios de evaluación, competencias clave y estándares de aprendizaje de los mismos.

BIOLOGÍA - 2º DE BACHILLERATO		
BLOQUE 3: Genética y evolución		
CONTENIDOS: La ingeniería genética. Principales líneas actuales de investigación. Organismos modificados genéticamente. Proyecto genoma: Repercusiones sociales y valoraciones éticas de la manipulación genética y de las nuevas terapias génicas.		
Criterios de evaluación	CC	Estándares de aprendizaje
Crit.BI.3.8. Desarrollar los avances más recientes en el ámbito de la ingeniería genética, así como sus aplicaciones.	CMCT - CAA	Est.BI.3.8.1. Resume y realiza investigaciones sobre las técnicas desarrolladas en los procesos de manipulación genética para la obtención de organismos transgénicos.
BLOQUE 4: El mundo de los microorganismos y sus aplicaciones. Biotecnología		
CONTENIDOS: La Biotecnología. Utilización de los microorganismos en los procesos industriales: Productos elaborados por biotecnología.		
Criterios de evaluación	CC	Estándares de aprendizaje
Crit.BI.4.6. Evaluar las aplicaciones de la biotecnología y la microbiología en la industria alimentaria y farmacéutica y en la mejora del medio ambiente.	CMCT - CSC	Est.BI.4.6.2. Valora las aplicaciones de la biotecnología y la ingeniería genética en la obtención de productos farmacéuticos, en medicina y en biorremediación para el mantenimiento y mejora del medio ambiente, y en procesos alimenticios.

Tabla 4. Contenidos de la propuesta. CC: competencias clave.

Finalmente, en la Tabla 5, se relacionan los objetivos de los contenidos, es decir, los criterios de evaluación y los estándares de aprendizaje, con los objetivos generales de materia y los objetivos didácticos establecidos. También se relaciona con lo mencionado anteriormente, las competencias clave y las actividades realizadas.

Competencias Clave	Criterios de evaluación	Estándares de aprendizaje	O.G.	O.D.	Actividades
CMCT - CSC	<p>Crit.BI.4.6. Evaluar las aplicaciones de la biotecnología y la microbiología en la industria alimentaria y farmacéutica y en la mejora del medio ambiente.</p>	<p>Est.BI.4.6.1. Reconoce e identifica los diferentes tipos de microorganismos implicados en procesos fermentativos de interés industria</p>	Obj.BI.8.	Obj.UD.2.	C – D - L
		<p>Est.BI.4.6.2. Valora las aplicaciones de la biotecnología y la ingeniería genética en la obtención de productos farmacéuticos, en medicina y en biorremediación para el mantenimiento y mejora del medio ambiente, y en procesos alimenticios.</p>	Obj.BI.2. Obj.BI.7.	Obj.UD.1. Obj.UD.2.	B - C – D - L
CMCT - CAA	<p>Crit.BI.3.8. Desarrollar los avances más recientes en el ámbito de la ingeniería genética, así como sus aplicaciones.</p>	<p>Est.BI.3.8.1. Resume y realiza investigaciones sobre las técnicas desarrolladas en los procesos de manipulación genética para la obtención de organismos transgénicos.</p>	Obj.BI.2. Obj.BI.7.	Obj.UD.3. Obj.UD.4. Obj.UD.5. Obj.UD.6. Obj.UD.7.	E - F – G – H – I – J – K – L - M

Tabla 5. Relación de los diferentes objetivos con los contenidos, las actividades realizadas y las competencias clave. O.G.: Objetivos Generales. O.D.: Objetivos Didácticos.

4.3. Recursos utilizados

A continuación, se enumeran los recursos utilizados en la unidad didáctica:

- Libro de texto de 2º de Bachillerato de Biología (Santillana), utilizado para el diseño de las clases.
- Power Point como herramienta audiovisual para impartir las clases.
- Cartulinas de colores (4 de cada color por alumno) para los test de seguimiento (“trivial”).
- Plataforma educativa Classroom para compartir el material diseñado con los alumnos.
- Cuestionario para la evaluación inicial (Anexo I).
- Cuestionario para la evaluación final (Anexo II).
- Hoja de ejercicios (Anexo III).

4.4. Metodología utilizada

La propuesta recoge un modelo de clase magistral apoyado con otras metodologías, como es la gamificación. De esta forma, en la práctica se apoyaron las clases magistrales con actividades de repaso basadas en la gamificación y ejercicios, donde se pretendía que tuviera lugar la adquisición de un aprendizaje significativo.

- Clase magistral: se eligió este tipo de metodología para explicar los distintos conceptos al considerarla la mejor estrategia para impartir el temario indicado en el tiempo establecido. De esta manera, se impartieron, de manera estructurada, los diferentes conocimientos con ayuda de una presentación Power Point, y se completaron las explicaciones con los repastos y los ejercicios.
 - Repaso a través de la gamificación: se implementó en el aula gracias a un “Trivial” con preguntas de opción múltiple. Los alumnos tenían, cada uno, cuatro cartulinas de los colores rojo, amarillo, verde y azul. Estos colores correspondían a las cuatro opciones de respuesta que tiene cada cartulina y a mi señal, debían levantar la cartulina del color correspondiente a la respuesta que consideraban correcta. Este juego permitió a los alumnos repasar los conceptos y a la vez interiorizarlos.

- Hoja de ejercicios: se realizaron dos ejercicios de los contenidos que mayor dificultad les causaban y a la vez, de problemas que en un futuro, si siguen por la rama de la biología, podrían encontrarse. Estos problemas tenían la finalidad de clonar un fragmento de ADN de interés, uno a través de plásmidos utilizando enzimas de restricción y otro con la técnica PCR, para el que tenían que diseñar cebadores. Gracias a este tipo de ejercicios los alumnos se encontraron con otra estrategia para poder adquirir los diferentes conocimientos.

4.5. Criterios de evaluación y de calificación e instrumentos utilizados

4.5.1. Criterios de evaluación

En la Tabla 5, presentada anteriormente, se relacionan las competencias clave, los criterios de evaluación y los estándares de aprendizaje con las actividades realizadas.

4.5.2. Momentos e instrumentos de evaluación

Como punto de partida en esta unidad didáctica, se realizó una evaluación inicial donde se evaluaron los conocimientos previos de los alumnos relacionados con los contenidos a tratar en la unidad didáctica. Esta evaluación se llevó a cabo mediante una prueba objetiva sobre el grado de conocimiento de diferentes conceptos y una serie de afirmaciones a las que tenían que indicar si eran verdaderas o falsas.

Durante las sesiones se realizó una evaluación formativa o continua, la cual proporcionaba información sobre el proceso de aprendizaje, necesario para poder tomar medidas que se ajustaran a las necesidades de los alumnos. Los instrumentos de evaluación que se utilizaron son los siguientes:

- Observación directa del alumno, registrada en el cuaderno del profesor, detallando la actitud y la implicación del mismo en las diferentes actividades.
- Test de seguimiento, mediante preguntas de opción múltiple (“trivial”), que nos permitían conocer los conocimientos adquiridos. En total se realizarán dos, uno tras la parte de biotecnología y sus aplicaciones, y otro tras la parte de ingeniería genética y sus aplicaciones.
- Hoja de ejercicios que se realizó y corrigió en clase y, nos permitió supervisar su aprendizaje.

Finalmente, mediante la evaluación sumativa se calificó el aprendizaje del estudiante y se realizó con un cuestionario de opción múltiple y una serie de afirmaciones para que indicasen si eran verdaderas o falsas. Este último ejercicio de verdadero o falso se realizó como post-test de la evaluación inicial para conocer si las ideas alternativas que pudieran tener los alumnos se habían modificado.

A continuación, en la Tabla 6 se relacionan los criterios de evaluación con los procedimientos e instrumentos utilizados:

Criterio de evaluación	Estándares de aprendizaje	Procedimientos de evaluación	Instrumentos de evaluación
Crit.BI.4.6. Evaluar las aplicaciones de la biotecnología y la microbiología en la industria alimentaria y farmacéutica y en la mejora del medio ambiente.	Est.BI.4.6.1. Reconoce e identifica los diferentes tipos de microorganismos implicados en procesos fermentativos de interés industria	Técnicas de observación	Cuaderno del profesor
		Test de seguimiento	Trivial
		Prueba específica	Prueba objetiva
	Est.BI.4.6.2. Valora las aplicaciones de la biotecnología y la ingeniería genética en la obtención de productos farmacéuticos, en medicina y en biorremediación para el mantenimiento y mejora del medio ambiente, y en procesos alimenticios.	Técnicas de observación	Cuaderno del profesor
		Test de seguimiento	Trivial
		Prueba específica	Prueba objetiva
Crit.BI.3.8. Desarrollar los avances más recientes en el ámbito de la ingeniería genética, así como sus aplicaciones.	Est.BI.3.8.1. Resume y realiza investigaciones sobre las técnicas desarrolladas en los procesos de manipulación genética para la obtención de organismos transgénicos.	Técnicas de observación	Cuaderno del profesor
		Test de seguimiento	Trivial
		Prueba específica	Prueba objetiva
		Técnicas de desempeño	Hoja de problemas

Tabla 6. Relación entre criterios de evaluación y estándares de aprendizaje con los procedimientos e instrumentos de evaluación.

4.5.3. Criterios de calificación

La Tabla 7 muestra los instrumentos de evaluación seleccionados con los puntos a tener en cuenta para la calificación de cada uno de ellos y el porcentaje que supone cada instrumento a la nota final de la unidad didáctica.

Instrumentos de evaluación	Indicadores	% de la UD
Cuaderno del profesor (observación)	✓ Actitud ✓ Participación ✓ Asistencia	10
Trivial	Correcta resolución de las cuestiones planteadas	15
Hoja de ejercicios	Realización y correcta resolución de dos ejercicios propuestos	15
Prueba objetiva	Correcta resolución de las cuestiones planteadas	60

Tabla 7. Ponderación de cada instrumento de evaluación.

5. **Análisis de los resultados del aprendizaje**

Los primeros resultados analizados fueron los obtenidos de la evaluación inicial. Como se ha comentado anteriormente, estos resultados sirven para diseñar y ajustar la programación al nivel de los alumnos. En el primer ejercicio, correspondiente al cuestionario KPSI, los conceptos indicados por mayor número alumnos por no saber lo que eran fueron: terapia génica (60%, 9/15 alumnos), biorremediación (40%, 6/15 alumnos), transgénico (27%, 4/15) y enzima de restricción (27%, 4/15).

En el segundo ejercicio, diseñado para poder conocer las ideas alternativas de los alumnos, la idea más extendida en el aula, en concreto por un tercio de la clase (33%, 5/15 alumnos), es que solo las plantas pueden ser transgénicos. Por otra parte, en la clase, 2 alumnos de 15 (13%) afirmaron que solo se puede modificar el ADN de virus y bacterias.

En relación a la evaluación final, la primera parte también era un ejercicio de verdadero o falso con 9 afirmaciones entre las que había algunas de las ideas alternativas detectadas en la evaluación inicial. En general el primer ejercicio fue bien, con una media de 7,77 puntos sobre 10.

Cabe destacar que dos alumnos de los 15 afirmaron que siempre son lo mismo los organismos transgénicos que los organismos modificados genéticamente. Aunque un 13% (2/15) de los alumnos seguía sin comprender exactamente el término transgénico es importante resaltar que este número disminuyó tras las sesiones ya que en la evaluación inicial era un 33% (5/15) de los alumnos los que se encontraban en esa situación.

El segundo ejercicio eran 8 preguntas con respuesta múltiple de 4 opciones. En este ejercicio la nota media fue un poco más baja, de 6,04 puntos sobre 10. Ninguno de los alumnos suspendió el examen y la nota media fue de 6,73 puntos sobre 10.

En el segundo ejercicio de la evaluación final, hubo un mayor porcentaje de fallos con las preguntas relacionadas con la PCR. Este hecho se pudo volver a comprobar con la hoja de ejercicios. En la hoja de ejercicios, el ejercicio de las enzimas de restricción no supuso un problema para la mayoría de los alumnos, pero el ejercicio del diseño de cebadores les resultó difícil, en un primer momento, a la mayoría. Esta dificultad estaba asociada a que no tenían claros los conceptos de la técnica y durante la explicación de la misma, se notaba mayor dificultad por parte de los alumnos para asimilar los conceptos. Aún con las dificultades, la nota media de la clase obtenida en los ejercicios fue de 7,5 sobre 10.

En relación al test de seguimiento, es decir, al trivial con respuesta múltiple de 4 opciones, se observó una mejoría en el porcentaje de aciertos en el segundo repaso respecto al primero. Esto puede deberse a que los alumnos ya sabían a lo que se iban a enfrentar y se encontraban preparados en el segundo repaso. Aparte de la mejoría en los resultados en el segundo repaso, también se pudo observar una actitud más positiva y relajada por parte de los alumnos.

Finalmente, uno de los motivos de haber seleccionado la gamificación como apoyo era para fomentar la participación del alumnado y poder conocer con antelación los conocimientos no asimilados. Los resultados obtenidos en este sentido fueron muy positivos. Tras la primera sesión los alumnos fueron más participativos, al realizar un mayor número de preguntas y responder las preguntas planteadas durante las clases. En las primeras sesiones les costaba responder las preguntas que formulaba, en la mayoría de los casos por vergüenza, pero tras las sesiones cogieron confianza y aumentó el número de alumnos que respondía.

6. Análisis crítico de la propuesta didáctica y propuesta de mejora

Tras la implementación de la propuesta, la evaluación general de la misma es positiva ya que se han llegado a los objetivos deseados. Se ha incrementado la participación del alumnado en el aula, se han detectado y modificado ideas alternativas sobre ingeniería genética y biotecnología, y lo más importante, los alumnos han adquirido los conocimientos y conceptos necesarios recogidos en el currículo.

Aunque la evaluación general sea buena hay diversos aspectos que mejorar. Por ejemplo, el primero y de los más importantes, es que no he tenido en cuenta para la evaluación final de la propuesta a los alumnos. Por tanto, si volviera a realizar esta propuesta añadiría una evaluación para el alumnado donde valoren tanto la propuesta como a mí, como docente. Seguramente, haría un formulario de Google, el cual sería anónimo y con diez afirmaciones sobre la propuesta y diez sobre mí, donde deberían indicar si están de acuerdo o no.

La mayor limitación de esta propuesta es el escaso número de sesiones asignadas para desarrollarla, en definitiva, el tiempo. Es debido a esto, que las metodologías activas seleccionadas se han tenido que implementar como un apoyo a las clases magistrales para poder ver todo el temario. Este hecho sería una propuesta de mejora donde se le daría más peso a las metodologías activas, la gamificación y, por ejemplo, el aprendizaje basado en problemas, y se les dedicaría más tiempo para poder desarrollarlas debidamente.

Otra mejora a introducir sería cambiar la herramienta utilizada para la gamificación. Debido a la importancia, hoy en día, del uso de las TICs seleccionaría una herramienta informática tipo kahoot. Algunas de las ventajas de utilizar esta herramienta sería poder romper con la rutina de la clase y motivar a los estudiantes al introducir dispositivos electrónicos. Otra ventaja sería el desarrollo de sus habilidades tecnológicas. Además, este tipo de herramientas resultan muy útiles para los docentes al poder monitorizar más cómodamente las respuestas de los estudiantes y de ese modo, optimizar el proceso de recogida de datos para la calificación.

Finalmente, una mejora a introducir y que me parece muy interesante incluir en el aprendizaje de las ciencias serían actividades basadas en el aprendizaje por indagación guiada. En estas actividades se les podría dar diversos materiales a los alumnos para que pudieran hacer yogurt (proceso biotecnológico sencillo) o que pudieran clonar algún fragmento, fácilmente reconocible, en unas bacterias. Hubiera sido muy interesante haber utilizado este tipo de metodologías para impartir el temario de la propuesta, pero este tipo de aprendizaje necesita bastante tiempo para su correcto desarrollo y realización.

7. Consideraciones finales

Gracias a la posibilidad de impartir varias clases he podido detectar las diferentes dificultades que durante la observación no se contemplan y no se es consciente a la hora de diseñar las diferentes sesiones.

Una de ellas, ya comentada durante el máster, es la de falta de tiempo. En mi caso, al ser el curso 2º de bachillerato, los tiempos están muy marcados y me he tenido que ceñir al bajo número de sesiones asignadas. Debido a esto, no he podido hacer todo lo que me hubiese gustado, pero me ha servido para estructurar mejor las clases. Al final, la falta de tiempo, es de lo que la mayoría de los que realizamos el Prácticum II nos quejamos, pero me ha gustado trabajar con esa limitación ya que, en un futuro, si me dedico a la docencia, el tiempo será sin duda una de los factores más complicados en el día a día.

Otra de las dificultades ha sido adecuarme al ritmo de la clase y calcular la cantidad de temario que se puede ver en una sesión. Puede que esta haya sido mi mayor dificultad ya que no tuve en consideración las posibles preguntas o las divagaciones que se generan en el aula. Al final, la experiencia será lo que me ayude a repartir mejor el temario en las diferentes sesiones.

Considero que esta experiencia ha sido necesaria y de gran interés ya que no es nada comparable la observación de las distintas clases con ejercer el papel del docente. Considero que, en mi caso, dado el curso que me ha tocado y la participación de los alumnos, he tenido uno de los mejores escenarios a los que me podía enfrentar. Por otra parte, aunque no hubiera sido nada agradable, me hubiera gustado haberme enfrentado a una clase más disruptiva o con mayores problemas a la hora de asimilar conocimientos.

Por último, mencionar, que los alumnos no se comportan igual con su docente habitual que con un alumno de prácticas y no todos los centros tiene tan buen ambiente como en el que he estado, por lo que la experiencia que he vivido se acerca a la realidad, pero tengo en cuenta que en el futuro no será todo tan idílico.

8. Referencias bibliográficas

- Bahri, N.M., Suryawati, E., & Osman, K. (2014). Students' Biotechnology Literacy: The Pillars of STEM Education in Malaysia. *Eurasia Journal of Mathematics, Science and Technology Education*, 10(3), 195–207.
- Bolonia, T. (2006). Metodologías activas para la formación de competencias. *Educatio Siglo XXI*, 24(24), 35–56.
- Casanoves, M., González, Á., Salvadó, Z., Haro, J., & Novo, M. (2015). Knowledge and Attitudes Towards Biotechnology of Elementary Education Preservice Teachers: The first Spanish experience. *International Journal of Science Education*, 37(17), 2923–2941.
- Charaja Cutipa, F. (2019). Vigencia de la clase magistral en la universidad del siglo XXI. *Apuntes Universitarios*, 4(1).
- Chen, S. Y., & Raffan, J. (1999). Biotechnology: Student's knowledge and attitudes in the UK and Taiwan. *Journal of Biological Education*, 34(1), 17–23.
- De la Vega Naranjo, M., Loca Marín, A.A., & de las Heras Pérez, M.A. (2018). Conocimientos y actitudes hacia la Biotecnología en alumnos de último curso de Educación Secundaria Obligatoria. *Revista Eureka*, 15(5), 3301.
- Moreira, M.A. (2008). Organizadores previos y aprendizaje significativo. *Revista Chilena de Educación Científica*, 7(2), 23-30.
- Castellà, J.M., Comelles, S., Cros, A., y Vilà, M. (2007), *Entender(se) en clase. Las estrategias comunicativas de los docentes bien valorados*. Barcelona: Graó.
- Ortiz-Colón, A. M., Jordán, J., & Agredal, M. (2018). Gamificación en educación: una panorámica sobre el estado de la cuestión. *Educação e Pesquisa*, 44(0), 1–17.
- Prieto Andreu, J. M. (2020). Una revisión sistemática sobre gamificación, motivación y aprendizaje en universitarios. *Teoría de La Educación. Revista Interuniversitaria*, 32(1), 73–99.

- Prokop, P., Lešková, A., Kubiátko, M., & Diran, C. (2007). Slovakian students' knowledge of and attitudes toward biotechnology. *International Journal of Science Education, 29*(7), 895–907.
- Silva, J., & Maturana, D. (2017). A proposal of a Model for the introduction of active methodologies in Higher Education. *Innovación Educativa, 17*(73), 117–131.
- Usak, M., Erdogan, M., Prokop, P., & Ozel, M. (2009). High school and university students' knowledge and attitudes regarding biotechnology. *Biochemistry and Molecular Biology Education, 37*(2), 123–130.
- Wisch, J. K., Farrell, E., Siegel, M., & Freyermuth, S. (2018). Misconceptions and persistence: resources for targeting student alternative conceptions in biotechnology. *Biochemistry and Molecular Biology Education, 46*(6), 602–611.