

UNIVERSIDAD DE ALMERIA

ESCUELA INTERNACIONAL DE MÁSTER



**Máster en Profesorado de Educación Secundaria Obligatoria y
Bachillerato, Formación Profesional y Enseñanza de Idiomas.**

Curso académico: 2017/2018

**Propuesta didáctica basada en el
constructivismo para el aprendizaje del ADN,
ARN y la Biotecnología.**

**Didactic proposal based on constructivism for
the learning of DNA, RNA and Biotechnology.**

Nombre del Director/a: Juan Francisco Mota Poveda

**Biología y Geología
Ana Belén Flores Belmonte**



UNIVERSIDAD DE ALMERÍA

MASTER EN PROFESORADO DE EDUCACIÓN SECUNDARIA OBLIGATORIA,
BACHILLERATO, FORMACIÓN PROFESIONAL Y ENSEÑANZAS DE IDIOMAS

Trabajo Fin de Máster Informe del Tutor

D/ña: ...Juan F. Mota Poveda..... profesor/a del Departamento
...Biología y Geología..... de la Universidad de
Almería y Tutor/a del Trabajo Fin de Máster presentada por D./ña. ... Ana Belén
Flores Belmonte....., con el título... *Propuesta didáctica basada en el
constructivismo para el aprendizaje del ADN, ARN y la Biotecnología*.....

Informa de que, de acuerdo con los requisitos de rigor, coherencia y calidad
requeridos para los trabajos de esta naturaleza, emito mi opinión:

Favorable Desfavorable (márquese lo que proceda) para su
presentación, lectura y defensa pública.

Indique brevemente aquella información que considere relevante acerca del
contenido y/o del proceso de elaboración del TFM:

.....Este TFM recoge una propuesta didáctica basada en 3 pilares importantes de la enseñanza
actual: el enfoque constructivista, el trabajo colaborativo y el enfoque CTSA. Partiendo además
de las preconcepciones de los alumnos, se plantea un enfoque audaz, muy elaborado y riguroso
para abordar un tema que suele presentar grandes dificultades para el aprendizaje. En mi
opinión, los resultados obtenidos y la valoración que han hecho los alumnos, tal y como quedan
reflejado en el documento, demuestran que ha sido una experiencia científica en la que parte
del éxito se debe, sin duda, a la gran vocación docente de la autora de este
trabajo.....

En Almería a...10.... de septiembre..... de 2017

MOTA POVEDA Firmado digitalmente por
JUAN FRANCISCO MOTA POVEDA JUAN
- 23216710G FRANCISCO - 23216710G
Fecha: 2018.09.11
20:51:02 +02'00'

Fdo. Prof. D/ña...Juan F. Mota Poveda.....

ÍNDICE

1. Introducción.....	1
1.1. Justificación de la elección del tema y objetivos del TFM.....	1
2. Fundamento teórico.....	3
2.1. Bases teóricas para aplicar el paradigma constructivista en Educación Secundaria.....	4
2.1.1. Modelo tradicional de enseñanza VS Modelo constructivista.....	5
2.1.2. Importancia de las ideas previas del alumnado en el proceso de aprendizaje.....	6
2.2. Aprendizaje Cooperativo en el aula de Educación Secundaria.....	10
2.2.1. Definición y características a tener en cuenta para la aplicación del aprendizaje cooperativo en la ESO.....	10
2.2.2. Modelos de aprendizaje cooperativo utilizados en esta propuesta didáctica.....	12
2.2.3. Ventajas del aprendizaje cooperativo.....	14
2.3. Enfoque CTSA para impartir los contenidos de genética.....	14
3. Propuesta didáctica.....	15
3.1. Justificación de la propuesta didáctica.....	15
3.2. Descripción de la propuesta didáctica.....	16
3.2.1. Competencias clave.....	17
3.2.2. Contenidos.....	18
3.2.3. Metodología utilizada y secuenciación temporal de las actividades.....	20
3.2.4. Materiales y recursos empleados.....	28
3.2.5. Criterios de evaluación.....	28
4. Discusión de los resultados y valoración de la propuesta.....	30
5. Limitaciones y propuestas de mejora.....	33
6. Conclusiones.....	34
7. Referencias bibliográficas.....	37
8. Anexos.....	40

RESUMEN

La Genética está cada vez más presente en el día a día de las personas. En la actualidad, es habitual ver noticias en televisión sobre los avances que está permitiendo este campo en medicina, agricultura, medio ambiente, etc., como por ejemplo el uso de organismos genéticamente modificados para producir elevadas cantidades de insulina para personas diabéticas o la obtención de productos como leche o bebidas alcohólicas. Conceptos tales como ADN, gen, mutación, están a la orden del día y por ello es imprescindible formar al alumnado sobre estos temas.

Este TFM surge de la reflexión personal tras la experiencia explicando la *“Unidad Didáctica: Información y Manipulación genética”* a alumnos de 4º de ESO durante las prácticas del máster, donde se han podido comprobar las grandes dificultades que presenta el alumnado para asimilar conceptos relacionados con esta temática. Tras ver por mí misma cómo sigue predominando el método tradicional de enseñanza en las aulas, en este TFM se desarrolla una propuesta didáctica basada en el modelo constructivista ya que es el más indicado para lograr un aprendizaje significativo de los aspectos básicos de genética. Este modelo se basa en que los alumnos deben ir construyendo su conocimiento a partir de sus ideas previas, por lo que éstas van a tener un papel muy relevante en este TFM.

En la propuesta didáctica que se presenta van a predominar las actividades de carácter participativo y donde se fomenta el pensamiento crítico del alumnado para conseguir que construyan su propio conocimiento a partir de lo que ya saben sobre un tema determinado.

PALABRAS CLAVE

Aplicaciones biotecnológicas, constructivismo, educación secundaria, genética, ideas previas, propuesta didáctica.

ABSTRACT

Genetics is increasingly present in the day to day of people. Currently, it is common to see news on television about the advances that this field is making in medicine, agriculture, environment, etc., such as the use of genetically modified organisms to produce high amounts of insulin for diabetics or obtaining products such as milk or alcoholic drinks. Concepts such as DNA, gene, mutation, are the order of the day and therefore it is essential to educate students on these topics.

This TFM arises from the personal reflection after the experience explaining the "Didactic Unit: information and genetic manipulation" to students of 4th of Secondary School during the practices of the master, where they have been able to verify the great difficulties that the students presents to assimilate concepts related to this topic. After seeing for myself how the traditional method of teaching in the classroom continues to dominate, in this TFM a didactic proposal is developed based on the constructivist model because it is the most suitable for achieving a meaningful learning of the basic aspects of Genetic. This model is based on that students must build their knowledge from their previous ideas, so they will have a very relevant role in this TFM.

In the didactic proposal that is presented they will dominate the activities of participative character and where the critical thinking of the students is fomented to get them to build their own knowledge from what they already know on a given subject.

KEY WORDS

Biotechnological applications, constructivism, secondary education, genetics, previous ideas, didactic proposal.

1. Introducción.

La Genética es uno de los campos de la Biología que más avances ha experimentado en los últimos tiempos. Es frecuente la aparición en los medios de comunicación de noticias relacionadas con la Biotecnología, la obtención de Organismos Genéticamente Modificados (OGM) para la producción de leche, alimentos con diferentes propiedades, producción de factores de coagulación o insulina a nivel industrial, el uso de células madre, etc. Por lo tanto es fundamental que los alumnos conozcan estos temas ya que en mayor o menor medida van a estar presentes en su día a día.

Además de estos avances, también han surgido importantes debates con opiniones a favor y en contra de estas prácticas. Los que se posicionan en contra generalmente lo hacen sin un conocimiento científico sobre el tema por lo que es muy importante formar a los futuros ciudadanos sobre estos temas ya que vivimos en una sociedad democrática donde las decisiones se toman entre todos.

Este Trabajo Fin de Máster se enmarca dentro de la modalidad de *“análisis crítico y propuesta fundamentada sobre problemas específicos de aula vinculados a la práctica docente”* y consiste en el diseño, planificación y desarrollo de una propuesta de enseñanza sobre el contenido curricular relacionado con una temática de genética, en este caso la información y la manipulación genética. Básicamente se trata de una propuesta didáctica con una serie de actividades innovadoras cuyo principal objetivo es favorecer el aprendizaje de contenidos de genética, como es el ADN y el ARN y sus usos en la vida cotidiana de una forma más participativa para el alumnado de educación secundaria.

1.1. Justificación de la elección del tema y objetivos del TFM.

La elección del tema de este TFM se debe fundamentalmente a dos factores. En primer lugar, se debe a la propuesta por parte del tutor profesional de explicar durante la intervención intensiva la *“Unidad Didáctica 8: Información y Manipulación Genética”*. Esto supuso un gran reto para mí ya que como alumna siempre he tenido dificultad en

esta temática y me costaba comprender algunos procesos relacionados con la herencia, la transcripción del ADN, etc. Gracias a las prácticas de asignaturas como Genética Humana, Microbiología, Genómica, entre otras del Grado en Biología, conseguí clarificar muchos conceptos. Por esta razón, considero fundamental incluir actividades prácticas en la propuesta didáctica ya que es una forma de que el alumno sea partícipe de su propio aprendizaje y no simplemente memorice los contenidos.

En relación al segundo factor, durante la experiencia como profesora en prácticas pude averiguar lo que pensaban los alumnos y los profesores del departamento sobre los temas de genética que exige el currículo y también las dificultades que se plantean.

Por un lado, la mayoría de los alumnos piensan que la Genética es muy difícil, aburrida y no se encuentran motivados a la hora de aprender más sobre estos temas. El principal problema de los alumnos es que consideran el ADN y los genes como algo “abstracto” que no comprenden porque no pueden verlo. Por otro lado, los profesores aseguran que gran parte del alumnado saca notas más bajas en los temas de genética.

Otras de las dificultades que encuentra el docente, además de la falta de motivación, son las ideas previas erróneas de los alumnos y la reticencia a trabajar en equipo. Dos aspectos que se van a tener muy en cuenta en este TFM ya que se consideran fundamentales para poder lograr un aprendizaje significativo del tema en cuestión.

Por lo tanto, en este TFM se plantea una propuesta didáctica donde predominan las actividades de carácter argumentativo y grupal donde partiendo de sus ideas previas, los alumnos van a ir construyendo su propio conocimiento sobre el tema y además van a ser capaces de tomar sus propias decisiones en aspectos relevantes, como por ejemplo el uso de transgénicos, la clonación, la terapia génica, etc.

Los objetivos principales de este TFM son los siguientes:

- Elaborar una propuesta didáctica enfocada en el método constructivista y el aprendizaje cooperativo para abordar los contenidos relacionados con la

Información y Manipulación genética presentes en el Bloque I del BOE (R.D. 1105/2014).

- Aplicar el paradigma constructivista en una clase de secundaria haciendo hincapié en la importancia de las ideas previas del alumnado para lograr un aprendizaje significativo de los temas de genética.
- Utilizar los diferentes modelos de aprendizaje cooperativo en el aula de secundaria.
- Conocer las ideas previas y la opinión de los alumnos sobre temas como los alimentos transgénicos o la manipulación genética mediante la realización de trabajos de investigación y debates en clase.
- Valorar el grado de satisfacción de los alumnos con la propuesta didáctica llevada a cabo durante el periodo de prácticas del Máster de Profesorado de Educación Secundaria Obligatoria, Bachillerato, Formación Profesional y Enseñanza de Idiomas.
- Evaluar la eficacia del método constructivista y el trabajo cooperativo en el proceso de enseñanza-aprendizaje frente al método tradicional de enseñanza.

2. Fundamento teórico.

En el proceso de enseñanza-aprendizaje de la genética se observan principalmente, según Íñiguez y Puigcerver (2013), dos obstáculos. En primer lugar, las ideas con las que el alumnado llega al aula y que tienen antes de empezar el tema de genética en cuestión y en segundo lugar, el método tradicional de enseñanza.

Tras la propia experiencia como alumna y como profesora en prácticas puedo afirmar que el método tradicional de enseñanza basado en la transmisión de conocimientos por parte del docente y el uso casi exclusivo del libro de texto sigue teniendo un gran peso en la educación hoy en día, por lo que los alumnos llevan a cabo un aprendizaje memorístico de los temas, en este caso de los contenidos científicos. Además, gran parte de las ideas previas con las que el alumno llega a clase son erróneas ya que existe un gran desconocimiento de los conceptos científicos básicos y uno de los

grandes retos a los que se enfrenta el profesorado es cambiar estas ideas previas.

Para conseguir un aprendizaje significativo de las ciencias y más concretamente de los contenidos de genética y hacer frente a los obstáculos anteriores es necesario un método basado en las ideas previas del alumnado (Campanario y Otero, 2000), donde ellos mismos puedan construir su propio conocimiento apoyados por el profesor y donde estas ideas se vayan modificando hasta ser correctas.

Por ello, este TFM se basa principalmente en el método constructivista y en el aprendizaje cooperativo para lograr un aprendizaje significativo de algunos de los conceptos y procesos relacionados con la genética así como de las aplicaciones biotecnológicas y técnicas de ingeniería genética. Además se le dará a las actividades un enfoque CTSA para relacionar la ciencia con la sociedad actual y fomentar en los alumnos una cultura científica.

2.1. Bases teóricas para aplicar el paradigma constructivista en la enseñanza de las ciencias en Educación Secundaria.

El constructivismo surge en el siglo XX promovido por las aportaciones de autores como Piaget, Vygotsky y Ausubel (Carretero, 1997) y su idea central se puede sacar de su significado, del verbo construir, es decir “arreglar” o “dar estructura” a algo (RAE).

Piaget contribuyó al modelo constructivista con la **epistemología genética**, destacando principalmente por sus estudios sobre el nacimiento de la inteligencia y los estadios cognitivos por los que pasa un individuo. En la tabla 1 se pueden observar los 4 periodos del desarrollo cognitivo por los que pasa una persona desde su nacimiento hasta la edad adulta (Duek, 2010). Vygotsky aportó el **constructivismo social**, que tiene como fundamento que para que haya aprendizaje tiene que haber una interacción entre el sujeto y el medio, entendiendo el medio como algo social y cultural. Por lo que Vygotsky considera el aprendizaje como una actividad social más que individual (Carretero, 1997). Por su parte, Ausubel contribuyó al modelo constructivista con el **aprendizaje significativo**, que surgió en los años 70 como contraposición al aprendizaje memorístico destacado en el modelo tradicional donde el profesor actúa como emisor

del conocimiento y los alumnos reciben este conocimiento y lo memorizan. Según Ausubel para que se dé el aprendizaje significativo, los alumnos deben tener una actitud positiva ante el proceso de aprender y además el material debe resultar atractivo para el alumno, es decir, debe ser relevante y significativo.

Etapas		Edad aproximada	Principales características
Etapas	Sensorio-motora	Desde los 0 a los 2 años	El niño empieza a imitar, a utilizar la memoria y el pensamiento. Se empieza a reconocer que los objetos no desaparecen cuando se ocultan. Desarrollo de las habilidades motoras. No tienen o tienen muy poca capacidad para la representación simbólica.
Etapas	pre-operacional	Desde los 2 a los 7 años	Desarrollo de la capacidad para la representación simbólica y el lenguaje se consolida. Pensamiento egocéntrico.
Etapas	de Operaciones Concretas	Desde los 7 a los 12 años	Desarrollan la capacidad de resolver problemas concretos de manera lógica. No es capaz de resolver problemas abstractos. Comprende las leyes de la conservación. Realiza series y clasificaciones. Comprende el concepto de reversibilidad.
Etapas	de Operaciones Formales	Desde los 12 años hasta la edad adulta.	Puede resolver problemas abstractos de una forma lógica. Razonamiento hipotético-deductivo.

Tabla 1. Etapas de Piaget. Elaboración propia.

Por lo tanto, el modelo constructivista basado en los fundamentos psicológicos de Piaget, Vigotsky y Ausubel, concluye que el aprendizaje parte de las concepciones previas del alumno y el docente debe promover el cambio de esas ideas (cambio conceptual) en el caso de que sean erróneas o que evolucionen hacia un conocimiento más correcto científicamente hablando (Driver y Oldham, 1986).

2.1.1. Modelo tradicional de enseñanza VS Modelo constructivista.

En la enseñanza de los temas relacionados con la genética persiste en las aulas el método tradicional, hecho que puede estar relacionado con que perduren en el alumnado las ideas erróneas que se enumeran en la tabla 2 (ver apartado 2.1.2) sobre aspectos de genética (Infante-Malachias, Queiroz, Wellwe y Santos, 2010). Las principales características del método tradicional de enseñanza son las siguientes (Íñiguez y Puigcerver, 2013):

1. En este método no se tienen en cuenta las concepciones previas de los alumnos

sobre el tema sino que se considera a éstos como páginas en blanco.

2. Los alumnos no participan activamente en su proceso de enseñanza-aprendizaje sino que el profesor transmite el conocimiento ya elaborado y estos lo adquieren memorizándolo.
3. Los profesores no intentan cambiar las ideas previas de los alumnos o modificarlas ya que no las tienen en cuenta.
4. El material que se utiliza en clase es el libro de texto casi exclusivamente.
5. Las clases se dan de forma magistral utilizando una serie de conceptos que los alumnos deben estudiarse.
6. No se da importancia a los aspectos procedimentales o actitudinales en el proceso educativo, como por ejemplo las aplicaciones biotecnológicas.

Por el contrario, en el modelo constructivista de enseñanza de la genética, las ideas previas del alumnado sí son tenidas en cuenta y se realiza una búsqueda de las mismas para luego ser discutidas en clase. El profesor debe trabajar con estas ideas e ir moldeándolas o cambiándolas. No se centra en el libro de texto como único material curricular sino que propone actividades que creen conflictos cognitivos en sus alumnos y que generen debates entre ellos. En este modelo el profesor va a utilizar ejemplos que sean cercanos a los alumnos para crear motivación ante el tema y se tienen en cuenta los aspectos actitudinales como por ejemplo las terapias génicas o las aplicaciones biotecnológicas (Íñiguez y Puigcerver, 2013).

2.1.2. Importancia de las ideas previas del alumnado en el proceso de aprendizaje.

Como se ha dicho anteriormente, el modelo constructivista parte de las **ideas previas**, también llamadas preconceptos o concepciones alternativas, que tiene el alumnado sobre la temática con la que se va a trabajar. Una frase muy célebre de Ausubel (Ausubel, 1983, pág. 2) que resume esto es la siguiente:

“Si tuviese que reducir toda la psicología educativa a un solo principio, enunciaría éste: el factor más importante que influye en el aprendizaje es lo que el alumno ya sabe. Averígüese esto, y enseñe consecuentemente”.

Para que se logre un aprendizaje significativo de las ciencias es imprescindible conocer las ideas previas del alumnado (Campanario y Otero, 2000), por lo que numerosas investigaciones se han centrado en la búsqueda y el análisis de las ideas previas sobre genética que tiene el alumnado de Educación Secundaria. Los preconceptos erróneos más comunes según estos estudios están relacionados con la localización del material hereditario, la herencia de los caracteres, conceptos básicos de genética, la meiosis y la mitosis. En la tabla 2 se enumeran algunas de las concepciones erróneas del alumnado sobre los temas anteriores, citadas por Íñiguez y Puigcerver (2013).

CONCEPCIONES ERRÓNEAS QUE HAN IDENTIFICADO LOS AUTORES	AUTORES
<p>Algunos alumnos creen que no todos los seres vivos tienen células.</p> <p>No todos los seres vivos presentan genes y cromosomas.</p> <p>Algunos alumnos creen que existen organismos que tienen cromosomas pero no genes, lo que refleja que no entienden estas estructuras.</p> <p>Las células sexuales son las únicas que tienen información hereditaria.</p> <p>Los cromosomas sexuales sólo se localizan en los gametos.</p>	<p>Banet y Ayuso, 1995 citados en Íñiguez y Puigcerver, 2013.</p> <p>Wood-Robinson, Lewis, Leach y Driver, 1998 citados en Íñiguez y Puigcerver.</p> <p>Pashley, 1994; Lewis, Leach y Wood-Robinson, 2000 citados en Íñiguez y Puigcerver, 2013.</p> <p>Hackling y Treagust, 1984; Banet y Ayuso, 2000 citados en Íñiguez y Puigcerver, 2013.</p> <p>Longden, 1982; Radford y Bird-Stewart, 1982; Banet, 2000).</p>
<p>Algunos alumnos creen que los factores ambientales tienen mayor importancia en la herencia de los caracteres que los factores hereditarios.</p>	<p>Ramagoro y Wood-Robinson, 1995 citados en Íñiguez y Puigcerver, 2013.</p>
<p>Errores en los conceptos gen, alelo, dominante, recesivo, mutación, ADN, ARN, etc.</p> <p>La mayoría de alumnos no son capaces de diferenciar entre genotipo y fenotipo.</p> <p>Algunos no relacionan la estructura y función de los cromosomas ni la estructura del material hereditario.</p> <p>Algunos alumnos no saben identificar ni son capaces de relacionar correctamente la estructura y la función de los cromosomas.</p>	<p>Caballero (2008)</p> <p>Lewis y Kattmann (2004).</p> <p>Brown, 1990; Stewart, Hafner y Dale, 1990; Kabuka-Sebitosa, 2007 citados en Íñiguez y Puigcerver, 2013.</p>
<p>Los alumnos presentan grandes dificultades a la hora de distinguir entre la meiosis y la mitosis.</p> <p>La mayoría de los alumnos presentan grandes dificultades a la hora de relacionar el material hereditario con la expresión génica y la síntesis de proteínas.</p>	<p>Lewis, Leach y Wood-Robinson (2000).</p> <p>Rotbain, Marbach-Ad y Stavy, 2006; Duncan y Reiser, 2007; Marbach-Ad, Rotbain y Stavy, 2008; Duncan, Rogat y Yardner, 2009</p>

Tabla 2. Principales concepciones alternativas que presenta el alumnado en relación a los temas de genética. Fuente: Íñiguez y Puigcerver, 2013.

Para conocer las ideas previas del alumnado sobre cualquier tema en cuestión se puede recurrir a diversas herramientas, entre ellas los cuestionarios, las entrevistas, los mapas conceptuales, etc. (Íñiguez Porras, 2005, Tesis Doctoral).

Para la propuesta didáctica que se propone en este TFM es fundamental averiguar las ideas previas de los alumnos y para ello se les ha pedido que contesten un cuestionario (**anexo 1**), ya que es uno de los métodos más empleados. Las conclusiones que se han sacado de la muestra (17 alumnos de 4º C y 18 de 4º B) son las siguientes:

1. Un 20% del alumnado que ha realizado el cuestionario de ideas previas no reconoce todos los seres vivos del listado que se les plantea en la pregunta 1. No señalan como seres vivos a los hongos, los corales y las rosas. Llama la atención que no reconozcan a los hongos y a los corales como seres vivos, ya que llevan dando las características de los seres vivos, las células y los diferentes reinos desde 1º de ESO e incluso desde Educación Primaria.
2. Algunos alumnos no creen que todos los seres vivos estén formados por células. El 31% de los alumnos creen que los rosales y las setas no tienen células.
3. En cuanto a la pregunta sobre si todos los seres vivos tienen ADN, la inmensa mayoría de los alumnos dice que no y no creen que el tomate, las bacterias, los hongos y un platanero tengan ADN. Todos señalan como organismos con ADN al ser humano y a los ratones.
4. La gran mayoría de los alumnos saben que el ADN se encuentra en las células y casi todos afirman que hay ADN en todas las células, no sólo en los gametos.
5. Algunos alumnos presentan dudas en cuanto a que las células procariotas tengan ADN, en torno al 40% del alumnado de la muestra cree que sólo tienen ADN las células eucariotas.
6. En cuanto al concepto de ADN, saben que significan las siglas pero no son capaces de dar una definición buena sobre él. Éstas son algunas de las respuestas que considero más acertadas del alumnado:

Alumno 1: *“El ADN es el material genético situado o no en el núcleo que puede estar en forma de cromatina o cromosomas y que contiene la información*

genética de los seres vivos”.

Alumno 2: *“Es el material genético que tienen todos los seres vivos y es donde va la información genética que se va a transmitir a la descendencia”.*

Alumno 3: *“Es el material genético de la célula que pasa de generación en generación”.*

7. El 90% de los alumnos no saben ninguna diferencia entre el ADN y el ARN. De los alumnos que han escrito algo en esta pregunta destacan las siguientes respuestas:

Alumno 1: *“ADN tiene una D y ARN una R”.*

Alumno 2: *“El ADN es nuestro material genético mientras que el ARN no”.*

Alumno 3: *“El ADN contiene el material genético mientras que el ARN sólo se utiliza para la síntesis de proteínas, además el ADN es de cadena doble y el ARN es de cadena simple”.*

Alumno 4: *“El ARN es una gama mucho más amplia de ácidos nucleicos mientras que el ADN agrupa sus proteínas en forma de hélices pero a pares, el ARN forma una hélice simple”.*

8. En cuanto a la localización del ADN lo incluyen dentro de las células, algunos señalan que en los organismos eucariotas se encuentran dentro del núcleo mientras que en las bacterias está en el citoplasma. Llama la atención que el 20% de los alumnos no saben que los virus tienen ADN.
9. Cuando se les pide que definan los conceptos gen, mutación y clonación son capaces de escribir definiciones breves más o menos acertadas. Esto demuestra que han escuchado estos conceptos pero no son capaces de definirlos de una forma correcta científicamente, utilizando vocabulario científico.
10. En relación a si conocen alguna aplicación biotecnológica el 100% de los alumnos dejó la pregunta en blanco.

El conocimiento de las ideas previas del alumnado ha tenido gran relevancia en el desarrollo de las clases durante la intervención intensiva, ya que han sido tomadas en cuenta para iniciar las clases y se ha partido de ellas para introducir nuevos conocimientos, analizar las ideas erróneas, etc.

2.2. Aprendizaje cooperativo en el aula de Educación Secundaria.

El método tradicional de enseñanza, donde el profesor expone oralmente los contenidos presentes en el libro de texto conlleva un aprendizaje muy lento, monótono y aburrido para los alumnos ya que la implicación de éstos en el proceso de aprendizaje es escasa o nula. Los resultados suelen ser pésimos en la mayoría de los casos, principalmente en los alumnos con problemas de atención, alumnos disruptivos, etc., ya que produce una gran desmotivación en el alumnado.

Los alumnos deben participar directamente y de forma activa en el proceso de aprender algo y esto se consigue mejor cuando el alumno forma parte de un equipo cooperativo. De este modo se aprende mejor gracias a las ideas, habilidades y experiencias del resto de componentes del grupo y también se fomenta el desarrollo de habilidades de trabajo en equipo, cualidad que se exige en el mundo laboral hoy en día. Por ello, una de las estrategias educativas que se van a utilizar en las actividades de esta propuesta didáctica va a ser el aprendizaje cooperativo.

2.2.1. Definición y características a tener en cuenta para la aplicación del aprendizaje cooperativo en la ESO.

Se entiende por **cooperación** a la acción de trabajar en equipo para lograr un mismo objetivo. Por lo tanto, podemos definir el **aprendizaje cooperativo** como el uso didáctico de grupos pequeños de estudiantes de forma que al trabajar juntos consigan optimizar su aprendizaje y el del resto de los integrantes del grupo.

David y Roger Johnson (1991) definen el aprendizaje cooperativo como *“aquella situación de aprendizaje donde los objetivos de los participantes se encuentran vinculados por lo que uno puede alcanzar sus objetivos únicamente si el resto de los participantes consiguen alcanzar los suyos, por lo que todos deberán colaborar para conseguir sus respectivos objetivos”*.

Este método se enfrenta al conocido como aprendizaje competitivo e individualista, donde cada alumno trabaja por su cuenta, aislándose del grupo, para lograr sus objetivos compitiendo con el resto de sus compañeros.

Según los hermanos Johnson (1994), el aprendizaje cooperativo posee una serie de características que lo convierten en una de las estrategias que consiguen mejores rendimientos de los alumnos. Éstas características son:

- **Interdependencia positiva.** Cada integrante del grupo tiene una doble responsabilidad; por una parte tienen la responsabilidad de realizar la tarea asignada por el profesor y por otra, deben asegurarse de que el resto de integrantes también la realicen. Por lo tanto, para que se dé el aprendizaje cooperativo es necesario el esfuerzo de todos.
- **Responsabilidad individual y grupal.** Cada individuo debe tener claro cuáles son los objetivos del trabajo y responsabilizarse de su parte ya que será fundamental para lograr el objetivo final grupal.
- **Interacciones motivadoras de apoyo mutuo entre los integrantes del grupo.** Los miembros del grupo deben interactuar entre ellos, animarse y ayudarse para lograr el objetivo final. Para ello, el profesor debe permitir la comunicación entre los individuos para que puedan consultarse, compartir recursos, intercambiar información, etc. Por su parte, los alumnos deben trabajar en un clima de respeto, confianza, interés y responsabilidad.
- **Enseñar técnicas interpersonales y de habilidades sociales.** El profesor debe enseñar técnicas que fomenten la comunicación con sus compañeros de grupo, técnicas para resolver conflictos de forma constructiva, etc.
- **Autoevaluación y evaluación grupal.** Tanto de forma individual como grupal, los alumnos deben evaluarse constantemente para ver si están logrando las metas y objetivos establecidos y reflexionar sobre cómo han realizado el trabajo, cómo se han sentido realizándolo, que conductas deben mantener y cuáles cambiar, qué aportaciones han servido para lograr los objetivos y cuáles no, etc.

El docente, a pesar de tener un papel pasivo en el aprendizaje cooperativo, va a

tener unas funciones de las que va a depender el correcto funcionamiento del grupo (Johnson, 1994):

- El docente será el encargado de conformar los grupos. El número de integrantes del equipo va a influir en el éxito del grupo por lo que se recomienda no formar grupos muy grandes ya que a pesar de que se aumentan las habilidades y aportaciones también se dificulta la coordinación, toma de decisiones, etc. Si hay muchos individuos en el grupo puede que algunos no participen o se sientan más cohibidos a la hora de dar sus opiniones. Los grupos con 3-4 alumnos garantizan la participación de todos, ya que son suficientes para que haya diversidad de opiniones y al no ser muchos deben ser más responsables de su trabajo.
- Debe distribuir a los alumnos en grupos heterogéneos, donde haya alumnos con diversidad de capacidades e intereses, fomentando así la inclusión de todos los alumnos.
- Deberá también organizar el espacio y el tiempo. Es importante una buena disposición de los grupos en el aula para favorecer la comunicación entre los estudiantes. Una de las mejores formas de organizar el espacio es realizando agrupaciones circulares de los pupitres para facilitar el intercambio de ideas y materiales tanto dentro del equipo como entre los diferentes equipos.
- Por último, el docente será el encargado de asignar los roles en los juegos de rol, que deberán ir rotando para que todos los alumnos pasen por los distintos roles.

2.2.2. Modelos de aprendizaje cooperativo utilizados en esta propuesta didáctica.

Existen diferentes modelos de aprendizaje cooperativo, como por ejemplo la tutoría entre iguales, la enseñanza recíproca, el puzzle o rompecabezas, los juegos de rol o los grupos de investigación, entre otros. En esta propuesta didáctica se van a aplicar dos de estos modelos, el puzzle y los juegos de rol, que se describen a continuación.

➤ PUZZLE, ROMPECABEZAS O MOSAICO.

En el puzzle los alumnos se dividen en grupos pequeños y heterogéneos. A cada integrante del grupo se le va a asignar una parte del material de trabajo. Cada alumno tiene que estudiar su parte dentro de “grupos expertos” formados por miembros de los otros equipos que tengan la misma parte. Después, cada alumno aporta a sus compañeros de equipo el trabajo realizado y la evaluación será individual después de que todos sus componentes dominen los temas trabajados (Aronson y col., 1978).

Se basa fundamentalmente en compartir con el resto del equipo los conocimientos aprendidos de forma que se consiga completar el tema o trabajo con las aportaciones de todos los integrantes.

➤ JUEGOS DE ROL.

Consiste en dividir la clase en grupos dónde cada participante va a saber cuál es su misión. Existen roles muy diversos pero éstos deberán ser rotativos para que todos desempeñen cada uno de ellos. Algunos de los roles más frecuentes son:

- **Coordinador o Líder:** es el encargado de comunicar los objetivos al resto de compañeros por lo que debe conocer claramente la tarea a realizar; se encarga de repartir las tareas y es el responsable del correcto funcionamiento del equipo. Deberá animar al grupo, comprobar que todos cumplan con sus funciones y que consigan los objetivos en el tiempo establecido por parte del profesor.
- **Secretario:** su función es dejar por escrito todas las tareas del grupo para lo que debe anotar todas las ideas y aportaciones de cada individuo y de realizar las autoevaluaciones.
- **Portavoz:** es el encargado de hablar con el profesor, responder a sus preguntas y preguntar las dudas que tengan sus compañeros.
- **Investigadores:** son los que van a recopilar la información necesaria para realizar el trabajo.

2.2.3. Ventajas del aprendizaje cooperativo.

La principal ventaja que presenta el aprendizaje cooperativo es que el docente puede utilizarlo en cualquier actividad, no importa de qué materia se trate y se puede incluir en cualquier programa de estudios.

El trabajo cooperativo se basa en la participación del alumnado favoreciendo así su pensamiento racional y crítico, tanto de forma individual como conjunta. Garantiza una enseñanza más enriquecedora ya que tanto alumnos como profesores se implican en la construcción y la transmisión de los conocimientos, además se favorece la inclusión de todos los alumnos independientemente de sus capacidades ya que todos los integrantes tienen igual derecho y obligación de participar en las actividades propuestas por el profesor (Poveda, 2006, TESIS DOCTORAL).

2.3. Enfoque CTSA para impartir los contenidos de genética.

El enfoque que se le va a dar a los contenidos en esta propuesta didáctica va a ser el *enfoque CTSA* (Ciencia, Tecnología, Sociedad y Medioambiente), que surge gracias al reconocimiento de la importancia que tiene la ciencia y la tecnología en la sociedad actual y en el medioambiente.

El enfoque CTSA se basa en la orientación de los contenidos en un contexto social que sirva para que el alumnado se desarrolle como futuros ciudadanos o profesionales, mostrándoles la utilidad que tienen las ciencias y la tecnología en sus vidas. De esta manera se consigue motivar a los alumnos a aprender ya que ven las materias como algo más cercano y les encuentran la utilidad en su día a día. Con este enfoque se pretende partir de algo próximo a los estudiantes que genere un interés y una motivación por seguir aprendiendo sobre el tema en cuestión.

En esta propuesta se tratarán temas de bioética, organismos genéticamente modificados, etc., por lo que con este enfoque se intentará fomentar el pensamiento crítico por ejemplo realizando debates en clase que hagan que los alumnos razonen y se expresen de forma crítica.

3. Propuesta didáctica.

A la hora de elaborar una propuesta didáctica, sea de la temática que sea, en primer lugar se debe hacer un análisis del currículo para analizar los elementos principales que se encuentran relacionados con el tema que se va a trabajar (contenidos, objetivos, competencias, etc.). Por ello, lo primero que se ha realizado para la elaboración de la propuesta didáctica presente en este TFM ha sido consultar el Real Decreto 1105/2014 (MEC, 2014) por el que se establece el currículo básico de la Educación Secundaria Obligatoria (ESO) y del Bachillerato.

La genética se trata en 4º de ESO, 1º y 2º de Bachillerato por lo que esta propuesta didáctica podría aplicarse en cualquiera de los tres cursos aunque está diseñada fundamentalmente para 4º de ESO ya que los contenidos son más básicos y en Bachillerato se profundizaría más en los conocimientos adquiridos en la ESO.

3.1. Justificación de la Propuesta Didáctica.

Durante la primera semana del primer periodo de prácticas en la que se actuaba de observador del tutor profesional se pudo comprobar los principales problemas que existen en la educación hoy en día:

- El papel del profesor, que actúa como emisor del conocimiento basándose principalmente en el libro de texto.
- El papel de los alumnos como meros receptores de este conocimiento que adquieren de forma memorística.
- La falta de motivación del alumnado por aprender.
- La actitud pasiva y poco participativa de los alumnos.
- Etc.

Por ello, para el segundo periodo de prácticas donde se iba a realizar una intervención intensiva de una unidad didáctica completa era necesario replantear cómo se estaban dando las clases y qué se podía cambiar para motivar a los alumnos y fomentar la participación. Del modo en que se estaban dando las clases era imposible

que los alumnos lograran un aprendizaje significativo del tema en cuestión ya que los que memorizaban el contenido para reproducirlo en el examen lo olvidaban al momento y los que no eran capaces de memorizar o no estudiaban lo suficiente tenían unos resultados pésimos en el examen.

Con las actividades que se plantean en esta propuesta se busca principalmente crear curiosidad en el alumnado por las aplicaciones del ADN en nuestra vida cotidiana mediante el trabajo cooperativo y basándose en el modelo constructivista. El trabajo cooperativo va a tener un papel principal en esta propuesta ya que se fomenta la participación de todos los alumnos, la inclusión de aquellos con capacidades distintas y se consigue que desarrollen un espíritu de trabajo en equipo, algo que durante el primer periodo era bastante escaso.

También se plantea una práctica de laboratorio ya que se vio que los alumnos veían las ciencias como algo inalcanzable para muchos y no tenían muchas posibilidades de ir a un laboratorio, lo que fue una manera de motivar y generar interés por las ciencias y más concretamente por la genética. .

Con el enfoque CTSA de los contenidos se pretende aproximar la ciencia a su vida diaria y que sean capaces de ver la utilidad que tiene la ciencia, así como razonar sobre aspectos fundamentales para sus vidas de forma crítica, como es el uso de la manipulación genética o los organismos transgénicos.

La evaluación va a ser continua como establece el Real Decreto 1105/2014, evaluando las actividades tanto individualmente como grupalmente y otorgando un menor peso al examen final. De este modo se motiva a los alumnos a realizar todas las actividades y se les quita la presión de tener que aprobar un único examen final.

3.2. Descripción de la Propuesta Didáctica.

La Propuesta Didáctica que se propone en este TFM va a asumir parte de los contenidos impartidos durante el segundo periodo de prácticas del máster referentes a la *“Unidad Didáctica 8: Información y Manipulación Genética”* y se van a incluir contenidos y actividades nuevas con las que se pretende que los alumnos alcancen un

aprendizaje significativo del tema en cuestión así como fomentar el aprendizaje cooperativo, la participación y la motivación en el alumnado para conseguir mejores resultados que con el método tradicional de enseñanza, basado casi exclusivamente en el libro de texto.

Con las actividades que se proponen se intenta lograr que los alumnos no memoricen los temas únicamente sino que construyan su propio conocimiento partiendo de sus ideas y nutriéndose de las ideas de sus compañeros además de fomentar su propio pensamiento crítico sobre temas importantes para la sociedad actual relacionados con la biotecnología.

3.2.1. Competencias clave.

El Real Decreto 1105/2014 se basa en un aprendizaje por competencias, entendiéndose éstas como *“las capacidades para aplicar de forma integrada los contenidos propios de cada enseñanza y etapa educativa, con el fin de lograr la realización adecuada de actividades y la resolución eficaz de problemas complejos”*. Este tipo de aprendizaje va a fomentar la motivación por aprender en los alumnos ya que el concepto se va a aprender unido al procedimiento de aprender tal concepto.

En este Real Decreto también se especifican las competencias clave, es decir, *“aquellas que todas las personas necesitan para su realización y desarrollo personal, así como para la ciudadanía activa, la inclusión social y el empleo”* y con esta unidad didáctica se van a trabajar las siguientes:

- **Competencia en comunicación lingüística (CL).** Esta competencia se trabajará ya que los alumnos practicarán la comprensión lectora a través de textos científicos relativos a la temática de esta unidad didáctica. También se fomenta la expresión oral y escrita gracias a la elaboración de resúmenes, mapas conceptuales y la exposición oral ante los compañeros de los trabajos y actividades propuestos donde deberán utilizar un vocabulario científico específico y claro.
- **Competencias básicas en ciencias y tecnología.** Esta competencia se trabajarán en la medida en que los alumnos trabajen el contenido relacionado con la

Información y Manipulación Genética.

- **Competencia digital (CD).** Los alumnos van a utilizar las TICs para buscar información, ver animaciones y videos, realizar presentaciones, etc., por lo que trabajaran la competencia digital.
- **Aprender a aprender (CAA).** Se pretende que los alumnos relacionen los contenidos, consigan comprender conceptos que se confunden como por ejemplo proteína/aminoácido o gen/alelo.
- **Competencias sociales y cívicas (CSC).** Como se ha dicho anteriormente, en esta propuesta didáctica se da un enfoque CTSA a los contenidos que pretende que los alumnos vean la importancia de la relación entre ciencia, tecnología y sociedad, en la medida que nos ha permitido por ejemplo solventar el hambre en los países subdesarrollados mediante el uso de alimentos transgénicos o salvar vidas gracias a la insulina producida por organismos genéticamente modificados.

Para lograr estas competencias es fundamental que el docente diseñe actividades que intenten alcanzar más de una competencia a la vez y también requiere un alto grado de implicación por su parte a la hora de preparar estas actividades y llevarlas a cabo en el aula.

3.2.2. Contenidos.

Los contenidos que se van a tratar en esta Unidad Didáctica que se va a llamar *UD: "EL ADN EN NUESTRAS VIDAS"* se incluyen dentro del Bloque I: La evolución de la vida (tabla 3) para la asignatura Biología y Geología de 4º de ESO.

Se ha elegido este nombre porque la mayoría de las actividades están relacionadas con el uso del material genético para lograr algún beneficio para las personas, es decir, en las aplicaciones biotecnológicas, aunque para ello haya que aprender conceptos clave como ADN, ARN, mutación, etc.

BLOQUE I. LA EVOLUCIÓN DE LA VIDA.		
Contenidos	Criterios de evaluación	Estándares de aprendizaje evaluables.
Los ácidos nucleicos. ADN y Genética molecular. Bioética.	Comparar los tipos y la composición de los ácidos nucleicos, relacionándolos con su función.	Distingue los distintos ácidos nucleicos y enumera sus componentes.
Proceso de replicación del ADN. Concepto de gen.	Relacionar la replicación del ADN con la conservación de la información genética.	Reconoce la función del ADN como portador de la información genética, relacionándolo con el concepto de gen.
Expresión de la información genética. Código genético.	Comprender cómo se expresa la información genética, utilizando el código genético.	Ilustra los mecanismos de la expresión genética por medio del código genético.
Mutaciones. Relaciones con la evolución.	Valorar el papel de las mutaciones en la diversidad genética, comprendiendo la relación entre mutación y evolución.	Reconoce y explica en qué consisten las mutaciones y sus tipos.
Ingeniería Genética: técnicas y aplicaciones.	Identificar las técnicas de Ingeniería Genética: ADN recombinante y PCR.	Diferencia técnicas de trabajo en ingeniería genética.
Clonación terapéutica y reproductiva.	Comprender el proceso de la clonación.	Describe las técnicas de clonación animal, distinguiendo clonación terapéutica y reproductiva.
Biología. Bioética.	Reconocer las aplicaciones de la Ingeniería Genética: OMG (organismos modificados genéticamente). Valorar las aplicaciones de la tecnología del ADN recombinante en la agricultura, la ganadería, el medio ambiente y la salud.	Analiza las implicaciones éticas, sociales y medioambientales de la Ingeniería Genética. Interpreta críticamente las consecuencias de los avances actuales en el campo de la biotecnología.

Tabla 3. Contenidos incluidos en el Bloque I del BOE (R.D. 1105/2014), con sus criterios de evaluación y estándares de aprendizaje evaluables.

3.2.3. Metodología utilizada y secuenciación temporal de las actividades.

La metodología que se va a seguir en esta propuesta va a estar fundamentada en el modelo constructivista, por lo que cada sesión va a partir de las ideas previas de los alumnos extraídas del cuestionario de ideas previas (anexo 1) y las actividades propuestas van a seguir una secuencia relacionada con los contenidos de la tabla 3. La mayoría de las actividades propuestas van a realizarse en grupos de 4-5 alumnos para desarrollar las habilidades del trabajo en equipo.

En la siguiente imagen se muestra un esquema con la secuencia de las actividades propuestas en la unidad didáctica siguiendo un orden cronológico especificado por los números consecutivos. Cada actividad será evaluada de forma independiente y al final de la unidad didáctica se realizará una evaluación final de la unidad.



Imagen 1. Secuenciación de las actividades propuestas en la Unidad Didáctica: “El ADN en nuestras vidas”.

Según Gil y Martínez-Torregrosa (1987), en el método constructivista se puede llevar a cabo una estrategia de diseño de unidades didácticas basada en la elaboración de un programa-guía por parte del docente en el que las actividades se clasifiquen en tres tipos diferentes: **actividades de iniciación**, que van a consistir en la búsqueda de las ideas previas de los alumnos y en crear un contexto que favorezca la motivación para el alumnado; **actividades de desarrollo**, donde se trabajarán los contenidos científicos y se detectarán los errores más frecuentes; y **actividades de acabado**, para reforzar el aprendizaje utilizando mapas conceptuales y/o resúmenes y se llevará a cabo la evaluación.

En la siguiente tabla se adjunta el programa-guía del docente, donde se describe cada actividad y se especifica el número de sesiones (9 en total) que se emplearán para llevarlas a cabo.

Programa-guía del docente para la UD: “EL ADN EN NUESTRAS VIDAS”			
TIPO	Actividad	Descripción	Número de sesiones
ACTIVIDAD DE INICIACIÓN	ACTIVIDAD 1. Práctica de laboratorio. ¿UN TOMATE TIENE ADN?	Práctica de laboratorio. En grupos de 4-5 alumnos se realizará una extracción de ADN de tomate (anexo 2).	Sesión 1 (1 hora).
	ACTIVIDAD 2. Preconcepciones genéticas.	Identificación de las ideas previas del alumnado sobre el ADN y el ARN mediante la visualización de imágenes (anexo 4).	Sesión 2 (1 hora).
ACTIVIDADES DE DESARROLLO	ACTIVIDAD 3. USO DE LAS TICs PARA VER CÓMO SE EXPRESA LA INFORMACIÓN GENÉTICA.	Visualización de videos de YouTube sobre replicación, transcripción y traducción (anexo 5).	Sesión 3 (1 hora).
	ACTIVIDAD 4. JUGAMOS CON EL CÓDIGO GENÉTICO.	Realización de actividades utilizando el código genético (anexo 6,7 y 8).	Sesión 4 (1 hora).

	ACTIVIDAD 5. LAS MUTACIONES Y LA EVOLUCIÓN.	Aplicación del método de aprendizaje cooperativo conocido como PUZZLE para aprender el contenido sobre mutaciones. Mediante un texto (anexo 9) los alumnos, en grupos de 4, deberán realizar un Mapa Conceptual que resuma las ideas principales del texto.	Sesión 5 (1 hora). 20 min de preparación y 40 min para elaboración del mapa conceptual.
	ACTIVIDAD 6. ¿EXISTE LA PERFECCIÓN GENÉTICA? DEBATE SOBRE LA PELÍCULA GATTACA.	Utilización del juego de rol para debatir en clase sobre la manipulación genética mediante la visualización del tráiler de la película GATTACA (anexo 10).	Sesión 6 (1 hora).
	ACTIVIDAD 7. CLONAMOS UN RATÓN VIRTUAL.	Uso de las TICs para aprender el proceso de clonación mediante una simulación por ordenador (anexo 11).	Sesión 7 (1 hora).
	ACTIVIDAD 8. TRANSGÉNICOS BUENOS VS TRANSGÉNICOS MALOS.	Realización de un trabajo de investigación grupal sobre los transgénicos. Para la evaluación, además de las preguntas del trabajo grupal (anexo 12) deberán contestar un cuestionario para saber su opinión sobre los transgénicos antes y después de realizar la investigación (anexo 13).	Sesión 8 (1 hora).
ACTIVIDAD DE ACABADO	ACTIVIDAD 9. EVALUACIÓN FINAL Y CUESTIONARIO DE SATISFACCIÓN.	Consiste en la realización de dos cuestionarios. En primer lugar se les dará un cuestionario tipo test sobre los contenidos impartidos en la unidad didáctica (anexo 14) y en segundo lugar deberán realizar el cuestionario de satisfacción con la propuesta didáctica (anexo 15).	SESIÓN 9 (1 hora).

Tabla 4. Descripción breve de las actividades y duración de cada actividad. Elaboración propia.

SESIÓN 1: ACTIVIDAD DE INICIACIÓN PARA CONOCER LAS IDEAS PREVIAS Y PRÁCTICA DE LABORATORIO ¿UN TOMATE TIENE ADN?

- Se entregará a los alumnos el cuestionario sobre ideas previas (**anexo 1**) para el que dispondrán de 5-10 minutos. Después este cuestionario será analizado por la profesora para partir de estas ideas previas en las siguientes sesiones.
- Se realizará una práctica de laboratorio cuyos objetivos principales son: diseñar un procedimiento de extracción de ADN de una muestra de tomate para el que los alumnos dispondrán de un “protocolo modelo” que puedan seguir para diseñarlo y llevarlo a cabo; conocer el material de laboratorio necesario y aprender a utilizarlo; trabajar en equipo. La profesora actuará como guía en la elaboración de este protocolo, lanzando preguntas tipo: ¿Dónde creéis que se encuentra el ADN en el tomate? ¿Qué haríais para romper las células del tomate y que el ADN pueda salir? ¿De qué están hechas las membranas celulares? ¿Qué necesitaremos entonces para romper estas membranas? ¿Qué materiales son imprescindibles? Etc.
- Con esta práctica se busca motivar al alumnado y crear interés en el tema además de cambiar una de las concepciones erróneas más frecuente en los alumnos de Educación Secundaria: la idea errónea de que los vegetales no presentan ADN.
- Recursos: PowerPoint con el procedimiento a seguir y el material de laboratorio especificado en el **anexo 2**.
- Al final los alumnos deberán realizar un cuestionario (**anexo 3**) para ver si han quedado claros los conocimientos así como entregar el folio grupal con el protocolo realizado para la extracción del ADN. También deberán responder un cuestionario KPSI (**anexo 3**) para ver lo que han aprendido durante la realización de la actividad.

SESIÓN 2: ANALIZAR LOS PRECONCEPTOS GENÉTICOS DEL ALUMNADO Y CONOCER EL NIVEL DE CONOCIMIENTOS SOBRE ADN Y ARN DE PARTIDA.

- En esta sesión se van a tratar los siguientes temas: concepto de ácido nucleico,

composición química del ADN, estructura del ADN, diferencias entre ADN y ARN y tipos de ARN mediante una clase magistral pero partiendo de la visualización de una serie de imágenes (**anexo 4**) y fomentando la participación activa de los alumnos mediante la realización de múltiples preguntas sobre el tema.

- Los objetivos de esta actividad son: conocer el nivel del alumnado así como las ideas previas sobre el ADN y el ARN pero fundamentalmente se pretende que los alumnos participen respondiendo a las preguntas que se irán planteando así como ir introduciendo el contenido de la unidad didáctica.

SESIÓN 3: VISUALIZACIÓN DE PROCESOS DE EXPRESIÓN GÉNICA UTILIZANDO LAS TICs.

- Temas a tratar: la replicación del ADN como paso previo a la transcripción; expresión de la información genética, del ADN a las proteínas (Transcripción y Traducción).
- El objetivo fundamental es que los alumnos sean capaces de comprender cómo se lleva a cabo la expresión de la información genética y sintetizar estos procesos a modo de resumen para lo que deberán entregar un resumen individual que será evaluado mediante una rúbrica (**anexo 16**).
- Recursos necesarios: el ordenador y el proyector de clase para la visualización de los videos de YouTube, internet y una presentación PowerPoint (**anexo 5**).

SESIÓN 4. JUGAMOS CON EL CÓDIGO GENÉTICO.

- Temas a tratar: definición y características del código genético; definición de codón, codón de iniciación y codón de terminación.
- El objetivo fundamental de esta actividad es que aprendan a utilizar el código genético y que conozcan su utilidad.

Se entregará a los alumnos un código genético (**anexo 6**) y se llevarán a cabo dos actividades que serán lo que se evalúe para la calificación final de la unidad. La primera es una actividad típica presente en todos los libros de 4º de ESO (**anexo 7**) y la segunda consistirá en descifrar mensajes utilizando un código genético inventado. Esta idea se ha obtenido a partir una actividad presente en la siguiente página web

http://www.nclark.net/DNA_RNA (Clark, n.d.). Para realizar esta actividad se les explicará una serie de pautas a seguir mediante una presentación PowerPoint (**anexo 8**). De forma resumida, esta actividad consiste en cambiar los aminoácidos codificados por los codones por palabras para formar mensajes. De esta manera, conociendo las palabras los alumnos podrán ir descifrando los mensajes ocultos en los tripletes de codones.

SESIÓN 5. PUZZLE SOBRE MUTACIONES Y SU RELACIÓN CON LA EVOLUCIÓN.

En esta sesión, los alumnos se agruparán en equipos de 4. Se les entregará un texto sobre las mutaciones que se dividirá en 4 partes (definición de mutación, consecuencias, tipos y ejemplos). A los alumnos se les explicará esta metodología siguiendo el esquema que aparece en la imagen 2, realizado por Martínez y Gómez (2010).

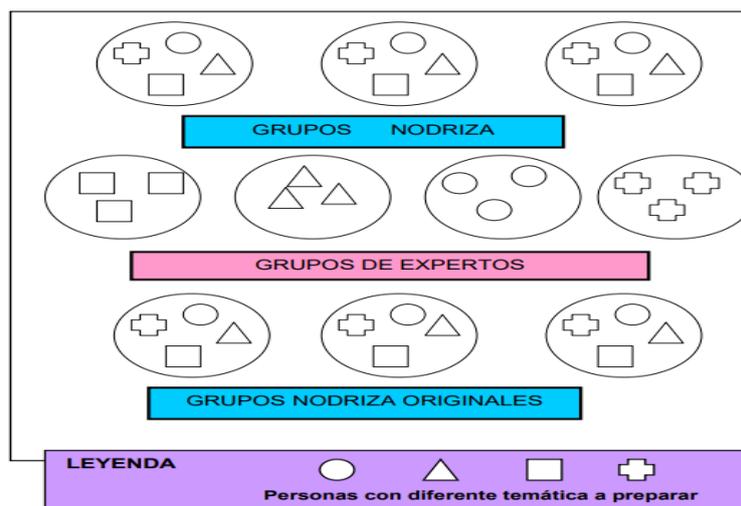


Imagen 2. Esquema donde se muestra la metodología de aprendizaje cooperativo: el PUZZLE. **Fuente:** Martínez, J. y Gómez, F. (2010).

Cada alumno deberá preparar una parte del texto (**anexo 9**) con los alumnos de otros grupos que tengan la misma parte. Al final de la clase deberá volver a su equipo inicial y contarle a sus compañeros su parte para entre todos elaborar un mapa conceptual global. Deberán entregarlo bien presentado con el nombre de todos los integrantes del grupo en un folio DIN A4 que será lo que se utilice para la evaluación.

Los alumnos podrán realizar el mapa conceptual de diferentes maneras: CmapTools, PowerPoint, a mano, etc.

SESIÓN 6. DEBATE SOBRE LA MANIPULACIÓN GENÉTICA. ¿EXISTE LA PERFECCIÓN GENÉTICA? PELÍCULA GATTACA. JUEGO DE ROL.

- Temas a tratar: la manipulación génica, biotecnología e ingeniería genética, iniciación a las aplicaciones biotecnológicas.
- Recursos: proyector para la visualización del tráiler de la película GATTACA y presentación PowerPoint con el desarrollo de la actividad (**anexo 10**), donde se explicará en qué consiste la actividad, cuáles son los roles que deberán representar, etc.
- Se va a realizar un juego de rol para realizar un debate en grupos de 5 alumnos sobre la manipulación genética tomando como punto de partida la película GATTACA. Dos grupos de 5 alumnos cada uno deberán estar a favor de la manipulación genética para conseguir niños genéticamente perfectos y los otros dos grupos deberán posicionarse en contra.

Al finalizar la clase, cada secretario de cada grupo deberá entregar un folio con todas las ideas e investigaciones realizadas por su equipo durante toda la sesión. Esto será evaluado por la profesora además de la participación y la actitud de los alumnos durante el transcurso de la sesión.

SESIÓN 7. CLONAMOS A UN RATÓN VIRTUAL.

Con el cuestionario de ideas previas se pudo comprobar la falta de vocabulario científico de los alumnos a la hora de saber definir un concepto a priori sencillo como es la clonación. Ningún alumno supo expresar bien el concepto ni tampoco explicar el procedimiento que se utiliza para clonar un individuo. Por ello se plantea la presente actividad.

Para tratar en clase la clonación se va a partir del primer animal clonado, la oveja Dolly, ya que es algo que en menor o mayor medida les va a sonar a todos los alumnos. Se les va a explicar cómo se realizó la clonación de la oveja Dolly utilizando la animación

presente en la página <http://recursostic.educacion.es/ciencias/biosfera/web/alumno/4ESO/Genetica2/actividad11b.htm>

Para ver el procedimiento de clonación en otra especie animal, como es el ratón se va a utilizar un juego presente en la página <https://learn.genetics.utah.edu/content/cloning/clickandclone/>. A pesar de estar en inglés es una aplicación muy visual que permite a los alumnos recrear cómo sería realizar una clonación en el laboratorio a través de una simulación por ordenador.

Tras esto se plantearán una serie de preguntas para debatir en clase sobre la clonación de animales o humanos: ¿Pensáis que es ética la clonación humana? ¿Y si es con fines terapéuticos? ¿Qué argumentos a favor o en contra de la clonación terapéutica daríais en un debate?

Se pretende con esta actividad que los alumnos sean capaces de argumentar a favor o en contra de la clonación y que además se queden con los aspectos más importantes del proceso de clonación. Para evaluar si han entendido el proceso de clonación, los alumnos deberán realizar la actividad propuesta en la siguiente página <https://learn.genetics.utah.edu/content/cloning/cloningornot/> y deberán traer el folio con las respuestas de la actividad (**anexo 11**).

SESIÓN 8. TRANSGÉNICOS MALOS VS TRANSGÉNICOS BUENOS.

- Temas a tratar: aplicaciones de la biotecnología en medicina, medio ambiente, agricultura y ganadería.
- Recursos: presentación PowerPoint para presentar la actividad a los alumnos donde se especifique el objetivo de la actividad, qué deben hacer y cómo se les va a evaluar; noticia sobre los OGM para introducir el tema en clase (<https://sostenibilidad.semana.com/impacto/articulo/salmon-transgenico-tiene-asustados-a-canadienses/38367>).
- Los alumnos van a realizar un trabajo de investigación sobre los organismos genéticamente modificados que consistirá básicamente en la búsqueda de

información que les permita contestar a las cuestiones presentes en el **anexo 12**.

- Deberán entregar las actividades de forma grupal además de un cuestionario individual para que la profesora pueda analizar su opinión sobre los OGM antes y después de realizar la investigación (**anexo 13**).

SESIÓN 9. EVALUACIÓN FINAL Y CUESTIONARIO DE SATISFACCIÓN DE LA PROPUESTA. ANÁLISIS DE LAS IDEAS PREVIAS Y DE LO APRENDIDO CON ESTA PROPUESTA DIDÁCTICA.

En esta sesión se realizará un cuestionario para evaluar los contenidos impartidos en la Unidad Didáctica (**anexo 14**) y un cuestionario de satisfacción del alumnado con la propuesta didáctica (**anexo 15**).

3.2.4. Materiales y recursos empleados.

Las aulas están provistas de proyector, ordenador e internet por lo que los alumnos van a disponer de estos recursos para llevar a cabo las investigaciones que exigen las diferentes actividades.

Se utilizarán las TICs para ver videos y animaciones sobre el ADN y ARN, los procesos de replicación, transcripción y traducción, búsqueda de información para las diferentes actividades grupales y además se les proporcionará una serie de páginas web que pueden utilizar para realizar las actividades como por ejemplo la web Proyecto Biosfera del Ministerio de Educación, Cultura y Deporte, entre otras.

Para la práctica de laboratorio se les prestará a los alumnos todo el material necesario para que puedan realizarla sin ningún problema. Además se facilitarán textos científicos, noticias sobre aplicaciones biotecnológicas, imágenes, etc.

3.2.5. Criterios de evaluación.

Como queda reflejado en el Real Decreto 1105/2014, la evaluación debe ser continua por lo que la evaluación se va a realizar para tener un seguimiento de todo el proceso de aprendizaje. Llevando a cabo una evaluación continua, evaluando cada actividad, se pueden mantener conductas positivas que tengan los alumnos y modificar

las conductas negativas además de evaluar los contenidos.

Para realizar la evaluación, el docente deberá ir anotando todos los comentarios que los alumnos vayan realizando así como el grado de participación en clase. También se llevará a cabo una evaluación del docente por parte del alumnado mediante el cuestionario de satisfacción del alumnado con la propuesta didáctica llevada a cabo (**anexo 15**).

En la siguiente tabla se muestra el porcentaje que tiene cada actividad en la nota final de la unidad didáctica, así como los criterios de evaluación de cada una.

Nº de Actividad	¿Qué se pide?	Puntuación
1	Cuestionario (individual) KPSI+EMOCIONES (10%). Protocolo (grupal) para la extracción de ADN de tomate (70%). Cuestionario final (individual) (20%).	10 % de la nota final.
2	Participación en clase (5%) y trabajo individual (5%).	10% de la nota final.
3	Resumen de los procesos implicados en la Expresión de la Información Génica (evaluado mediante rúbrica con un máximo de 25 puntos).	10% de la nota final.
4	Entregar las dos actividades sobre el código genético (5% cada una).	10% de la nota final.
5	Mapa conceptual grupal sobre las mutaciones.	10% de la nota final.
6	Folio con las ideas obtenidas del debate sobre manipulación genética (70%). Trabajo en equipo y participación (30%)	10 % de la nota final.
7	Realización del cuestionario online sobre escenarios de clonación. Entregar la plantilla de respuestas.	10% de la nota final.
8	Trabajo de investigación grupal sobre alimentos transgénicos (80%). Cuestionario opinión sobre OGM (individual) (20%).	10% de la nota final.

Tabla 5. ¿Cómo se evalúa cada actividad? Criterios de evaluación y porcentaje de cada una de las actividades de la propuesta didáctica.

Para la evaluación global de la unidad didáctica se tendrán en cuenta los siguientes criterios:

- 80% las actividades: Se proponen un total de 8 actividades, cada una valorada con una puntuación de 1 punto. En la tabla 5 se muestra cada actividad, lo que

se pedía a los alumnos y su puntuación final.

- 10% Cuestionario final sobre los contenidos.
- 10 % Actitud y participación en clase. Se valorará de forma individual mediante la observación y con el diario personal del profesor.

4. Discusión de los resultados y valoración de la propuesta.

Con esta propuesta didáctica se pretendía principalmente motivar al alumnado a aprender genética así como conseguir, mediante el método de enseñanza constructivista, que el alumno se sienta partícipe de su proceso de aprendizaje de tal manera que vaya adquiriendo los conocimientos construyéndolos a partir de sus ideas previas y moldeándolos gracias a la ayuda del profesor y a las ideas aportadas por sus compañeros, favoreciendo así el trabajo en equipo.

Se pretende ir introduciendo los contenidos de genética utilizando actividades como por ejemplo la extracción de ADN de tomate, la visualización de imágenes del ADN y del ARN, videos de los procesos de replicación, transcripción y traducción, donde realizando preguntas y fomentando la participación y el debate se pueden conocer muchas ideas erróneas de los alumnos e ir cambiándolas.

Este método tiene resultados positivos, como puede verse en los estudios realizados por Íñiguez y Puigcerver (2013), donde se compara una propuesta didáctica basada en el método constructivista y una propuesta didáctica donde se explica el temario de forma tradicional. Los resultados muestran que los alumnos a los que se les aplica la primera propuesta consiguen corregir sus ideas previas erróneas mejor que los segundos. Al ser los propios alumnos los que van construyendo su propio conocimiento, investigando, consultando con sus compañeros, aprenden mejor que simplemente memorizando los conceptos.

El profesor debe actuar como guía en el proceso de aprendizaje de sus alumnos y también debe implicarse y dedicar mayor tiempo a la elaboración de actividades, realización de prácticas de laboratorio, etc. Por ello, este tipo de propuestas suelen necesitar más horas de clase y en ocasiones es conveniente no profundizar en ciertos

contenidos o directamente prescindir de ellos. Esto a veces supone un conflicto para el docente ya que éste debe cumplir con un currículo y ceñirse a él.

El análisis de las ideas previas de los alumnos permite al docente saber de qué punto parte antes de iniciar la propuesta y saber a qué temas habrá que dedicarle mayor tiempo y cuales pueden explicarse más rápidamente. Por ejemplo, con el cuestionario de ideas previas se pudo ver que los alumnos no conocían las aplicaciones biotecnológicas y por ello se plantean actividades como la investigación sobre OGM o el debate sobre manipulación genética.

Una forma de evaluar si las actividades propuestas son efectivas es mediante el uso de cuestionarios. Al finalizar la actividad 1 (práctica de laboratorio) se pidió a los alumnos que contestaran un cuestionario KPSI con una serie de preguntas donde se evaluaba del 0 al 5 el nivel de conocimientos, antes de realizar la práctica y después. También se les pedía que señalaran las emociones sentidas durante el transcurso de la actividad pero por falta de tiempo la mayoría de los alumnos no las señalaron. Al analizar los resultados (figura 1) se puede ver cómo los estudiantes mostraban un conocimiento mayor tras la realización de la actividad.

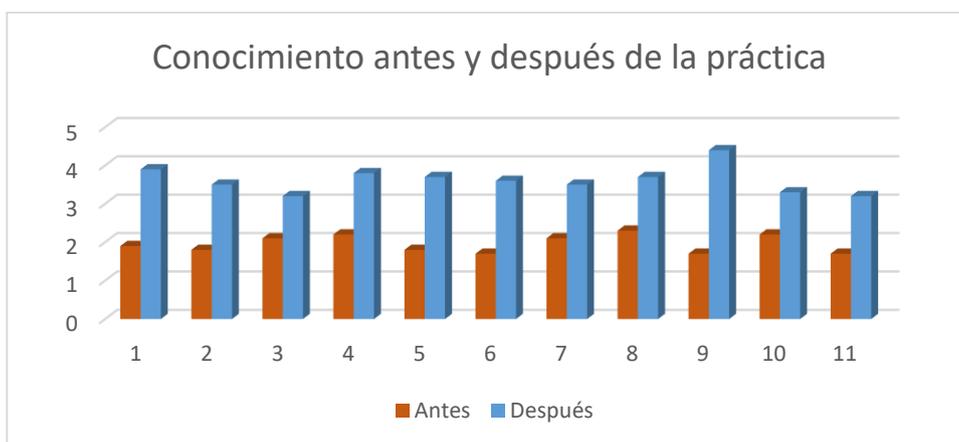


Figura 1. Resultados del cuestionario KPSI. Ver anexo 14(página 46) para las preguntas.

Con esta actividad se consiguió motivar a los alumnos y que ellos mismos estuvieran más predispuestos a la hora de realizar las siguientes actividades ya que desde un primer momento vieron que esta metodología era diferente a lo que estaban

acostumbrados. Los alumnos se mostraron interesados y concentrados, animándose los unos a los otros, muy participativos y ayudándose los unos a los otros para conseguir el objetivo final que era la visualización del ADN.

Para evaluar la propuesta didáctica se les pidió que realizaran un cuestionario de satisfacción con la propuesta, de forma anónima, lo que va a permitir al docente comprobar si las estrategias utilizadas tienen éxito o si por el contrario es más efectivo el método tradicional. En el I.E.S AZCONA, donde realicé las prácticas, los resultados de la encuesta de satisfacción con la propuesta didáctica fueron los que aparecen en la **figura 2**. Las preguntas se pueden ver en el anexo 15.

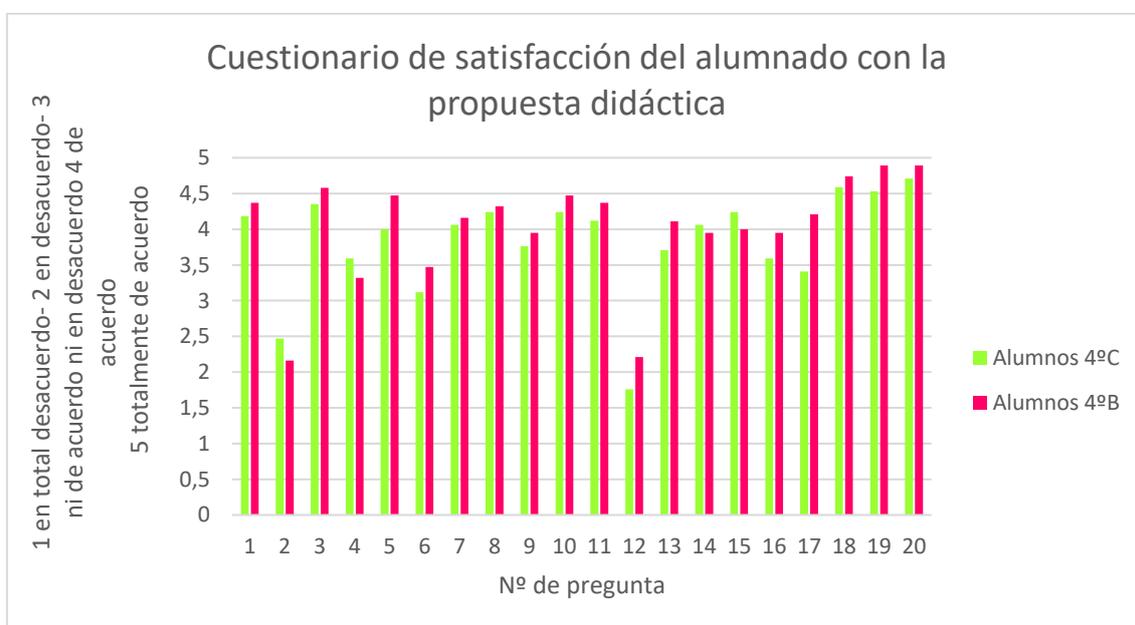


Gráfico 2. Resultados del cuestionario de satisfacción del alumno en las dos clases de 4º de ESO del I.E.S. Azcona donde se implementaron algunas de las actividades de la propuesta didáctica presente en este TFM.

El cuestionario consistía en valorar del 1 al 5, en función del grado de acuerdo o desacuerdo, las cuestiones planteadas, siendo: 1 (totalmente en desacuerdo), 2 (en desacuerdo), 3 (ni de acuerdo ni en desacuerdo), 4 (de acuerdo) y 5 (totalmente de acuerdo). Destacan los siguientes resultados:

- Los temas tratados en clase les parecieron interesantes a la mayoría de los alumnos y estaban en desacuerdo con que estos temas no fueran útiles para el

futuro.

- La mayoría está de acuerdo en que los materiales utilizados por la profesora les han ayudado a comprender mejor el tema, que se ha fomentado la participación en clase y que las actividades en grupo les facilita la comprensión del tema.
- Destaca también la pregunta sobre la participación en clase, donde en general todos están totalmente de acuerdo en que la profesora fomenta la participación.
- En cuanto a la práctica de extracción de laboratorio, todos están de acuerdo con que este tipo de prácticas fomenta la motivación y consiguen aclarar dudas sobre el tema.
- La mayoría de los alumnos está totalmente de acuerdo con que gracias a la visualización de videos se comprenden mejor procesos tales como la transcripción y traducción del ADN y que las actividades planteadas fomentan la curiosidad y el interés en el tema.
- Para finalizar, cabe destacar las preguntas 19 y 20, donde se les pregunta directamente sobre la metodología empleada y si prefieren este método de enseñanza al método tradicional basado exclusivamente en el libro. Aquí los alumnos están totalmente de acuerdo en que esta forma de impartir clases es mejor que el método tradicional de enseñanza.

5. Limitaciones y propuestas de mejora.

Una de las limitaciones que tiene esta propuesta es que algunas de las actividades no han podido implementarse en el aula y por lo tanto no se ha podido comprobar si son factibles. Para que esta propuesta pueda tener éxito es fundamental la implicación tanto del docente como del alumno en la realización y participación activa en las actividades.

Otra limitación muy importante es la falta de tiempo. Una propuesta de este tipo, con muchas actividades grupales, prácticas de laboratorio, sesiones donde se parte de las ideas previas, necesita más tiempo que una propuesta donde las clases se lleven a cabo de forma tradicional. Por ejemplo, en la actividad sobre las mutaciones, donde se llevó a cabo la metodología puzzle, los alumnos no sabían hacer mapas conceptuales y

por falta de tiempo se decidió que entregaran un resumen. Al final los alumnos entregaron un “copia y pega” de partes del texto del anexo 9 y del libro de texto, por lo que no se pudo evaluar la capacidad de elaborar mapas conceptuales y ver si habían entendido la metodología puzle.

Otra limitación a la que se debe hacer frente es la presión curricular. En el segundo periodo de prácticas pude comprobar cómo se te exigen unos contenidos mínimos que dar y un examen final de la unidad. Por ello, elaborar este tipo de propuestas e implementarla requiere un esfuerzo extra del profesor para realizar actividades de este tipo a la vez que se cumple con el currículo.

También son necesarios una serie de recursos como internet en el aula, ordenadores, aulas grandes donde poder agruparse en grupos, etc., para poder llevar a cabo las actividades de la propuesta.

Una de los estudios que podría hacerse de cara a implementar esta propuesta en un centro y ver si es factible sería la comparación entre aulas donde se lleve a cabo la propuesta con otras donde se dé el mismo tema mediante el método tradicional de enseñanza.

Como mejoras podrían plantearse las actividades siguiente el método IBSE o por ejemplo siguiendo la estrategia de investigación dirigida. También realizar modelos tridimensionales del ADN y ARN para comprender mejor su estructura además de los videos vistos en clase, pero para ello se requiere de tiempo y por tanto deberían omitirse otras actividades.

6. Conclusiones.

Tras la revisión bibliográfica realizada para la elaboración de este TFM y la implementación de algunas de las actividades que se proponen durante el periodo de prácticas se puede concluir que:

- Se elaboró una propuesta didáctica basada en el constructivismo en la cual se partía de las ideas y conocimientos previos de los alumnos para así lograr un

aprendizaje significativo de nuevos conocimientos. Esta propuesta de ocho actividades en las que ha predominado el trabajo en equipo y carácter argumentativo de las mismas tendrá éxito siempre y cuando los alumnos sean partícipes de su aprendizaje y el docente actúe de guía en este proceso.

- La genética es uno de los temas que más problemas provoca en los estudiantes debido a la enorme cantidad de conceptos diferentes que tiene, las ideas previas erróneas que prevalecen en los alumnos, los conceptos abstractos como los genes, etc., que podrían solventarse utilizando diferentes estrategias de enseñanza, no únicamente el método tradicional de enseñanza ya que los alumnos memorizan y olvidan lo estudiado, no logran un aprendizaje significativo de la genética.
- Existen numerosos recursos que pueden facilitar la enseñanza de esta temática como páginas web con juegos de simulación, videos, etc., que además de facilitar a los alumnos la comprensión de procesos como la replicación, la transcripción y la traducción, consiguen motivarlos y generarles interés. Además, estos recursos pueden utilizarse en la aplicación de los diferentes modelos de aprendizaje como el puzzle o los juegos de rol.
- Con las actividades de debate como la actividad sobre OGM o la actividad sobre manipulación genética, se pudo conocer algunas ideas previas erróneas de los alumnos sobre estos temas y se fomentó el pensamiento crítico, algo fundamental en las asignaturas de ciencias.
- A pesar de las dificultades que presentó la aplicación de esta propuesta didáctica, como son la falta de tiempo o el esfuerzo que deben realizar tanto el docente a la hora de elaborar las actividades como el alumno a la hora de llevarlas a cabo, tuvo resultados positivos ya que fomentó tanto la motivación como la participación de los alumnos y el trabajo en equipo.
- Aunque no hubo un grupo control para comparar si esta metodología es mejor que el método tradicional de enseñanza, gracias a la encuesta de satisfacción con la propuesta didáctica realizada por los alumnos se pudo ver que la mayoría están de acuerdo en que la metodología llevada a cabo favorece el aprendizaje

y fomenta la participación y el pensamiento crítico. Por otra parte, este tipo de propuestas implica mucha dedicación por parte del docente para elaborar el material que se va a necesitar y conlleva la adaptación del currículo.

7. Referencias bibliográficas.

Aronson y colaboradores (1978). *The jigsaw classroom*. Beverly Hills: CA Sage.

Ausubel, D. (1983). *Teoría del aprendizaje significativo*. Fascículos de CEIF. Recuperado de delegacion233.bligoo.com.mx

Ayuso, E. (2000). *La enseñanza de la Herencia Biológica y la Evolución de los seres vivos. Fundamentación, planificación y evaluación de una propuesta didáctica para la Educación Secundaria Obligatoria*. Tesis doctoral. Universidad de Murcia.

Banet, E. y Ayuso, E. (1995). *Introducción a la genética en la enseñanza secundaria y bachillerato: I. Contenidos de enseñanza y conocimientos de los alumnos*. *Enseñanza de las Ciencias*, 13(2), 137-153.

Brown, C.R. (1990). *Some misconceptions in meiosis shown by students responding to an advanced practical examination question in biology*. *Journal of Biological Education*, 24(3), 182-186.

Caballero, M. (2008). *Algunas ideas del alumnado de secundaria sobre conceptos básicos de genética*. *Enseñanza de las ciencias*, 26(2), 227-243.

Campanario, J.M., y Oterio, J.C. (2000). *Más allá de las ideas previas como dificultades de aprendizaje*. *Enseñanza de las ciencias*, 18, 155-169.

Carretero, M. (1997). *¿Qué es el constructivismo? Desarrollo cognitivo y aprendizaje. Constructivismo y Educación*. Progreso México, 1997. 39-71. Recuperado de http://www.educando.edu.do/Userfiles/P0001/File/Que_es_el_constructivismo.pdf

Clark, N. (n.d.). *DNA sentences. How to understand DNA without really trying*. Recuperado el 25 de Agosto de 2018, de http://www.nclark.net/DNA_RNA

Driver, R., y Oldham, V. (1986). *A constructivist approach to curriculum development in science*. *Studies in Science Education*, 13(1), 105-122.

Duek, C. (2010). *Infancia, desarrollo y conocimiento: los niños y niñas y su socialización*. *Revista Latinoamericana de Ciencias Sociales, Niñez y Juventud*, 8(2), 799-808.

Recuperado de <http://www.redalyc.org>

Gil, D. y Martínez-Torregrosa, J. (1987). Los programas-guía de actividades: Una concreción del modelo constructivista de aprendizaje de las ciencias. *Investigación en la Escuela*, 3, 3-12.

Infante-Malachias, M.E., Queiroz, I., Weller, M., y Santos, S. (2010). Comprehension of basic genetic concepts by brazilian undergrate students. *Revista Electrónica de Enseñanza de las Ciencias*, 9 (3), 657-668. En <http://www.saum.uvigo.es/reec>

Íñiguez, F.J. (2005). La enseñanza de la genética: una propuesta didáctica para la educación secundaria obligatoria desde una perspectiva constructivista. (Tesis doctoral), Universitat de Barcelona.

Íñiguez F.J., y Puigcerver, M. (2001). ¿Qué opinan los alumnos sobre la ubicación de los cromosomas? *Enseñanza de las Ciencias*, núm. Extra, 31-32.

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

Johnson, D. y Johnson, R. (1991). *Learning together and alone. Cooperative, competitive and individualistic learning*. Needham Heights, Allyn and Bacon.

Johnson, D., y Johnson, R. (2004). *Assessing students in groups. Promoting group responsibility and individual accountability*. California: Corwin Press.

Johnson, R.T. y D.W. (1994). An Overview of cooperative learning. Publicado originalmente en Thousand, J.; Villa, A.; Nevin, A. (ed) *Creativity and collaborative learning*; Brookes Press, Baltimore.

Lewis, J., y Kattmann, U. (2004). Traits, genes, particles and information: re-visiting students' understandings of genetics. *International Journal of Science Education*, 26(2), 195-206.

Lewis, J., Leach, J., y 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.

Lewis, J., y Wood-Robinson, C. (2000). Genes, chromosomes, cell division and inheritance-do students see any relationship? *International Journal of Science Education*, 22(2), 177-195.

LOMCE 8/2013, del 9 de diciembre Ley Orgánica de Mejora en la Calidad Educativa, en el BOE 296, del 10 de diciembre de 2013.

Martínez, J. y Gómez, F. (2010) La técnica puzzle de Aronson: descripción y desarrollo. En Arnaiz, P.; Hurtado, M^a.D. y Soto, F.J. (Coords.) 25 Años de Integración Escolar en España: Tecnología e Inclusión en el ámbito educativo, laboral y comunitario. Murcia: Consejería de Educación, Formación y Empleo.

Navarro Soria, I.; González Gómez, C.; López Monsalve, B.; Botella Pérez, P. (2015). Aprendizaje de contenidos académicos y desarrollo de competencias profesionales mediante prácticas didácticas centradas en el trabajo cooperativo y relaciones multidisciplinares. *Revista de Investigación Educativa*, 33(1), 99–117.

Piaget, J. (1983). *El criterio moral en el niño*. Barcelona: Fontanella.

Poveda, P. (2006). Implicaciones del aprendizaje de tipo cooperativo en las relaciones interpersonales y en el rendimiento académico. Tesis Doctoral. Universidad de Alicante. <http://hdl.handle.net/10045/4110>

RAE, R.A. (2013). RAE, Real Academia Española. Recuperado de <http://www.rae.es>

Real Decreto 1105/2014, de 26 de diciembre, por el que se establece el currículo básico de la Educación Secundaria Obligatoria y del Bachillerato, BOE 3 de enero de 2015.

Vygotsky, L. S. (1978). *Mind and Society*. Cambridge, MA: Harvard University Press (pp. 79–91).

8. ANEXOS.

Anexo 1. Cuestionario para conocer las Ideas Previas del alumnado de 4º de ESO sobre genética.

ACTIVIDAD 0. CUESTIONARIO "IDEAS PREVIAS SOBRE GENÉTICA".

Grupo:

Fecha:

1. De la siguiente lista, señala los organismos que crees que son seres vivos:

- Helecho.
- Granito.
- Hongo.
- Coral.
- Ser humano.
- Ratón.
- Rosa.

2. De los siguientes organismos, ¿Cuál crees que tiene células?:

	Si tiene	No tiene	No lo sé
Rosal			
Caballo			
Seta			

3. Señala qué organismo(s) de los siguientes crees que tiene(n) ADN:

- Tomate
- Ser humano
- Bacteria
- Hongo
- Ratón
- Platanero

4. ¿Dónde se localiza el ADN en cada uno de los siguientes organismos?

- Manzana:
- Ratón:.....
- Ser humano:.....
- Hongos:.....

5. ¿Qué células tienen ADN?

6. Define lo mejor que puedas el término ADN.

7. ¿Qué diferencias hay entre el ADN y el ARN?

8. ¿En qué parte de la célula se encuentra el ADN en los siguientes organismos?

- Virus:.....
- Plantas:.....
- Ser humano:.....
- Ratón:.....
- Bacteria:.....

9. Define brevemente los siguientes conceptos:

- Gen:
- Mutación:
- Clonación:

10. ¿Conoces alguna aplicación biotecnológica? Nombra alguna.

Anexo 2. ACTIVIDAD 1. ¿UN TOMATE TIENE ADN?

Presentación PowerPoint para presentar la actividad a los alumnos.

ACTIVIDAD 1: ¿Un tomate tiene ADN? ¿Qué experimento podemos hacer para comprobarlo?



En grupos de 4 o 5:

- ¿Un tomate tiene ADN? Escribid en un folio vuestra respuesta: Sí, no y por qué pensáis eso.
- ¿Cómo podríamos saber si un tomate tiene ADN? Pensad algún experimento que podamos hacer para ver si tiene ADN o no.
- En el caso de que tenga ADN, ¿cómo se vería sin microscopio? ¿Qué forma creéis que tiene?

Pasos a seguir para elaborar el PROTOCOLO DE EXTRACCIÓN DE ADN DE TOMATE.

- Nombres de los componentes del grupo.
- Título del protocolo “Protocolo de extracción de ADN de una muestra vegetal: un tomate”.
- Objetivo o finalidad de la práctica de laboratorio. Aquí deberán incluir el objetivo principal de la práctica que se va a realizar.
- Introducción. Deberán escribir una breve introducción a lo que se va a realizar, hablar por ejemplo de la definición de ADN, donde se localiza en las células vegetales, etc. No más de 5 líneas.
- Materiales y herramientas de laboratorio.
- Metodología. Aquí se escribirán los pasos a seguir para llevar a cabo la práctica.

Presentación utilizada para llevar a cabo la práctica de laboratorio.

¿Un tomate tiene ADN? ¿Qué hacemos para comprobarlo?

EXTRACCIÓN DE ADN DE TOMATE



MATERIALES

- 1 tomate.
- 2 cucharaditas de sal de cocina.
- 6 cucharaditas de bicarbonato sódico.
- 250 ml de Agua destilada o agua mineral.
- Detergente o Lavavajillas.
- Batidora o mortero.
- Colador.
- Vasos de cristal.
- Alcohol 96%.

PROCEDIMIENTO:

1°: Preparar la muestra

- El ADN lo podemos encontrar en las células: principalmente en el núcleo pero también en mitocondrias y cloroplastos.
- Vamos a utilizar un medio mecánico (batidora o mortero) para romper las células y poder extraer el ADN.
- Trituramos el tomate para romper las células con la ayuda de un poco de agua.
- Colamos y apartamos la muestra.



PROCEDIMIENTO:

2°: Preparar el tampón de lisis

- Preparamos el tampón de lisis: en 250 ml de agua añadimos 2 cucharaditas de sal de mesa y 6 cucharadas de bicarbonato sódico. Añadimos 2 chorritos de lavavajillas y mezclamos.

3°: Extraer el ADN de la muestra

- Cogemos 10 ml de la muestra de tomate y lo mezclamos con 20 ml del tampón de lisis. Tapamos y agitamos durante 2 minutos.



PROCEDIMIENTO:

4°: Visualizar el ADN.

- Cogemos 5 ml de la mezcla anterior y lo ponemos en un tubo de ensayo.
- Para extraer y visualizar el ADN le añadiremos el alcohol (10 ml) con mucho cuidado y por la pared del tubo para que no se mezcle.
- Esperamos unos 5 minutos y observamos que se ha formado una interfase entre el alcohol y la muestra donde se ve el ADN.



**Anexo 3. CUESTIONARIO DE EVALUACIÓN DE LA ACTIVIDAD 1 +
CUESTIONARIO KPSI+EMOCIONES DE LO APRENDIDO Y SENTIDO
DURANTE LA ACTIVIDAD.**

**Cuestionario Práctica: Extracción de ADN de una muestra vegetal
(tomate) para los alumnos de 4º ESO.**

Nombre:

Fecha:

- 1. ¿Todos los seres vivos presentan ácidos nucleico?**
 - a) Sí.
 - b) No.
 - c) No lo sé.

- 2. ¿El ADN se localiza en todas las células?**
 - a) Sí.
 - b) No.
 - c) No lo sé.

- 3. ¿Las células vegetales sólo tienen ADN en el núcleo?**
 - a) Sí.
 - b) No.
 - c) No lo sé.

- 4. ¿Podemos encontrar material genético en algún otro orgánulo celular?**
 - a) Sí y digo en cuál (es):
 - b) No.
 - c) No lo sé.

- 5. ¿Las células procariotas tienen el ADN dentro del núcleo?**
 - a) Sí.
 - b) No.
 - c) No lo sé.

- 6. ¿Para qué hemos triturado el tomate?**

- 7. El detergente o lavavajillas se utiliza para:**
- a) Lavar la muestra.
 - b) Romper las membranas lipídicas y que salga el ADN.
 - c) Neutralizar la muestra.
 - d) No sé para que se utiliza.
- 8. ¿Qué hace el bicarbonato sódico?**
- a) Romper las membranas.
 - b) Neutralizar las cargas negativas del ADN.
 - c) Estabilizar el pH de la solución.
 - d) No hace nada realmente.
- 9. ¿En qué zona del tubo has podido ver el ADN?**
- a) En la interfase.
 - b) En el alcohol.
 - c) En el fondo del tubo.
 - d) No lo he visto.
- 10. Después de realizar la práctica, ¿te ha quedado claro que los tomates tienen ADN?**
- a) Sí, todos los vegetales tienen.
 - b) No, sólo este tomate porque está manipulado.
 - c) No, ningún tomate tiene ADN.
- 11. Escribe en un máximo de 10 líneas qué es lo que más te ha gustado de la práctica, si has aprendido algo que no sabías y qué te parece realizar prácticas de este tipo en la asignatura de Biología. ¿Consideras que es un buen método para aprender ciencias?**

El sentido de esta actividad es reflexionar sobre lo que hemos aprendido y sentido a lo largo de la sesión, evaluar ese aprendizaje y regular el proceso de enseñanza y aprendizaje que estamos viviendo:
 1. No sé nada 2. Sé un poco 3. Lo sé bien 4. Lo sé muy bien 5. Puedo explicárselo a un amigo/a
 Valora en una escala de 1 a 5 lo que has aprendido sobre cada uno de los siguientes aspectos.

¿Qué has aprendido? ¿Qué has sentido?

Antes del tema 1 2 3 4 5	Conocimiento sobre...	Después del tema					Emociones sentidas en cada aspecto								
		1	2	3	4	5	Rechazo Confianza Porque....	Concentración Satisfacción	Inseguridad Insatisfacción	Interés Vergüenza	Aburrimiento				
	Emisión de las hipótesis iniciales: ¿Un tomate tiene ADN?														
	Justificación de tus hipótesis														
	Diseño de experimentos para contrastar tu hipótesis														
	Los materiales que se han empleado en la práctica y su función														
	Realización del experimento														
	Representación de cómo se va a ver el ADN														
	Composición y estructura del ADN														
	Localización del ADN en las células eucariotas														
	El tomate tiene ADN														
	Hacer predicciones sobre fenómenos parecidos: si un tomate tiene ADN el resto de vegetales también														
	Enfoque de enseñanza mediante la realización de prácticas de laboratorio														

Anexo 4. ACTIVIDAD 2. PRECONCEPTOS GENÉTICOS.

Presentación PowerPoint con las imágenes utilizadas para conocer el nivel de conocimientos que presentan los alumnos sobre el ADN y el ARN.

ACTIVIDAD 2. PRECONCEPTOS GENÉTICOS.
¿QUÉ SE REPRESENTA EN ESTAS IMÁGENES?

RESPONDE:

- ¿Qué representa la 1ª imagen? ¿y la 3ª?
- ¿Sabrías identificar cada compuesto químico que constituye el ADN en la imagen 1? ¿y en la 2?
- ¿Cuántas cadenas forman el ARN? ¿y el ADN?
- ¿Qué bases nitrogenadas presenta el ADN? ¿Cuál no está en el ARN?

Anexo 5. ACTIVIDAD 3. USO DE LAS TICs PARA LA VISUALIZACIÓN DE VIDEOS DE YOUTUBE SOBRE EXPRESIÓN GÉNICA.

Presentación PowerPoint donde se plantea la actividad, el objetivo que se pretende con dicha actividad, lo que se va a evaluar y los enlaces de los videos proyectados.

ACTIVIDAD 3. VISUALIZANDO LA EXPRESIÓN DE LA INFORMACIÓN GENÉTICA.

¿QUÉ VAMOS A HACER HOY?



OBJETIVO:

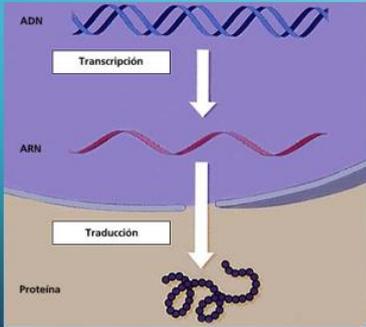
- Comprender los procesos por los que pasa una cadena de ADN hasta sintetizar una proteína determinada (TRADUCCIÓN Y TRANSCRIPCIÓN).

EVALUACIÓN:

- Se evaluará TU capacidad de SÍNTESIS mediante la elaboración de un RESUMEN de máximo 10 líneas donde expresas las IDEAS PRINCIPALES de la EXPRESIÓN GÉNICA.



ACTIVIDAD 3. VISUALIZANDO LA EXPRESIÓN GÉNICA.

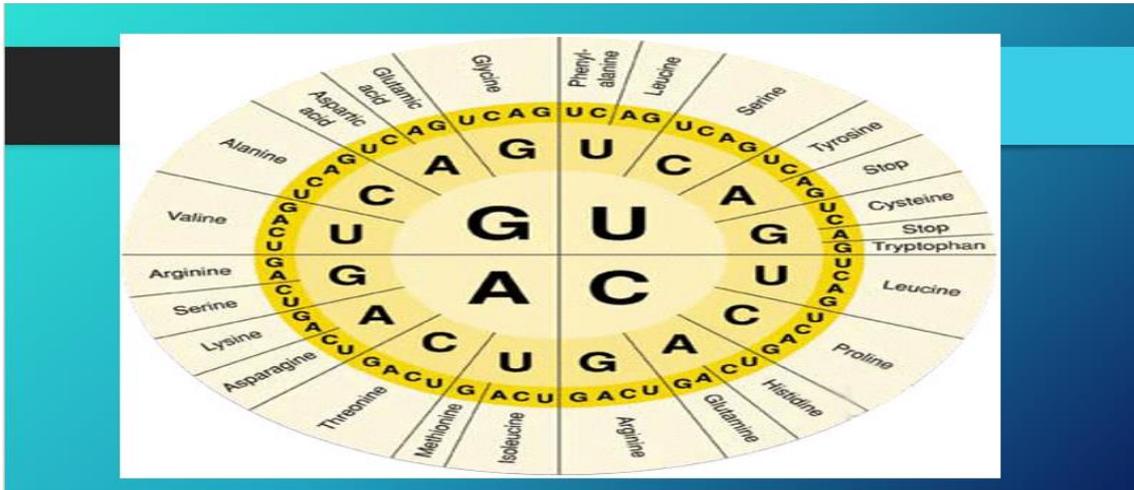


<https://www.youtube.com/watch?v=WSQjhg9CTF4>

<https://www.youtube.com/watch?v=Kj5OpKkTbnE>

<https://www.youtube.com/watch?v=pdMD6ohp1fM>

Anexo 6. EL CÓDIGO GENÉTICO UTILIZADO EN EL AULA.



Anexo 7. ACTIVIDAD TÍPICA SOBRE EL CÓDIGO GENÉTICO.

Actividad típica de los libros de texto.

- Se parte de una cadena de ARNm que será utilizada para sintetizar una proteína:

AUGUCAUUCGACGUAGUCCGGUGACUU

- Escribe la secuencia de la hebra molde de ADN que dio origen al ARNm.
- Consulta el código genético y escribe la secuencia de aminoácidos que tendrá la proteína resultante de la traducción.

Actividad resuelta.

- Se parte de una cadena de ARNm que será utilizada para sintetizar una proteína:

AUGUCAUUCGACGUAGUCCGGUGACUU

- Escribe la secuencia de la hebra molde de ADN que dio origen al ARNm.
Respuesta: TACAGTAAGCTGCATCAGGCCACTGAA
- Consulta el código genético y escribe la secuencia de aminoácidos que tendrá la proteína resultante de la traducción.
Respuesta: INICIO- Ser-Phe-Asp-Val-Val-Arg- FINAL

Anexo 8. ACTIVIDAD INNOVADORA PARA TRATAR EL CÓDIGO GENÉTICO EN 4º DE ESO.

ACTIVIDAD INNOVADORA

- Nuestro ARNm se ha vuelto loco y en lugar de codificar proteínas...¡¡¡está codificando palabras!!! Vamos a ayudarlo a codificar proteínas a partir de los mensajes siguientes.
- En la tabla se pueden ver las palabras (aminoácidos) que codifica cada codón.
- RECUERDA:
 - **AUG: INICIO-METIONINA**
 - **UUG-UGA: STOP**

CODÓN	PALABRA
AAA	Hoy
UCA	voy
GCC	La
CUC	Genética
CGA	Me
CCA	al
GAC	encanta
CAU	a
ACA	estudiar
GGG	instituto
UCU	cine

- DESCIFRA EL MENSAJE A PARTIR DE LAS SIGUIENTES CADENAS DE ADN:

- **ADN: TAC-TTT-AGT-GGT-AGA-ACT**
- **ARNm: AUG-AAA-UCA-CCA-UCU-UGA**
- MENSAJE-PROTEÍNA:

- **ADN: TAC-GCT-CTG-TGT-GAG-ACT**
- **ARNm: AUG-CGA-GAC-ACA-CUC-UGA**
- MENSAJE-PROTEÍNA:



Anexo 9. TEXTO SOBRE LAS MUTACIONES PARA LA ACTIVIDAD 5.

MUTACIONES: DEFINICIÓN, CONSECUENCIAS, CLASIFICACIÓN Y EJEMPLOS MÁS COMUNES.

De Vries, en 1901, definió el término mutación como cualquier cambio en el material hereditario que se va a heredar y que no puede ser explicado mediante segregación o recombinación, pero más tarde se comprobó que lo que él llamó mutación realmente eran recombinaciones entre genes. Tras el descubrimiento por parte de Watson y Crick en el año 1953 de que el material hereditario es el ADN y su estructura en forma de doble hélice se definieron las mutaciones como cambios en la secuencia de nucleótidos del ADN.

Las mutaciones van a traducirse en cambios en las proteínas y por lo tanto pueden afectar a las características del organismo teniendo diferentes consecuencias. Las mutaciones pueden ser negativas cuando causan daños al individuo que las porta; neutras cuando no producen ni beneficios ni perjuicios al individuo que las porta y beneficiosas cuando aumentan la probabilidad del organismo de sobrevivir y reproducirse.

Las mutaciones son muy importantes a largo plazo ya que originan la aparición de alelos que antes no existían y por lo tanto son una fuente de variación genética para la población. Las mutaciones son la base de la evolución de los organismos, sin mutaciones no habría tanta variedad de seres vivos.

Estos cambios en el material genético pueden ser de muchos tipos desde la variación de una sola base nitrogenada hasta la variación del número de cromosomas normal de una especie. Cuando la mutación afecta a un gen se le denomina mutación génica. Cuando la mutación afecta a la estructura de 1 o varios cromosomas se denomina mutación cromosómica.

Las mutaciones se pueden clasificar también según las células que se ven afectadas en dos grandes grupos: mutaciones somáticas, cuando los cambios se producen en cualquier célula del individuo exceptuando las células reproductoras, por lo que no se transmiten a la descendencia pero sí a las células hijas que se originan por mitosis; y mutaciones heredables, cuando afectan a los gametos o a las células madre que darán lugar a esos gametos y se van a transmitir a la descendencia, de ahí su nombre. En función de su origen, encontramos dos tipos de mutaciones, las inducidas, que se deben a la exposición a agentes mutagénicos como las radiaciones, sustancias químicas, etc., o las espontáneas, causadas por causas naturales como errores en la

replicación del ADN.

Como ejemplos de mutaciones cromosómicas encontramos el síndrome de Turner, que consiste en una aneuploidía, es decir, la falta de uno de los cromosomas, en este caso el cromosoma Y, por lo que todos los individuos que la portan van a tener sexo femenino. Otro ejemplo es el síndrome de Down, o trisomía del cromosoma 21, que consiste en la presencia de una copia extra del cromosoma 21.

Como ejemplos de mutaciones génicas encontramos la sustitución de valina por ácido glutámico en la posición 6 de la cadena polipeptídica de la beta-globina que produce una enfermedad denominada anemia de células falciformes. Las mutaciones génicas pueden producirse de varios modos: mutación por sustitución de bases, que consiste en el cambio de posición de un par de bases por otro; mutaciones por pérdida o inserción de nucleótidos, etc.

Bibliografía y Webgrafía

Libro de texto. Biología y Geología. 4º de ESO. Serie Observa. Editorial Santillana.

Pierce, Benjamin A. (2009-07). *Genética: Un enfoque conceptual*. Ed. Médica Panamericana. ISBN 9788498352160.

Wikipedia:

https://es.wikipedia.org/wiki/Mutaci%C3%B3n#Mutaciones_g%C3%A9nicas_o_moleculares

<https://www.ucm.es/data/cont/media/www/pag-56185/11-La%20mutaci%C3%B3n.pdf>

Anexo 10. Presentación PowerPoint utilizada para la actividad 6. ¿Existe la perfección genética? Juego de Rol para debatir en clase sobre manipulación genética y bioética utilizando la película GATTACA.

ACTIVIDAD 6. GATTACA: Manipulación genética y Bioética

- https://www.youtube.com/watch?v=9IDn_RLjPOY
- <https://www.youtube.com/watch?v=fYmeFplyGQ0>



Juego de Rol



- Tenéis que formar 4 grupos de 5 personas.
- 2 grupos estaréis a favor de la manipulación genética y 2 grupos estaréis en contra. Para el debate podéis imaginaros cualquiera de estas situaciones:
 - SOIS UNOS PADRES CON UN HIJO CON UNA ENFERMEDAD CARDÍACA HEREDITARIA Y QUERÉIS QUE VUESTRO PRÓXIMO HIJO NO LA TENGA.
 - QUERÉIS HIJOS CON UNA SERIE DE CARACTERÍSTICAS.
 - REPRESENTÁIS A LA IGLESIA Y ESTÁIS TOTALMENTE EN CONTRA DE ESTAS TÉCNICAS.
 - ETC.
 - Disponéis de 15 minutos para buscar información, 10 minutos para redactar vuestros argumentos y el resto **A DEBATIR!!!!**

Anexo 11. PLANTILLA PARA RESPONDER LAS PREGUNTAS DE LA ACTIVIDAD 7. ¿LOS ESCENARIOS PROPUESTOS SON CLONACIONES O NO?

ESCENARIO 1	SÍ	NO
ESCENARIO 2	SÍ	NO
ESCENARIO 3	SÍ	NO
ESCENARIO 4	SÍ	NO
ESCENARIO 5	SÍ	NO
ESCENARIO 6	SÍ	NO
ESCENARIO 7	SÍ	NO

RESPUESTAS PARA LA CORRECCIÓN:

1. No
2. Sí.
3. Sí.
4. No.
5. No.
6. No.
7. Sí.

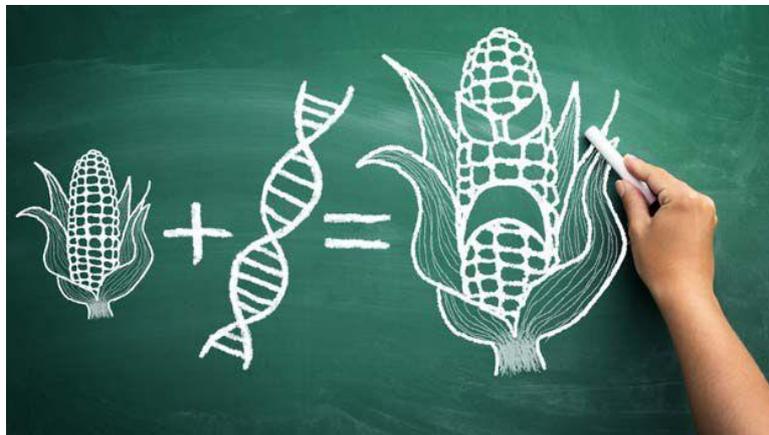
Anexo 12. ACTIVIDAD 8. Preguntas para responder de forma grupal sobre los Organismos Genéticamente Modificados.

Integrantes del grupo:

Curso:

APLICACIONES BIOTECNOLÓGICAS: CREACIÓN DE ORGANISMOS GENÉTICAMENTE MODIFICADOS (OGM)

1. ¿Qué es un OGM?
2. ¿Qué opináis sobre la siguiente imagen? ¿Creéis que los OGM son malos para la salud y para el medioambiente? ¿Por qué?



3. ¿Estas imágenes son reales? ¿Por qué?



4. Buscad y escribid los beneficios y los perjuicios que tienen los OGM tanto para su uso en medicina como en alimentación.
5. ¿Conocéis algún alimento modificado genéticamente que se esté comercializando en la actualidad? Si no conocéis ninguno buscad en internet y escribid mínimo 5 ejemplos.

Anexo 13. Cuestionario sobre Alimentos Transgénicos

Sexo:

Edad:

Este cuestionario es totalmente anónimo y el objetivo es conocer su opinión sobre el uso de organismos transgénicos tanto para su uso en medicina como para alimentación. Por favor, señale con una X una de las casillas para cada fila.

1 totalmente en desacuerdo//2 en desacuerdo//3 indeciso// 4 de acuerdo //5 totalmente de acuerdo	1	2	3	4	5
Tengo muy claro lo que es un Organismo Genéticamente Modificado (OGM).					
Un organismo transgénico es aquel que incorpora uno o varios genes de otra especie.					
Los alimentos transgénicos contienen genes mientras que los alimentos normales no.					
España cuenta con cultivos de OGM.					
Comería alimentos con genes de otras especies sin dudarlo.					
Los alimentos transgénicos producen enfermedades como el cáncer.					
Los transgénicos son una de las causas más importantes de los problemas ambientales.					
Hoy en día se venden multitud de alimentos transgénicos.					
La mayoría de los alimentos transgénicos que se comercializan son vegetales.					
Los cultivos transgénicos son muy perjudiciales para la salud de las personas.					
En la actualidad se conocen muy bien los problemas de salud que producen los OGM.					
El uso de organismos genéticamente modificados en medicina no produce daños para la salud, solo su consumo a través de los alimentos.					
Utilizaría insulina obtenida de un OGM pero no comería alimentos genéticamente modificados.					
Los alimentos normales pasan más controles que los alimentos transgénicos.					
Soy capaz de poner ejemplos de vegetales y animales genéticamente modificados.					

Anexo 14. Evaluación final de la Unidad Didáctica.

Nombre y apellidos:

Fecha:

Curso:

- 1. El ADN presenta un azúcar exclusivo de 5 átomos de carbono denominado:**
 - a) Ribosa.
 - b) Fructosa.
 - c) Glucosa.
 - d) Desoxirribosa.
- 2. Las bases nitrogenadas del ADN son:**
 - a) A, G, C y T.
 - b) U, C, G y T.
 - c) A, G, C y U.
 - d) A, G, T y U.
- 3. Según la complementariedad de las bases nitrogenadas, ¿Cuál de las siguientes opciones es la correcta para el ADN?**
 - a) La adenina se une con la citosina.
 - b) La adenina se une con la timina.
 - c) La adenina se une con el uracilo.
 - d) La adenina se une con la guanina.
- 4. El ARN ribosómico junto con las proteínas forma parte de:**
 - a) Mitocondrias.
 - b) Ribosomas.
 - c) Lisosomas.
 - d) Cloroplastos.
- 5. Una de las principales diferencias entre el ADN y el ARN es que:**
 - a) El ADN tiene citosina y el ARN no.
 - b) El ADN tiene uracilo y el ARN no.
 - c) El ADN tiene timina y el ARN no.
 - d) El ADN tiene guanina y el ARN no.
- 6. La replicación del ADN tiene como resultado:**
 - a) Una molécula de ARN.
 - b) Una proteína.
 - c) Una molécula de ADN.
 - d) Dos moléculas de ADN copias idénticas de la molécula de ADN original.
- 7. La replicación del ADN en las células eucariotas es un proceso:**
 - a) Conservativo.
 - b) Dispersivo.
 - c) Semiconservativo.
- 8. La transcripción del ADN tiene lugar en:**
 - a) El ribosoma.
 - b) El núcleo.
 - c) El citoplasma.
 - d) En ninguna de las partes anteriores.

9. ¿Qué molécula de ARN hace de intermediario en la transcripción?

- a) ARN transferente.
- b) ARN ribosómico.
- c) ARN mensajero.

10. Los encargados de “leer” la información genética en forma de codones son los:

- a) Cloroplastos.
- b) Poros nucleares.
- c) Ribosomas.
- d) Centrosomas.

11. La traducción se inicia cuando el ribosoma “lee” el codón:

- a) AUG.
- b) CCA.
- c) CCG.
- d) UAA.

12. La traducción termina cuando encuentra el codón:

- a) CCA.
- b) AUG.
- c) UAA.
- d) GGA.

13. ¿Cuántos codones posibles hay?

- a) 30.
- b) 64.
- c) 20.
- d) 14.

14. El código genético es:

- a) Único para cada especie.
- b) Universal.
- c) Válido sólo para el ser humano.

15. La cadena de ADN complementaria a la hebra de ADN siguiente

AACTCGGCTAATCGC es:

- a) CCGTCGGTATATGCG.
- b) TTGAGCCGATTAGCG.
- c) AAUUCGCGUTTAGGC.
- d) TTAGAGGTAATGCGT.

16. La siguiente cadena de polinucleótidos AUGAACCCUUGA corresponde

a:

- a) ARN.
- b) ADN.

17. En la siguiente tabla se representa una parte del código genético. A partir de esta información, contesta a las siguientes preguntas:

Codón (ARNm)	AUG	AGU	AGA AGG	CUU	GGU	UCA	UAA
Aminoácido	Inicio/metionina	serina	arginina	leucina	glicina	serina	stop

Cadena de ADN: T A C A G T G A A C C A A G T A T T

a) (1 punto) Escribe el ARNm que se obtiene de la transcripción de la cadena de ADN anterior:

b) (1 punto) Escribe la proteína que se forma al traducir el ARNm anterior:

Anexo 15. Cuestionario de satisfacción del alumnado con la Propuesta Didáctica.

Estimado alumno/a, para poder evaluar la propuesta didáctica llevada a cabo en esta unidad y tu satisfacción tanto con el método de enseñanza utilizado y principalmente con mi intervención, te pido que contestes a las siguientes preguntas atendiendo a la siguiente valoración:

1. En total desacuerdo.
2. En desacuerdo.
3. Indeciso (ni de acuerdo ni en desacuerdo).
4. De acuerdo.
5. Totalmente de acuerdo.

Preguntas	SOBRE LA UNIDAD DIDÁCTICA	1 2 3 4 5
1	Los temas tratados en la Unidad Didáctica me han parecido interesantes.	0 0 0 0 0
2	Los temas tratados en la Unidad Didáctica me han resultado muy difíciles y poco útiles para el futuro.	0 0 0 0 0
3	Los materiales utilizados por la profesora me han ayudado a comprender mejor el tema.	0 0 0 0 0
4	Pienso que los temas de genética son difíciles de entender siguiendo el método tradicional: teoría exclusivamente.	0 0 0 0 0
5	Creo que la profesora ha fomentado la participación en clase.	0 0 0 0 0
6	He participado en los debates y lluvias de ideas que han surgido en las sesiones de clase.	0 0 0 0 0
7	Creo que realizar actividades en grupo me ha ayudado a comprender mejor el tema.	0 0 0 0 0
8	La propuesta didáctica llevada a cabo por la profesora me ha servido para afianzar conocimientos y corregir algunas ideas equivocadas que tenía sobre el tema.	0 0 0 0 0
9	Gracias a la metodología empleada he aprendido más y me ha dado la curiosidad de seguir investigando sobre los temas tratados en clase.	0 0 0 0 0
10	Me ha parecido una buena propuesta didáctica.	0 0 0 0 0
	SOBRE LAS ACTIVIDADES REALIZADAS EN CLASE	1 2 3 4 5
11	La práctica de extracción de ADN me ha servido para aclarar dudas antes de empezar el tema, como por ejemplo que las células vegetales tienen ADN.	0 0 0 0 0
12	A pesar de haber visto el ADN del tomate sigo sin creerme que los frutos tengan ADN.	0 0 0 0 0

13	Gracias a los videos vistos en clase he comprendido mejor la transcripción y traducción del ADN.	00000
14	El hecho de ser yo quien realice investigaciones sobre las aplicaciones biotecnológicas me ha ayudado a conocerlas mejor.	00000
15	La actividad sobre Alimentos transgénicos me ha sido útil para realizar juicios sobre este tema y tener mis propias ideas.	00000
16	Realizar debates en clase me ha ayudado a tener un pensamiento crítico sobre ciencia.	00000
17	Realizar resúmenes y mapas conceptuales me ayuda antes de los exámenes.	00000
18	La forma de evaluar de la profesora me ha parecido adecuada.	00000
19	Me gustaría que se siguieran dando las clases de este modo.	00000
20	Este método de enseñanza me parece mejor que el método tradicional: libros de texto exclusivamente.	00000

Anexo 16. Rúbrica para la evaluación del resumen individual de la actividad 3. Expresión de la información génica.

Escala de puntuación:

5=Excelente 4=Muy bueno 3=Bueno 2=Deficiente
 1=Pobre 0=Muy pobre

Indicadores	5	4	3	2	1	0
Presentación y formato del resumen. El resumen está bien presentado, el formato es el adecuado (DIN A4) con la letra legible y clara.						
Contenido. Están presentes las ideas principales de la expresión de la información génica ordenadas de forma lógica (replicación, transcripción y traducción) y aporta ideas secundarias tratadas en los videos que permiten aclarar los procesos.						
Expresión. Se expresa adecuadamente, de forma ordenada y comprensible. Escribe sin faltas de ortografía.						
Gráficos, tablas o dibujos. Apoya las ideas del resumen con dibujos de los procesos de expresión génica.						
Capacidad de síntesis. Es capaz de sintetizar toda la información en un máximo de 1 folio (2 páginas).						
CALIFICACIÓN TOTAL (máximo 25 puntos)						