



Universidad de Valladolid

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

ESPECIALIDAD EN BIOLOGÍA Y GEOLOGÍA

**UNIDAD DIDÁCTICA:
LA REVOLUCIÓN GENÉTICA**

NICOLÁS NAVARRO ORTEGA

Tutor:

José Miguel Ferreras Rodríguez

Curso 2018-2019

RESUMEN

El trabajo de máster que se presenta a continuación, tiene como finalidad desarrollar una unidad didáctica, “La revolución genética”, orientada en la asignatura de Cultura Científica para los alumnos de primer curso de Bachillerato.

A lo largo de la unidad, los alumnos tienen que familiarizarse con conceptos importantes como el ADN, la replicación, la transcripción y la traducción del mismo, así como la ingeniería genética y la biotecnología, tratando temas de dilema social, para crear en el alumno un pensamiento crítico ante temas actuales como el clonaje, la inseminación in-vitro, las células madre o los transgénicos.

Se desarrollarán metodologías que potencien la motivación del alumno y la participación en clase y gracias a las actividades propuestas en este trabajo, conseguir una alfabetización científica y un aprendizaje significativo.

Palabras Clave:

Genética, ADN, Ingeniería genética, Biotecnología, Células Madre, Clonación, Transgénicos.

ÍNDICE

1. INTRODUCCIÓN.	1
2. OBJETIVOS A DESARROLLAR.	3
3. MARCO TEÓRICO.	4
4. MARCO LEGISLATIVO.	5
5. ENSEÑANZA DE LA INGENIERÍA GENÉTICA Y SU APRENDIZAJE.	6
6. DESARROLLO DE LA UNIDAD DIDÁCTICA.	9
6.1. Descripción de la unidad didáctica.	9
6.1.1.Contextualización.....	10
6.2. Objetivos didácticos	11
6.3. Contenidos de aprendizaje y metodología.	12
6.3.1.Contenidos	12
6.3.2.Competencias clave.....	15
6.3.3.Metodología	16
6.4. Secuencia de sesiones y actividades.	19
6.5. Organización espacial y temporal.....	44
6.6. Atención a la diversidad	47
6.7. Evaluación.	48
7. Conclusiones.	49
8. Bibliografía	50
9. ANEXOS.	53

1. INTRODUCCIÓN.

El trabajo de fin de máster que se describe a lo largo de estas páginas, trata sobre una propuesta de unidad didáctica referente a “La revolución genética” incluida en la asignatura de “Cultura científica” de primer curso de Bachillerato.

Desde hace tiempo se está haciendo hueco la genética en la educación, eso se debe a la importancia de los avances que va adquiriendo en estos últimos tiempos. La genética es una ciencia joven que se ha desarrollado a pasos agigantados en los últimos años, gracias, en gran medida, a las mejoras en tecnología que ha hecho posible su investigación.

Es importante que los alumnos adquieran un conocimiento básico al finalizar secundaria, ya que hay muchos alumnos que no realizarán estudios superiores y formarán parte de la sociedad con carencias de conceptos importantes, tales como la biotecnología tradicional, el ADN y su transmisión, o de ingeniería genética y biotecnología, conceptos erróneos reflejados en cuestionarios realizados en estudios por Naranjo et al. (2018) o Tiene et al. (2013) donde reflejan que el alumno no tiene conceptos claros como:

- Si para la producción del pan, vino, cerveza, leche yogurt es necesario el uso de microorganismos.
- Dónde se encuentran los genes.
- Si alimentos consumidos como verduras o carnes, tienen genes.
- Qué aspectos puede implicar la modificación genética en alimentos.

Lo que está claro es que los alumnos de secundaria tienen un grave desconocimiento en temas de biotecnología e incluso de biología general y eso en parte se debe a los conceptos adquiridos en la infancia, tanto por sus padres, como por la sociedad que les rodea (Usak, 2009; Naranjo et al., 2018)

Cabría esperar que los alumnos que salen de segundo curso de Bachillerato hubieran realizado un cambio en estos conceptos, pero estudios reflejados por Ruiz et al. (2018) no reflejan estos resultados, los alumnos que han cursado biología en segundo de bachillerato, todavía tienen ideas confusas en los temas anteriormente descritos como:

- “Las naranjas no tienen genes”, pero si se les habla de naranjas transgénicas rectifican su respuesta.

- “La cerveza o el vino son alimentos transgénicos” confundiendo conceptos de la biotecnología tradicional.

Por ello se comprende que son temas complejos que el alumno le resulta difícil comprender. Entre otros objetivos, esta unidad pretende reforzar los conocimientos adquiridos en secundaria y profundizar los contenidos reflejados en esta unidad didáctica, para que el alumno una vez acabada la asignatura haya comprendido dichos conceptos.

Es necesario una alfabetización científica en las aulas, como se ha expuesto anteriormente la ciencia está creciendo rápidamente y las instituciones educativas no se pueden quedar atrás. Por ello en esta propuesta en primero de Bachillerato pretende dejar claro conceptos como el ADN, su replicación, la transcripción y traducción como pilares de conocimiento para poder explicar conceptos más complejos, como la ingeniería genética y la biotecnología, abordando temas polémicos como los transgénicos, la clonación, la reproducción asistida o las células madre, siempre dentro de un marco bioético. De esta forma el profesor tendrá el deber de acercar conocimientos científicos y tecnológicos a los alumnos que se incorporarán en un futuro en la sociedad, haciendo posible que los conocimientos científicos estén al alcance de todos (Bybee, 1997; Solbes & Vilches, 1997). Por ello es de real importancia que el profesorado se implique y busque la mejor forma para que los alumnos adquieran estos conocimientos de tal manera que sean capaces de poder explicarlo con facilidad a las personas de su entorno.

Esta unidad didáctica se ha diseñado para motivar a los alumnos con actividades que requieren su esfuerzo y participación, en el que el alumno se sienta parte de la enseñanza aportando su punto de vista. Con esta propuesta el docente pretende que el alumno sea capaz de “pensar, sentir, indagar, aplicar, valorar, diseñar, experimentar y crear” (Pérez, 2014) ya que como describe Pérez Gómez, si el alumno se involucra será capaz de comprender y reflexionar temas complejos que harán desarrollar un aprendizaje significativo que perdurará en el tiempo.

Woolfolk explica que “la motivación se define usualmente como algo que energiza y dirige la conducta” este concepto tan usado para alcanzar un aprendizaje significativo depende de muchas variables y además, un alumno no es igual que otro, por lo que será el docente el que tenga que ir valorando que estrategias serán las más acertadas para llegar a cada estudiante.

Una de las variables para dicha motivación, es el ambiente de trabajo, coincido con Cyrus (1995) en el que no es necesario motivar en si al alumno, si no crear un ambiente de trabajo apropiado para fomentar la participación que contribuya a que el propio alumno se motive a sí mismo. Es muy importante en este ambiente de trabajo que el alumno aprenda a respetar las ideas de sus compañeros y a no burlarse de las mismas, enseñando al alumno que se puede aprender de sus propios errores. Hay que evitar que el alumno tenga miedo a equivocarse, ya que evitará de esta forma las situaciones de aprendizaje (Alonso & Sánchez, 1992)

Consiguiendo una motivación apropiada se hará posible resaltar las capacidades de cada alumno, haciendo que sean más competentes y disfrutando del uso de sus capacidades. (Dweck & Elliot, 1983)

Por todo lo contemplado anteriormente en este trabajo se realizan unas propuestas para que el alumno sea capaz de desarrollar sus conocimientos sobre “La revolución genética” utilizando estrategias que conlleven un aprendizaje significativo alejándose del aprendizaje memorístico, el estudiante debe aprender por sí mismo desarrollando su sentido crítico.

2. OBJETIVOS A DESARROLLAR.

Con la realización de esta unidad didáctica se pretende:

- **Innovar en el proceso de aprendizaje**, con estrategias pedagógicas distintas a la enseñanza tradicional.
- **Eliminar las ideas previas confusas o erróneas** establecidas durante los años previos.
- **Fomentar la participación** en las clases, haciendo posible que el alumno forme parte del proceso de enseñanza y a la vez promoviendo el aprendizaje.
- Dirigir al alumno a un **aprendizaje significativo**, en el que reflexiona sobre los temas aprendidos, consiguiendo que los comprenda mejor y que perduren por más tiempo.
- **Potenciar el aprendizaje autónomo**, en donde el alumno busca e investiga para aumentar los conocimientos adquiridos en clase.
- **Perder el miedo escénico**, el alumno con el progreso de la unidad deberá expresarse correctamente delante de sus compañeros.

- **Aprender a respetar** a sus compañeros al trabajar en equipo y a su vez aprender a debatir y dialogar con ellos.

3. MARCO TEÓRICO.

Dentro de las definiciones de unidades didácticas, una de las más completas es la sugerida por Novalbos «Una unidad didáctica es un documento, a modo de declaración de intenciones, constituido por una serie de elementos que guiarán al profesorado en el tratamiento de las competencias y contenidos de dicha unidad, con unos objetivos, unas metodologías, unos tiempos y unos criterios de evaluación. Además, debe tener en cuenta los conocimientos didácticos actuales sobre el proceso de enseñanza-aprendizaje. Pero, a su vez, dicha unidad didáctica debe estar enmarcada dentro de una Programación Didáctica, un documento de orden superior» (Novalbos, 2016).

Por muy bien planteada que esté una unidad didáctica, el docente tiene que tener claro que no es tan sencillo, el esfuerzo radicará en cómo explicar dichos contenidos. Aunque los objetivos y contenido sean los adecuados, el profesor de ciencias ha de tener presente, que es inseparable el conocimiento del contenido como el saber transmitir y explicarlos. (Sánchez & Valcárcel, 2000)

Para elaborar una unidad didáctica es realmente importante tener una programación que ayude al docente en el proceso de enseñanza-aprendizaje señala Ibermón (1992) la programación, evita el azar y la improvisación, permitiendo adaptar el trabajo pedagógico a las características culturales y ambientales del contexto.

Toda programación tiene una serie de elementos, los cuales se describen a continuación:

1. **Descripción de la unidad didáctica:** Este apartado engloba el título (esencial para tener una idea de los aspectos que van a ver en el desarrollo de la misma), los conocimientos previos que deben tener los alumnos, el número de sesiones, la situación, el momento en el que se va a poner en práctica y la contextualización.
2. **Objetivos didácticos.** Hace referencia a las metas de adquisición por parte del alumnado, incluso aspectos transversales que se deben alcanzar durante el desarrollo de la unidad.
3. **Contenidos de aprendizaje y metodología.** Los conceptos y conocimientos, así como procedimientos y actitudes que debe lograr el alumnado, además de las estrategias y métodos a desarrollar por parte del profesor para llegar a tal fin. En esta sección se incluye las competencias claves a desarrollar a lo largo de la unidad.

4. **Recursos materiales.** Es necesario establecer los recursos antes de realizar la actividad para que en el transcurso de la misma, no haya ningún tipo de carencia que impida su realización.
5. **Secuencia de actividades.** Es una de las partes más elaboradas de una unidad didáctica, ya que es vital en la secuencia de aprendizaje, realizar unas actividades interrelacionadas, y no la realización de actividades por el mero hecho de realizar, sin ninguna o poca conexión.
6. **Organización espacial y temporal.** Dónde y cuándo se va a realizar las sesiones, para prever la administración de las aulas, así como organizar cronológicamente las sesiones, para favorecer que haya el tiempo necesario en realizar todas las unidades necesarias y dar así todos los contenidos establecidos en el currículo de la asignatura.
7. **Atención a la diversidad.** El docente ha de tener presente cada caso particular de sus estudiantes, para favorecer el aprendizaje en los alumnos que requieran necesidades especiales, adaptando sus clases en cuanto sea necesario.
8. **Evaluación.** El docente tiene la obligación y la tarea de valorar el aprendizaje de sus alumnos. En este apartado se debe mencionar qué criterios se van a utilizar para la evaluación: la valoración de las actividades propuestas, la prueba escrita, la actitud de los alumnos e incluso es importante que ellos mismos realicen una autoevaluación para desarrollar el análisis crítico de su propio aprendizaje.

4. MARCO LEGISLATIVO.

Para la elaboración de la unidad didáctica planteada se ha tenido en cuenta seguir los distintos puntos descritos en los documentos legislativos presente en el BOCYL nº86 8-mayo-2015, que se muestra a continuación:

“La Ley Orgánica 2/2006, de 3 de mayo, de Educación, en la redacción dada por la Ley Orgánica 8/2013, de 9 de diciembre, para la Mejora de la Calidad Educativa, dedica el capítulo IV del título I a la regulación del bachillerato.

El Real Decreto 1105/2014, de 26 de diciembre, establece el currículo básico de la Educación Secundaria Obligatoria y del Bachillerato. Una vez fijado el currículo básico corresponde a la Comunidad de Castilla y León establecer el currículo propio del bachillerato para su aplicación en los centros que pertenecen a su ámbito de gestión.

La etapa de bachillerato, como enseñanza postobligatoria de la educación secundaria, se conforma con un marcado carácter propedéutico, cuya finalidad de conformidad con el artículo 32 de la Ley Orgánica 2/2006, de 3 de mayo, es proporcionar a los alumnos formación, madurez intelectual y humana, conocimientos y habilidades que les permitan desarrollar funciones sociales e incorporarse a la vida activa con responsabilidad y competencia. Asimismo, capacitará a los alumnos para acceder a la educación superior

Adquiere especial interés la apuesta por una metodología que fomente la capacidad del alumno para el autoaprendizaje, la aplicación de métodos de investigación apropiados y el trabajo cooperativo y en equipo.

ORDEN EDU/363/2015, de 4 de mayo, por la que se establece el currículo y se regula la implantación, evaluación y desarrollo del bachillerato en la Comunidad de Castilla y León.

El artículo 73.1 del Estatuto de Autonomía de Castilla y León, atribuye a la Comunidad de Castilla y León la competencia de desarrollo legislativo y ejecución de la enseñanza en toda su extensión, niveles y grados, modalidades y especialidades, de acuerdo con lo dispuesto en la normativa estatal”.

5. ENSEÑANZA DE LA INGENIERÍA GENÉTICA Y SU APRENDIZAJE.

La ingeniería genética y la biotecnología son disciplinas que requieren un razonamiento y entendimiento complejo, por ello las primeras nociones se empiezan a dar en 4º de la ESO. En este curso pretenden abordar distintos conceptos a los cuales, los alumnos se enfrentan por primera vez, son términos para ellos difíciles de comprender y asimilar como: la mitosis y la meiosis, **el proceso de replicación del ADN**, el concepto de gen, **la expresión de la información genética (transcripción y traducción)**, el código genético, las mutaciones como proceso de evolución, la herencia y transmisión de caracteres, aplicaciones de las Leyes de Mendel, la determinación genética del sexo, enfermedades hereditarias, aplicaciones de ingeniería genética (técnicas y aplicaciones), **biotecnología tradicional y la nueva biotecnología, aplicaciones de ingeniería genética en agricultura, ganadería, salud y medio ambiente, el proyecto Genoma Humano, la clonación, la bioética** y más conceptos que se engloban en el bloque 1 de este curso. Como es comprensible son demasiados conceptos para que el docente se pueda explicar y poder dedicarles el tiempo que es necesario, debido a su gran

importancia. Así el profesor en este curso impartirá unas ideas que poco a poco se irán ampliando en los cursos siguientes.

Por ello en la asignatura referente a este trabajo de fin de máster, “Cultura científica” se encargará de ampliar y afianzar dichos conocimientos. El docente tiene que tener en cuenta, que los alumnos de primero de bachillerato, aunque hayan cursado biología, al tener unos contenidos tan extensos y un tiempo tan reducido, es normal que alberguen dudas o hayan adquiridos nociones erróneas, por ello es imprescindible que el profesor dedique una sesión a analizar las ideas previas de los alumnos.

Hay que tener en cuenta como ya hemos mencionado anteriormente, que en segundo de Bachillerato se seguirán ampliando los contenidos como: el ADN, (la replicación y su expresión), la ingeniería genética, los organismos modificados genéticamente, el proyecto Genoma Humano. Incluso hay temas que en primero de Bachillerato se abordan como las biomoléculas o los orgánulos celulares, por ello es imprescindible estar coordinado con los distintos profesores, para abordar estos temas de una forma correcta, para que el alumno no adquiera conocimientos confusos que se trasladen de una asignatura a otra, y también es importante reforzar ciertos conocimientos y a la vez no solaparse entre los distintos profesores.

El aprendizaje de estos conocimientos no es tarea sencilla, por lo que se ha de diseñar estrategias en el que el alumno, forme parte del proceso de enseñanza, reflexione y comprenda dichas nociones para que el entendimiento sobre la unidad, sea el máximo posible. Antiguamente el profesor era contemplado como un erudito que transmitía los contenidos reflejándolos en clases magistrales, ese pensamiento ha ido cambiando hasta la actualidad, donde el docente forma parte del proceso de enseñanza como un guía sin tener la razón inexorable, si no que cabe que el profesor pueda ampliar sus conocimientos o progresar en ellos para explicar y acercar la materia de la forma más apropiada al alumno.

De esta forma el docente como explicaremos en el desarrollo de las actividades, acercará al alumno a un aprendizaje significativo, alejándose del aprendizaje tradicional centrado en contenidos, donde el alumno podrá aprender de forma autónoma, fomentando un aprendizaje cooperativo implicándose de forma activa en proceso de enseñanza-aprendizaje. En la tabla 1 se puede interpretar el paso que se ha producido a lo largo del tiempo de un aprendizaje basado en contenidos a un aprendizaje centrado en las actividades según Gros, (2011) y como el alumno y el docente han ido cambiando

sus roles en este proceso, llegando a realizar una enseñanza donde el profesor realiza una guía del alumno, potenciando el aprendizaje autónomo y cooperativo. El alumno se convierte en un elemento participativo e incluso en transmisor de conocimientos, llega a ser agente activo del proceso de aprendizaje, tabla 2. (Unesco, 2004)

Aprendizaje centrado en los contenidos		Aprendizaje centrado en actividades
El estudiante suele ser reactivo y pasivo, a la espera de lo que diga o decida el docente	➔	Los estudiantes tienen una implicación activa en su aprendizaje, sin esperar que el docente decida por ellos.
El margen de decisión del docente es pequeño	➔	Mucha libertad para los estudiantes y espacio para las propias decisiones en cuanto a ciertos elementos importantes de su aprendizaje.
Se fomenta un aprendizaje individual	➔	Se fomenta un aprendizaje en colaboración con sus compañeros.
Los estudiantes no tienen muchas oportunidades para aprender autónomamente	➔	Los estudiantes tienen ocasiones de ser autónomos en su aprendizaje.
Competencias memorísticas y de replicación de contenidos	➔	Competencias relacionadas con procesos, con una orientación a resultados y a la búsqueda, selección y manejo de información.
La educación personal y profesional a menudo está restringida a periodos determinados de la vida	➔	Educación personal y profesional a lo largo de su vida.

Tabla 1. Diferencia entre aprendizaje centrado en contenidos y actividades.

Actor	Cambio de:	Cambio a:
Rol del docente	Transmisor de conocimientos fuente principal de información, experto en contenidos y fuente de todas las respuestas	Facilitador del aprendizaje, colaborador, entrenador, guía y participante del proceso de aprendizaje.
	El profesor controla y dirige todos los aspectos del aprendizaje.	El profesor permite que el alumno sea más responsable de su propio aprendizaje y le ofrece diversas opciones
Rol del alumno	Receptor pasivo de información.	Participante activo del proceso de enseñanza.
	Receptor de conocimiento.	El alumno produce y comparte el conocimiento, a veces participando como experto.
	El aprendizaje es concebido como una actividad individual	El aprendizaje es una actividad colaborativa que se lleva a cabo con otros alumnos

Tabla 2. Cambio de roles

Como defienden Brockbank & McGill (2002) el alumno no puede llegar a ser un estudiante crítico sin reflexionar sobre los conocimientos recibidos, esto es un punto clave que se completa con una reflexión social donde el alumno transmite y comparte sus reflexiones con el resto de sus compañeros y a la vez completa su entendimiento con el resto.

Esta cuestión es de suma importancia, debido a que el alumno debe despertar su sentido crítico y con ello conseguirá a su vez, realizar un aprendizaje significativo que le conducirá un rendimiento mucho más elevado, así este trabajo propondrá actividades para llegar a este fin.

6. DESARROLLO DE LA UNIDAD DIDÁCTICA.

6.1. Descripción de la unidad didáctica.

La unidad didáctica que se desarrolla en este documento, tiene por título “La revolución genética” en donde se tratarán distintos aspectos de genética, profundizando en la ingeniería genética y la biotecnología.

El alumno debe tener unos conocimientos previos para no enfrentarse por primera vez a conceptos complejos que se abordan en esta unidad, deben saber conceptos como: el ADN y el ARN, dónde se encuentra el ADN, la meiosis y mitosis, la replicación del ADN y expresión del ADN (transcripción y traducción), virus e incluso algunos conceptos en ingeniería genética y biotecnología.

Debido a la importancia de conocer los conocimientos previos de la clase, en la primera sesión a parte de realizar una pequeña introducción, se realizará una actividad con este fin. Es muy importante para el docente saber cuál es el nivel de la clase y que alumno o alumnos necesitan mayor atención para que alcancen dicho nivel y los requisitos de aprendizaje determinados por el currículo de la unidad didáctica de esta asignatura.

Es necesario establecer el número de sesiones que se va a dedicar en esta unidad. En concreto el bloque “La revolución genética” que es el que se centra este trabajo, se encuentra dentro de la asignatura cultura científica. Esta asignatura, se desarrolla en primero de Bachillerato y hay que tener en cuenta que es una asignatura optativa específica, por lo que no habrá la misma cantidad de alumnos, que si de una asignatura troncal se tratara.

La asignatura se divide en cinco bloques:

Bloque 1: Procedimientos de trabajo

Bloque 2: La Tierra y la vida.

Bloque 3. Avances en Biomedicina.

Bloque 4. La revolución genética

Bloque 5. Nuevas tecnologías en comunicación e información.

A la asignatura de cultura científica se la asigna dos horas a la semana y un curso lectivo tiene alrededor de 35 a 37 semanas, supone que hay de 70 a 74 sesiones para la asignatura. Por lo que centrandonos en el bloque 4 “La revolución genética” tendremos de 15 sesiones.

Expongo estas sesiones dividiendo de una forma proporcional con los otros bloques de esta asignatura, aunque como es lógico, eso siempre irá en disposición de la dinámica de la clase, profundizando más en un tema o en otro, siempre que el profesor lo estime oportuno o los alumnos lo requieran. Por lo que las sesiones no son estáticas, si no que se dedicará más o menos sesiones dependiendo nivel de la clase y su proceso de aprendizaje.

En principio la situación y el momento de esta unidad se establecerá en el orden de los bloques descritos anteriormente, aunque es clave tener una comunicación con el profesor de biología de primero de Bachillerato, para que se establezca esta unidad después de haber realizado un repaso a las biomoléculas, la célula y la teoría celular desarrolladas en el bloque 1 y 2 de biología. De esta forma ayudara a alumno a comprender mejor la unidad que se les presenta.

6.1.1. Contextualización.

Esta propuesta se ha diseñado para la realización en colegio Juan Bautista de la Salle, colegio situado en la ciudad de Valladolid. Esta institución escolar tiene el privilegio de estar situado en el pleno centro de la ciudad. Valladolid es la capital de Castilla y León y consta de de unos 300.000 habitantes es decimotercer municipio más poblado en España. La mayoría de sus habitantes se dedican a la industria o los servicios.

El colegio Juan bautista de la Salle se localiza cerca de una de las arterias principales de la ciudad, la Plaza de España, es un colegio concertado, fundado hace más de 75 años. Es una institución católica que imparte clase a educación infantil, primaria, secundaria,

bachillerato y ciclos formativos. Bachillerato que es donde se centra esta unidad es de carácter privado y por tanto hay menos número de alumnos, entre 20 y 25 alumnos por clase y depende de qué tipo de bachillerato se trate. El colegio cotiene aulas de laboratorio, así como capilla, gimnasio, aula magna y un recinto abierto donde se encentra pista de baloncesto y futbol.

Las familia de los alumnos de la Salle, tiene nivel de vida medio alto. La asignatura de “Cutura Científica” es una optativa y por tanto el número de alumnos por clase será menor de unos 15 a 20 alumnos por clase. Las clases constan de cañon reproductor en todas las aulas y los alumnos de este centro poseen tablets, para seguir la unidad didáctica, este elemetno ayudará al desarrollo de las actividades que se plantean en esta propuesta de unidad didáctica.

Los alumnos de primero de bachillerato de este centro, son unos alumnos responsables, con gran respeto por sus compañeros y por el docente, además son alumnos con capacidades dentro de la media de este curso, con preocupaciones por su futuro y con interés por la asignatura.

6.2. Objetivos didácticos

Con la realización de esta unidad se pretende que el alumno tome consciencia de:

1. La importancia de los avances en genética a lo largo de la historia
2. El ADN como la molécula de herencia de los caracteres biológicos de un ser vivo y la importancia de conocer el código genético.
3. Las técnicas que se realizan hoy en día en manipulación genética, extrapolándolo con el trabajo rutinario de un laboratorio de genética.
4. Desarrollar el pensamiento crítico del alumno, haciéndole observar las ventajas que puede tener diversas aplicaciones de la biotecnología e ingeniería genética así como las desventajas éticas y morales que pueden desentrañar, proporcionándoles nociones de bioética.

Como temas transversales, el alumno aprenderá:

1. Respeto hacia el docente y sus compañeros.
2. Aprendizaje cooperativo.
3. Aprendizaje autónomo.
4. Saber dialogar y debatir con sus compañeros y con su profesor.
5. Desarrollar su sentido crítico, razonando y argumentando sus respuestas.

6.3. Contenidos de aprendizaje y metodología.

Esta sección se separa en tres partes contenidos, competencias clave y metodología.

6.3.1. Contenidos

Antes de hablar de los contenidos que se van a tratar en esta unidad es necesario hablar de los contenidos previos que deben tener los alumnos.

Contenidos previos.

Los contenidos previos son conocimientos que tienen los alumnos de temas que se van a tratar, por ello es de vital importancia para el desarrollo de la unidad, que el profesor tenga una noción de los conceptos e ideas de los alumnos y si están o no equivocados. El profesor no puede cometer el error de que los alumnos han adquirido todos los conocimientos exigidos hasta el momento, ya que de ser así, será mucho más complejo el aprendizaje e incluso se potenciará tener conocimientos confusos al finalizar la unidad, como ya explicaron Usak, (2009) o Naranjo et al., (2018) los alumnos poseen conceptos erróneos al finalizar secundaria y se debe en parte por la sociedad. El docente tiene el deber de corregir dichos conceptos y desarrollar los ideas previas bien concebidas para que el alumno llegue a desarrollar un aprendizaje significativo.

Los contenidos previos que influyen en el desarrollo de la unidad didáctica, que deben tener los alumnos se relatan en la siguiente tabla:

4º ESO	1º Bachillerato
<ul style="list-style-type: none"> • Estructura del núcleo. Estructura de la cromatina y de los cromosomas. • Mitosis y meiosis Ciclo celular. • Los ácidos nucleicos. • ADN y Genética molecular. • Proceso de replicación del ADN • Concepto de gen. Expresión de la información genética: transcripción y traducción. • Código genético. Mutaciones. Relaciones con la evolución. • La herencia y transmisión de caracteres. Introducción y desarrollo de las Leyes de Mendel. Teoría cromosómica de la herencia. Aplicaciones de las leyes de Mendel. • Determinación genética del sexo. Herencia ligada al sexo. Enfermedades hereditarias. • Ingeniería Genética: técnicas y aplicaciones. Biotecnología tradicional y la nueva biotecnología. • Aplicaciones de la Ingeniería genética en agricultura, ganadería, medio ambiente y salud. • Proyecto Genoma Humano. 	<ul style="list-style-type: none"> • La célula como unidad de vida: Teoría celular. • Modelos de organización celular: célula procariota y eucariota. Célula animal y célula vegetal. • Estructura y función de los orgánulos celulares. • El ciclo celular. La división celular: La mitosis y la meiosis.

Tabla 3. Contenido previos

<ul style="list-style-type: none"> • Clonación terapéutica y reproductiva. • Bioética. 	
--	--

Tabla 3. Contenido previos (Continuación)

Contenidos conceptuales.

Son los contenidos que se encuentran estipulados en el currículo y que deben adquirir en el desarrollo de la unidad. Estos contenidos se desarrollan a continuación:

1. El desarrollo histórico de los avances en genética.
2. La molécula de ADN, su localización y las diversas formas de empaquetamiento.
3. Transmisión de la información genética.
4. El código genético, los proyectos desarrollados a consecuencia del proyecto Genoma Humano.
5. La ingeniería genética y sus diversas aplicaciones (obtención de fármacos, transgénicos y terapias génicas)
6. Bioética y repercusiones sociales como la selección y conservación de los embriones, la reproducción asistida o la clonación.
7. Usos y métodos de la clonación y células madre.

A continuación se contempla la tabla de contenidos expuestos en BOCYL para la asignatura de cultura científica.

Contenidos	Criterios de evaluación.	Estándares de aprendizaje evaluables.
Hechos históricos importantes en el estudio de la genética. El ADN composición química y estructura. Transmisión de información genética del ADN. Biotecnología del ADN recombinante. Aplicaciones. Técnicas de ingeniería genética. Aplicaciones. La reproducción sexual humana. La reproducción asistida. Técnicas. El genoma humano. El Proyecto Genoma humano HapMap y Encode. Riesgos de la biotecnología. Aspectos éticos.	<ol style="list-style-type: none"> 1. Reconocer los hechos históricos más relevantes para el estudio de la genética. 2. Obtener, seleccionar y valorar informaciones sobre el ADN, el código genético, la ingeniería genética y sus aplicaciones médicas. 3. Conocer los proyectos que se desarrollan actualmente como consecuencia de descifrar el genoma humano tales como HapMap y Encode. 4. Evaluar las aplicaciones de la ingeniería genética en la obtención de fármacos, transgénicos y terapias génicas. 	<ol style="list-style-type: none"> 1.1. Conoce y explica el desarrollo histórico de los estudios llevados a cabo dentro del campo de la genética. 2.1. Sabe ubicar la información genética que posee todo ser vivo estableciendo la relación jerárquica entre las distintas estructuras desde el nucleótido has los genes responsables de la herencia. 3.1. Conoce y explica la forma en que se codifica la información genética en el ADN, justificando la necesidad de obtener el genoma completo de un individuo y descifrar su significado.

Tabla 4. Contenido, criterios de evaluación y estándares de aprendizaje en la asignatura de “Cultura Científica”

Contenidos	Criterios de evaluación.	Estándares de aprendizaje evaluables.
	5. Valorar las repercusiones sociales de la reproducción asistida, la selección y conservación de los embriones. 6. Analizar los posibles usos de la clonación. 7. Establecer el método de obtención de los distintos tipos de células madre, así como su potencialidad para generar tejidos órganos e incluso organismos completos. 8. Identificar algunos problemas sociales y dilemas morales debidos a la aplicación de transgénicos, reproducción asistida y clonación.	4.1. Analiza las aplicaciones de la ingeniería genética en la obtención de fármacos, transgénicos y terapias génicas. 5.1. Establece las repercusiones sociales y económicas de la reproducción asistida, la selección y la conservación de embriones. 6.1. Describe y analiza las posibilidades que ofrece la clonación en diferentes campos. 7.1. Reconoce los diferentes tipos de células madre en función de su procedencia y capacidad generativa, estableciendo en cada caso las aplicaciones principales. 8.1. Valora de forma crítica, los avances científicos relacionados con la genética, sus usos y consecuencias médicas y sociales. 8.2. Explica las ventajas e inconvenientes de los alimentos transgénicos, razonando la conveniencia o no de su uso.

Tabla 4. Contenido, criterios de evaluación y estándares de aprendizaje en la asignatura de “Cultura Científica” (Continuación)

Contenidos procedimentales.

Son las herramientas o procedimientos que deben utilizar los alumnos para adquirir los contenidos conceptuales, es muy importante no solo aprender los contenidos, sino qué estrategias utilizar para ello, de esta forma es como se consigue llegar a un aprendizaje significativo.

En la unidad didáctica los contenidos procedimentales que se utilizan son los siguientes:

- Presentaciones en PowerPoint.
- Uso de clips de vídeo y documentales.
- Actividades cooperativas.
- Debate y confrontación de roles.
- Búsqueda de información en internet de noticias, así como de artículos colgados en el drive de la asignatura.
- Exposición de trabajos en clase.
- Análisis de artículos científicos.

Contenidos transversales

Son aquellos contenidos que se aprenden en el desarrollo de la unidad, no contemplados en el currículo. En esta unidad se contemplan los siguientes:

- La importancia de los avances en genética y cómo ayudan estos en el desarrollo de nuevas formas de pensamiento,
- Descubrir el trabajo de un científico en el laboratorio.
- Desarrollo por parte del alumnado de un pensamiento crítico.

Contenidos de refuerzo y ampliación.

Son aquellos contenidos que ayudan a los alumnos que requieren especial atención por su bajo o alto rendimiento. En esta unidad, se presta atención a los alumnos de altas capacidades dejando artículos, noticias y videos que amplían los contenidos establecidos en el currículo. Los alumnos que tengan bajas capacidades o que requieran de ayuda, serán atendidos por el docente adaptando las actividades para llegar al nivel de la clase.

6.3.2. Competencias clave

Esta unidad didáctica se ha planteado para que los alumnos desarrollen las competencias clave descritas por la LOMCE. El docente debe realizar unidades didacticas que potencien estas competencias que serán vitales para la formación del alumno.

Por tal motivo esta unidad no es una excepción, las competencias clave empleadas son las siguientes:



Imagen 1. Competencias clave.

Competencia Lingüística (CL), necesaria para que el alumno aprenda a comunicarse utilizando la lengua de forma oral o escrita para expresar sus ideas e inquietudes frente a otras personas.

Competencia Matemática y Competencias básicas en Ciencias y Tecnología (CMCCT), donde el alumno es capaz de desarrollar el razonamiento matemático en su vida cotidiana y ser capaz de discernir conocimientos y metodología científica para explicar la realidad que les rodea, utilizando dichos conocimientos para suplir las necesidades humanas.

Competencia Digital (CD), esta competencia cada vez está más extendida entre los jóvenes y es por eso que se necesita que los docentes, sepan orientarlos para que les enseñen de manera transversal las TICs, estableciendo un análisis crítico para su uso. Las TICs son mera herramientas, que si no tienen un enfoque pedagógico no conseguiremos la finalidad para la cual deben emplearse.

Aprender a Aprender (CAA), sin lugar a dudas la competencia más importante que se debe potenciar en un estudiante, los docentes tienen el deber de introducir el alumno en el aprendizaje y que sea capaz de desarrollar un aprendizaje autónomo. Por ello en la unidad de revolución genética, se trabajará distintas actividades con este fin.

Competencia Social y Cívica (CSC), destinada a que los estudiantes adquieran cualidades tan importantes como el trabajo en equipo, bajo el respeto y la solidaridad. Los alumnos deben ser participativos en un margen democrático, fomentando un ambiente social positivo.

Sentido de la Iniciativa y Espíritu Emprendedor (SIEE), donde se debe potenciar el desarrollo de ideas, fomentando la creatividad, realizando proyectos en los que aprendan a planificarse.

6.3.3. Metodología

La metodología que se utiliza en esta unidad tiene como fin último conseguir un aprendizaje significativo, tal y como describe Ausubel (1963) el alumno adquiere los conocimientos nuevos a partir de sus conocimientos previos. Para llegar a que el alumno adquiera unos conocimientos que perduren en el tiempo, se debe realizar una metodología en el que el alumno reflexione los contenidos y pueda extrapolarlos con su vida cotidiana. De esta forma se ha realizado un aprendizaje por actividades que reúnen estas ideas, alejándose del método tradicional memorístico, haciendo participe al

alumno e incluso en ciertos momentos siendo el protagonista del proceso enseñanza-aprendizaje.

Las metodologías empleadas se describen a continuación.

- **Evaluación de ideas previas.**

Como ya se ha mencionado, las ideas previas es el punto de partida de un aprendizaje, y es necesario que el docente analice si son correctos los conceptos adquiridos por el alumno, o debe enfatizar en primera instancia en la resolución de los mismos. Con unos conocimientos erróneos o mal enfocados, el alumno no podrá desarrollar un aprendizaje significativo. De esta forma es necesario hacer hincapié en invertir tiempo en analizar las ideas previas.

- **Empleo de material adicional.**

El docente debe apoyarse en material adicional como clips de videos o presentaciones en PowerPoint, que ilustren de una forma más adecuada la información que debe ser adquirida por el alumno. Este tipo de material acerca al alumno a comprender mejor los procesos impartidos y sobre todo en el campo de la genética, ya que no es común que tengan acceso a dichos materiales. De este modo, se conseguirá que el estudiante se encuentre más motivado y por lo tanto más atento a la explicación teórica, consiguiendo una clase más dinámica.

- **Clases participativas.**

El profesor tiene en sus manos un arduo trabajo, no solo exponiendo unas clases teóricas sino haciendo participe al alumno, para que en todo momento esté atento y reflexionando sobre los temas que se exponen en el aula. El profesor preguntará constantemente en clase y tendrá en consideración las respuestas de sus estudiantes adaptando las clases dentro del currículo, para motivar y resolver sus inquietudes. El docente debe tener en cuenta que ha de haber una relación directa entre alumno y profesor para llegar a un proceso de aprendizaje-enseñanza.

- **Trabajo cooperativos.**

En el desarrollo de esta unidad el alumno debe aprender a trabajar en equipo, ser capaz de estructurarse con sus compañeros, respetar a sus iguales, teniendo en cuenta sus ideas para realizar un proyecto en común.

- **Trabajos de investigación.**

Es clave para los estudiantes aprender a analizar un artículo científico, a buscar información y a comprender la jerga científica que se utiliza en ellos. Así el docente en esta unidad, les proporcionará artículos, links y noticias para que los alumnos comprendan temas actuales, cómo trabajan los investigadores y las técnicas empleadas.

- **Salida de la institución escolar.**

En esta unidad se desarrolla una sesión en la que los alumnos aprenderán más allá del aula, el alumno debe comprender que los conocimientos adquiridos en clase no son en vano, si no que en la realidad que los envuelve son necesarios.

Además el alumno será consciente de cómo se trabaja en ciencia, viendo las instalaciones y comprendiendo el trabajo que se desempeña en un laboratorio.

- **Confrontación de roles y reflexiones en clase.**

Es necesario que el alumno aprenda y comprenda la teoría realizando una reflexión con sus compañeros de esta forma llegará a ser un estudiante crítico (Brockbank y McGill 2002), si el alumno no realiza un reflexión con sus iguales, no aprenderá otros puntos de vista y no le hará reflexionar sobre sus propios argumentos, por ellos es clave realizar actividades con tal fin, como las que se desarrollan en esta unidad.

- **Evaluación por parte de los alumnos.**

Los alumnos se deben sentir como parte esencial en el proceso de enseñanza, además es necesario para el docente saber qué aspectos se pueden cambiar para desarrollar una actividad en la que se consiga una mayor motivación y aprendizaje.

- **Recursos materiales.**

Los recursos necesarios para la realización correcta de esta propuesta didáctica son los siguientes:

- Recursos materiales: aula ordinaria (pupitres, pizarra, ordenador y cañón), aula magna, laboratorio/os (donde se realiza la visita) y las tablets de los estudiantes.
- Recursos digitales: Conexión a internet, libro electrónico de la asignatura, página del centro, drive de la asignatura (donde se dejarán los artículos, noticias y libros propuestos por el docente) y correo electrónico escolar del docente.

- Recursos humanos: Docente de la asignatura Cultura Científica, docentes de las asignaturas de otras disciplinas (para realizar un aprendizaje interdisciplinario), representante del laboratorio (visita), y los alumnos.

6.4. Secuencia de sesiones y actividades.

La consecución de sesiones que se describen a continuación tienen un orden lógico apostando por un entendimiento progresivo de los conocimientos en genética, biotecnología e ingeniería genética.

Primera sesión.

Descripción:

Se realizará una breve introducción de la unidad en la que se explicará los contenidos a abordar en estas 15 sesiones, explicando los criterios de evaluación de la asignatura (ver en el apartado de evaluación), posteriormente se realizará la primera actividad, que consistirá en el desarrollo de una gamificación para obtener los conocimientos previos del alumno en particular y de la clase en su conjunto.

Objetivos:

- Estimular la participación de los alumnos.
- Reforzar y recordar conceptos vistos en Biología de cuarto de la ESO y de primero de bachillerato.
- Valorar su conocimiento en ingeniería genética y biotecnología.

Competencias claves:

- Competencia matemática y competencias básicas en ciencias y tecnología.
- Competencia digital.

Contenidos:

Conceptuales, repaso de:

- El ADN.
- Su localización.
- Su replicación y expresión.
- Concepto de gen.
- Conceptos y aplicaciones de ingeniería genética.
- Biotecnología.

Desarrollo:

En esta sesión hay que tener en cuenta que lo normal, es que en cuarto de la ESO hayan cursado “Biología y Geología” por lo que en esta asignatura en el bloque 1, “La evolución de la vida” tratan contenidos descritos en la siguiente tabla:

CONTENIDOS
<ul style="list-style-type: none">• Los ácido nuclieicos.• ADN y Genética molecular• Proceso de replicación de ADN• Concepto de gen• Expresión de la información genética: transcripción y traducción• Código genético• Mutaciones. Relaciones con la evolución.• La herencia y transmisión de caracteres. Introducción y desarrollo de las Leyes de Mendel.• Teoría cromosómica de la herencia.• Aplicaciones de las leyes de Mendel.• Determinación genética del sexo.• Herencia ligada al sexo.• Enfermedades hereditarias.• Ingeniería Genética técnicas y aplicaciones de biotecnología tradicional y la nueva biotecnología.• Aplicaciones de la ingeniería genética en agricultura, ganadería, medio ambiente y salud. Proyecto Genoma Humano. Clonación terapeutica y reproductiva. Bioética.

Tabla 5. Contenidos de cuarto de la ESO.

En Biología y Geología de primero de bachillerato también se dan ciertos contenidos que pueden solparse con la asignatura de cultura científica, en el bloque 1 “Los seres vivos: composición y función” como en el bloque 2 “La organización celular” de Biología y Geología tratan temas como las biomoléculas, la célula y la teoría celular, por ello es imprescindible la comunicación con los compañeros docentes antes de comenzar la asignatura.

Con el fin de valorar cuales son los conocimiento previos que posee el alumno y el nivel de la clase en general, se realizará un cuestionario utilizando la gamificación como técnica de aprendizaje. De esta forma se utiliza el “Kahoot” (anexo 1), aprovechando las ventajas que ofrece, donde muestra los porcentajes de respuestas acertadas, señalando que porcentaje de acierto corresponde a cada pregunta, pudiendo así observar que alumno o alumnos necesitan mayor atención para el desarrollo de su aprendizaje.

El Kahoot es una herramienta que permite al alumno aprender divirtiéndose. Se basa en realizar una serie de preguntas con multiples respuestas, en las que el alumno tendrá que escoger una, si la respuesta es correcta se le otorgará unos puntos, lo que hará aumentar su puntuación en el ranking. El estudiante adquiere una motivción y competitividad constructiva para no quedar el último en el ranking e intentar llegar a ser el primero.

La forma de realizar la actividad, será individual, ya que se necesita saber cual es el conocimiento de cada alumno y si trabajasen en equipo cabría la posibilidad de alterar los resultados y no tendría sentido su desarrollo.

Este tipo de juegos es muy útil tanto como forma de repaso, como para realizar una evaluación de ideas previas del alumno, que es lo que se pretende en esta sesión.

Una vez adquiridos estos conocimientos previos, el profesor sabrá cómo adaptar los contenidos para la próxima sesión y podrá ponerse de acuerdo con el profesor de “Biología y Geología” para no solapar contenidos y reforzar y ampliar los contenidos de 4 de la ESO.

Segunda Sesión.

Descripción:

Se establece dos partes en esta sesión, una en el desarrollo de la teoría y otra en inicio de la actividad 2. La teoría a su vez se dividirá en dos partes para dar un repaso a la historia de los avances en genética y otra para explicar la biomolécula del ADN.

Objetivos:

- Enseñar al alumno que los avances de genética, han ido aumentando de forma progresiva gracias a los estudios aportados por distintos investigadores.
- Desarrollar y ampliar conocimientos en cuanto al ADN del alumnado.
- Comprender el grado de compactación del ADN.
- Involucrar al alumno en su primer trabajo cooperativo de esta unidad.

Competencias clave:

- Competencia lingüística.
- Competencia matemática y competencias básicas en ciencias y tecnología.
- Competencia social y cívica.

Contenidos:

Conceptuales:

- Historia de los avances en genética.
- Biomolécula de ADN, su estructura, empaquetamiento y características.

Procedimentales:

- Uso de PowerPoint, animaciones y videos para potenciar un aprendizaje visual que lleve a despertar la curiosidad del alumno.

Desarrollo:

Se iniciará a los alumnos en un pequeño recorrido histórico sobre el desarrollo de la genética hasta la actualidad, apoyándose en un PowerPoint elaborado por el docente, sin entrar en profundidad, ya que en esta sesión se pretende que los alumnos elijan investigadores que hayan contribuido en el desarrollo de la genética actual. Esta elección por parte de los grupos se realizará en los últimos 10 minutos de clase.

Para ello el profesor expondrá una lista de investigadores, para que cada grupo elija dos investigadores. Suponiendo que una clase normal de Cultura Científica consta de unos 20 alumnos, ya que es una optativa, podemos distribuir a los alumnos en 5 grupos de 4 estudiantes.

Los grupos deberán elegir los científicos y decirselo al profesor, para que éste los incorpore en una lista y evitar así, que se repitan.

Este proyecto se realizará entre las dos sesiones siguientes, invirtiendo un tiempo de 20 minutos en cada sesión, en la quinta sesión, cada grupo tendrá que exponerlo. Llamaremos a esta actividad **“PROYECTO INVESTIGADORES”**

En esta sesión se pretende introducir al alumno en temas de genética, para ello empezaremos desde el principio dando unos nociones sobre la célula, para posteriormente centrarse en los ácidos nucleicos (ADN y ARN) siempre teniendo en cuenta las ideas previas de la anterior sesión, así como los contenidos de Biología y Geología de primero de Bachillerato, para evitar el solapamiento de un mismo tema.

En esta sesión por tanto, se impartirá teoría en 40 minutos en donde explicaremos la historia de la genética a grandes rasgos (teniendo en cuenta los investigadores del **“PROYECTO INVESTIGADORES”**) el ADN, el ARN y la compactación del ADN, siempre apoyándonos en herramientas como el PowerPoint para hacer más clara las explicaciones y atendiendo las dudas que puedan haber surgido por parte del alumnado. En la fase teórica de esta sesión, el docente debe realizar preguntas a los alumno para fomentar la participación, de esta forma se consigue que el alumno esté más atento y a la vez contribuya como participe de su proceso de aprendizaje.

En los diez últimos minutos como hemos mencionado el docente establecerá los grupos gracias a los resultados de las ideas previas de la primera sesión, colocando alumnos con distintos resultados en un mismo grupo, para evitar así diferencias entre los grupos

y facilitando que dentro de un mismo grupo, el alumno que tenga menor conocimiento, pueda ser ayudado por sus compañeros y de esta forma alcance a sus compañeros.

El profesor explicará a sus alumnos en que consistirá el proyecto, qué deben presentar y cómo deben hacerlo. Los estudiantes tendrán que entregar un informe en el que conste los dos profesionales que han contribuido con sus investigaciones en la genética actual y deberán exponerlo en clase delante de sus compañeros como se explica en la sesión 3.

El profesor al igual que en cualquier actividad que se necesite un trabajo cooperativo deberá guiar a los alumnos y estar pendiente de que todos los miembros del grupo trabajen activamente.

Tercera sesión.

Descripción:

Esta sesión se encuentra dividida en tres partes. Una reflexión de la teoría y conocimientos impartidos en la clase anterior, una parte teórica en donde se seguirá explicando el ADN, (su expresión y el código genético, así como el concepto de gen) y la tercera parte que consistirá en trabajar sobre la actividad “**PROYECTO INVESTIGADORES**”

Objetivos:

- Conocer la replicación del ADN.
- Conocer la expresión del ADN.
- Comprender el código genético.
- Fomentar el trabajo cooperativo.

Competencias clave:

- Competencia lingüística.
- Competencia matemática y competencias básicas en ciencias y tecnología.
- Competencia digital.
- Competencia social y cívica.
- Sentido de la iniciativa y espíritu emprendedor.
- Aprender a Aprender.

Contenidos:

Conceptuales:

- Conceptos generales de la transcripción y traducción.

- Código genético y sus características.
- Historia de los avances en genética.

Procedimentales:

- Uso de PowerPoint, animaciones y videos para potenciar un aprendizaje visual que lleve a una comprensión más profunda.
- El profesor actúa de guía como herramienta de ayuda en el proceso de aprendizaje en el **“PROYECTO INVESTIGADORES”**.

Desarrollo:

En esta sesión haremos una reflexión de la clase anterior para refrescar los conocimientos impartidos, así como resolver las dudas que puedan haber surgido, no más de cinco minutos. En los 25 minutos restantes se enseñará al alumno la compactación del ADN y conceptos generales de la replicación y expresión del ADN (ya que estos conceptos deben haberse aprendido en 4 de la ESO), apoyándose en la presentación del PowerPoint y vídeos seleccionados que ayuden al alumno a entender la explicación, así como imágenes reales del microscopio electrónico, para que extrapole los conocimientos impartidos con la realidad.

Una vez comprendido los matices de la expresión del ADN, se desarrollará las características y peculiaridades del código genético.

Posteriormente los alumnos tendrán que trabajar en el **“PROYECTO INVESTIGADORES”** y el profesor realizará una rúbrica que pondrá en consenso con sus alumnos para evaluar el trabajo. Un ejemplo de la rúbrica que se puede realizar se encuentra en la tabla 6, con la que los alumnos deberán coevaluar a sus compañeros y al vez el profesor utilizará esta misma rúbrica. Dicho trabajo consistirá en una presentación delante de sus compañeros con los recursos que consideren oportunos, se dejará libertad para fomentar su creatividad, tendrán un margen de 10 minutos para presentar los dos investigadores y tendrán que dejar 3 minutos para las preguntas de sus compañeros y del profesor.

El profesor deberá ir de grupo en grupo controlando su aprendizaje, resolviendo dudas que puedan surgir y evaluando la actitud de cada alumno ante el proyecto. El profesor deberá formar parte del proceso de enseñanza, dejando espacio para que los alumnos inicien un aprendizaje autónomo a la vez que cooperativo.




			
La presentación se ha desarrollado de forma ordenada.	Se ha desarrollado de una forma ordenada.	No ha habido un orden claro	No ha habido orden
La presentación está acorde con los contenidos.	Acorde a los contenidos	No se ha explicado completamente	No han explicado bien los contenidos
La exposición ha sido clara y concisa	Clara y concisa	Clara, pero han divagado.	No ha sido clara ni concisa
Los ponentes se han expresado correctamente para divulgar la exposición	SI,han demostrado dotes de comunicación	Han cometido algun fallos que se pueden corregir a la hora de la exposición.	No se expresaban correctamente.
Los alumnos han sabido responder a las dos preguntas.	Si, han respondido bien a las dos.	No han respondido bien a las dos.	No han respondido bien ninguna.
Han respondido bien las preguntas del profesor.	Si	No completamente	No

Tabla 6. Rúbrica “PROYECTO INVESTIGADORES”

Se establecerá que los alumnos tendrán que realizar una pequeña introducción de los investigadores elegidos, ubicarlos en el tiempo, explicar sus descubrimientos, aplicaciones que hayan podido realizar y cómo han contribuido al desarrollo de la genética actual.

Cuarta sesión.

Descripción:

Se dividirá en 3 partes de nuevo la sesión, la primera parte donde se realizara una reflexión en cuanto a la teoria de la cuarta sesión y la resolución de dudas por parte del alumnado, la segunda parte se explicará la teoría del código genético y una leve idea del concepto de mutación, junto con una miniactividad del codigo genético, por último seguirán realizando el “**PROYECTO INVESTIGADORES**”.

Objetivos:

- Conocer el codigo genético y comprenderlo.
- Conocer qué es una mutación.
- Tener claro el concepto de gen y evitar errores conceptuales
- Fomentar el trabajo cooperativo

Competencias clave:

- Competencia lingüística.

- Competencia matemática y competencias básicas en ciencias y tecnología.
- Competencia digital.
- Competencia social y cívica.
- Sentido de la iniciativa y espíritu emprendedor.
- Aprender a Aprender.

Contenidos:

Conceptuales:

- Manejar el código genético.
- Entender las mutaciones.
- Concepto de gen.
- Historia de los avances en genética.

Procedimentales:

- Resolución de ejercicios en la actividad programas para reforzar y asentar conceptos.
- Trabajo cooperativo.

Desarrollo:

Se comenzará refrescando los conocimientos y atendiendo a las dudas, dedicando nuevamente 5 minutos. En los próximos 35 minutos el profesor se encargará de impartir el tema del código genético, las mutaciones y el concepto de gen.

Para ello el profesor realizará con los alumnos una pequeña actividad (anexo 2) en la que comprenderán el código genético realizando unas actividades, a su vez el profesor aprovechará para explicar el concepto de mutación brevemente, ya que este concepto se estudia en Biología de segundo de bachillerato, por lo que en esta sesión no se pretende adentrar en este tema, ya que se desarrollará con más profundidad en el siguiente curso. Una vez comprendida esta parte por parte del alumnado se explicará el concepto de gén, de forma clara para evitar errores conceptuales muy comunes en este tema.

En los 10 minutos finales el alumno, seguirá trabajando en grupo en el “**PROYECTO INVESTIGADORES**” ya que en la siguiente sesión se llevará acabo la exposición. Si los alumnos no han terminado dicho proyecto, tendrán que finalizarlo fuera de la institución educativa. Se les facilitará a los alumnos un correo electrónico del docente (evidentemente no el correo personal) para que puedan escribir sobre dudas que hayan

surgido para la realización del proyecto, así como sugerencias para la realización del mismo.

El docente debe ir de grupo en grupo, viendo como están trabajando y cómo se reparten los propios alumnos las tareas del proyecto, tomando notas el docente sobre la actitud y el esfuerzo, sin que ellos sean concientes, ya que conllevaría mayor presión y no trabajarían de la misma forma. El docente debe aclarar todas las dudas que pueda haber con el fin de terminar el proyecto.

Quinta sesión.

Descripción:

En estos 50 minutos los alumnos entregarán y expondrán el trabajo del “PROYECTO INVESTIGADORES”, en el que los alumnos deben presentar y explicar su proyecto a sus compañeros y el resto debe hacer una coevaluación de sus compañeros con la rúbrica ya presentada. Por otra parte el profesor tendrá que realizar una evaluación del grupo con la misma rúbrica.

Objetivos:

- Conocer la historia de los avances en genética de forma que puedan explicarlo a sus compañeros lo que implica un mayor entendimiento para poder desarrollarlo.
- Conseguir que los alumnos pierdan el miedo escénico y sepan defender sus trabajos.

Competencias clave:

- Competencia lingüística.
- Competencia matemática y competencias básicas en ciencias y tecnología.
- Competencia digital.
- Competencia social y cívica.
- Sentido de la iniciativa y espíritu emprendedor.
- Aprender a Aprender.

Contenidos:

Conceptuales:

- Historia de los avances en genética.

Procedimentales:

- El alumno se convierte en profesor potenciando el aprendizaje significativo, los estudiantes no solo reflexionan sobre el tema sino que además lo comparte con sus compañeros.

Desarrollo:

Los alumnos deberán entregar sus proyectos al docente y comenzar la exposición en el orden en el que el profesor considere oportuno. Cada grupo presentará el “**PROYECTO INVESTIGADORES**” acorde con la rúbrica elaborada en la tercera sesión.

Mientras el grupo expone, el resto de alumnos deberá tomar apuntes, ya que se tendrá en cuenta para la evaluación. Los alumnos que no estén exponiendo, tendrán a la vez que completar la rúbrica y evaluar a sus compañeros. Una vez haya expuesto un grupo, éste estará sujeto a dos preguntas por parte de los alumnos y una del profesor. El docente dejará claro a los alumnos, que si los estudiantes que no presentan el proyecto no quieren realizar preguntas, será el propio profesor el que las formule.

Este proyecto consigue que los alumnos desarrollen la competencia más importante, aprender a aprender, a parte de las ya mencionada, asimismo destaca que son los alumnos los que hacen la función de profesor profundizando en un aprendizaje significativo, realizando una pequeña exposición en la cual aprenden investigando sobre el tema a desarrollar y además deben explicarlo a sus compañeros, lo que conlleva un aprendizaje más completo e intenso. Como aprendizaje transversal los alumnos a parte de desarrollar la competencia lingüística pierden el medio escénico, lo que les ayudará en un futuro.

Este tipo de actividades es ideal para fomentar la reflexión y consolidar unos principios básicos en el alumno que son de gran importancia.

El proyecto se evaluará con respecto a 1 punto total del bloque, siendo el 60% la nota del profesor (40% exposición y 20% informe), el 30% la nota de los alumnos y el 10% la actitud.

Sexta sesión.

Descripción:

La sesión se encuentra dividida en dos partes. La primera parte será teórica explicando al alumno la biotecnología moderna y la ingeniería genética y dentro de ésta, se explicará

el concepto de ADN recombinante, así como la encimas de restricción. La segunda parte sera una pequeña actividad a desarrollar (Enzimas de restricción) en la que los alumnos verán algún artículo sobre las enzimas de restricción y su papel en la detección de mutaciones.

Objetivos:

- Comprender conocimientos de Biotecnología moderna e ingeniería genética.
- Extrapolar casos reales en el aula con el fin de un mayor aprendizaje.
- Fomentar la motivación.

Competencias clave:

- Competencia lingüística.
- Competencia matemática y competencias básicas en ciencias y tecnología.
- Competencia social y cívica.
- Aprender a Aprender.

Contenidos:

Coneptuales:

- Biotecnología e ingeniería genética.
- ADN recombinante.
- Encimas de restricción y ejemplo de detección de mutaciones, técnica RFLP (Polimorfismos en longitud de los fragmentos de restricción).

Procedimentales:

- El profesor explicar conceptos con la ayuda de artículos científicos. .
- Uso de presentaciones y clips de video que ayuden a un aprendizaje más efectivo.

Desarrollo:

En estas sesión se adentrará a los estudiantes en ingeniería genética, explicandoles técnicas que se emplean en el laboratorio y estrategias de manipulación genética. Se les enseñará conceptos como el ADN recombinante, vectores, enzimas de restricción e incluso detección de mutaciones.

En estas sesión y la siguiente se pretende que los alumnos sean consciente de cómo funciona un laboratorio de genética, las herramientas que se utilizan y tener una idea de

las distintas aplicaciones con las que se trabaja . Se pretende que los alumnos puedan coger un artículo científico y comprender en parte las técnicas empleadas.

El profesor tiene el deber de aclarar las dudas de sus alumnos y enseñarles de una forma sencilla, este mundo de la ingeniería genética, para ello dará de una explicación teórica ayudándose del PowerPoint y clips de vídeos o parte de documentales que sirvan para ayudar al alumno en su comprensión. El docente puede seleccionar un artículo científico sencillo para que los alumnos comprendan las técnicas utilizadas y colgarlo en la plataforma para que puedan verlo en todo momento.

En los últimos 10 minutos los alumnos realizarán una actividad en el que contestarán en parejas a unas preguntas habiendo leído las conclusiones de los artículos científicos seleccionados por el profesor, de esta manera aprenderán el uso de la teoría en la práctica y verán la importancia de las enzimas de restricción en el diagnóstico de enfermedades. Se pondrá de ejemplo la heterocromatosis de tipo 1 y la fibrosis quística (anexo 3).

Es importante que en ciencia los alumnos tengan acceso a artículos científicos para que poco a poco se vayan familiarizando, con su lenguaje, así como con su estructura, también el alumno aprenderá con su lectura las aplicaciones de la técnica aprendidas en clase. Por ello se colgará los enlaces o artículos pertinentes con tal fin.

Séptima sesión.

Descripción:

La sesión se dividirá en 3 partes, en donde la primera parte será de reflexión de la sesión anterior, en la segunda parte se desarrollará la teoría y se explicará la técnica de reacción en cadena de la polimerasa (PCR) y la secuenciación del ADN, por último el alumno realizará una pequeña actividad (Búsqueda de noticias) para asociar conceptos.

Objetivos:

- Entendimiento de técnicas de laboratorio. PCR y secuenciación.
- Alcanzar una perspectiva del trabajo rutinario de un laboratorio.

Competencias clave:

- Competencia lingüística.
- Competencia matemática y competencias básicas en ciencias y tecnología.
- Competencia digital.

- Competencia social y cívica.
- Aprender a Aprender.

Contenidos:

Conceptuales:

- Técnica PCR con algunas variables y diversas aplicaciones.
- Técnica de secuenciación, sus avances y sus aplicaciones.

Procedimentales:

- Uso del PowerPoint, clips de videos para un entendimiento mayor compaginándolo con la explicación del profesor.
- Uso de internet para que los alumnos puedan investigar sobre noticias donde utilizan las técnicas descritas por el profesor.

Desarrollo:

En el inicio de la sesión el profesor hará un pequeño repaso de la sesión anterior y atenderá las dudas que puedan manifestar los alumnos, no más de 5 minutos. En los próximos 35 minutos el profesor se encargará de desentrañar las técnicas de PCR y secuenciación. El profesor impartirá la clase enseñándoles la técnica de la PCR, exponiendo en qué consiste y a la vez enseñándoles fotos reales de los aparatos que se utilizan, les mostrará las variantes que puede haber en la técnica sin profundizar en exceso y las aplicaciones que tiene esta técnica, extrapolándolo con casos reales. Posteriormente explicará la secuenciación del ADN, explicándoles como ha contribuido en diversos proyectos e incluso como ha evolucionado los distintos aparatos hasta llegar a la secuenciación masiva que se utiliza ahora en los laboratorios. En los últimos 10 minutos el docente, les dirá a sus alumnos de usar sus tablets para realizar una actividad. El docente habrá seleccionado un par de noticias para que el alumno sea consciente de cómo se refleja la teoría impartida en la actualidad y tenga sentido crítico una vez que escuche una noticia, en la que se mencione dicha técnica. Por último el alumno deberá buscar por su cuenta una noticia en la que se mencione alguna de las dos aplicaciones explicadas y hacer un breve resumen de ella (anexo 4).

Octava sesión.

Descripción:

Se dividirá en 3 partes. La primera, será refrescar los conocimientos de la sesión anterior haciendo un breve resumen y atendiendo dudas que hayan podido surgir, no más de 5 minutos. La segunda parte que se desarrolla en 35 minutos, se explicará el proyecto Genoma Humano al mismo tiempo que se proyecta partes de un documental del mismo tema. En la tercera parte en la que se dispone de 10 minutos, el profesor realizará preguntas breves para que los alumnos reflexionen.

Objetivos:

- El alumno debe adquirir conocimientos que le permitan tener un sentido crítico sobre el proyecto Genoma Humano.
- Fomentar un aprendizaje significativo, haciendo que el estudiante sopesa los pros y contras del proyecto.

Competencias clave:

- Competencia lingüística.
- Competencia matemática y competencias básicas en ciencias y tecnología.
- Competencia social y cívica.
- Aprender a Aprender.

Contenidos:

Conceptuales:

- Proyecto Genoma Humano, aplicaciones, posibles beneficios y desventajas éticas.

Procedimentales:

- Reproducción de fragmentos de un documental, para que el alumno ilustre mejor los conocimientos expuestos.

Desarrollo:

En la primera parte el docente debe refrescar los conocimientos de la clase anterior y atender posibles dudas. En la segunda parte toma real importancia que el alumno tome consciencia de la importancia del proyecto Genoma Humano, ya que es proyecto actual, que se sigue desarrollando aunque haya partes que ya se han logrado de sus objetivos iniciales. El educando desarrollará el contenido ayudándose de la exposición de

fragmentos de documentales, para que el alumno lo comprenda con mayor profundidad. De esta forma podrá entender las enormes aplicaciones y ambiciones que tiene este proyecto y de la misma forma comprender los dilemas éticos que entraña. Por ello en la tercera parte el docente tendrá elaboradas unas pequeñas preguntas para hacer reflexionar a los alumnos, en la que preguntará quién quiere responder anotando y valorando sus reflexiones (anexo 5).

Se colgará el enlace del documental para que los alumnos puedan verlo completo y de esta forma ampliar los conocimientos adquiridos en clase (anexo 9).

Novena sesión.

Descripción:

La clase hará una excursión en la que se dirigirá a un centro donde haya laboratorios de genética para tener una visita guiada y que les expliquen en rasgos generales el trabajo rutinario que desempeñan.

Objetivos:

- Aprendizaje más allá del aula.
- Aprendizaje interdisciplinar.
- Repaso de las técnicas analizadas en clase.
- Experimentar cómo se trabaja en un laboratorio.
- Tener una idea general de los temas que se estudian y analizan en un laboratorio.

Competencias clave:

- Competencia lingüística.
- Competencia matemática y competencias básicas en ciencias y tecnología.
- Competencia social y cívica.

Contenidos:

Conceptuales:

- Técnicas de laboratorio.
- Instrumentos y aparatos presentes en un laboratorio.

Procedimentales:

- El profesor simplemente actuará de acompañante dejando la función de docente al personal del laboratorio que les reciba.

Desarrollo:

Esta sesión se preparará junto con profesores de otras disciplinas con mucha antelación para realizar un proyecto conjunto en el que los alumnos puedan utilizar esta excursión en varias asignaturas, un ejemplo podría ser el profesor de “Biología y Geología” y el profesor de “Física y Química”, ya que en un laboratorio pueden darse conceptos que impliquen a dichas disciplinas.

La idea es cambiar las horas, para que ese día coincidan estas tres asignaturas seguidas y de esta forma no hacer perder tiempo a los profesores de otras disciplinas. Con respecto a la contextualización del proyecto, en el colegio Juan Bautista de la Salle el recreo empieza a las 11:15 y luego habría las tres asignaturas hasta las 14:30, en estas 3 horas y 15 minutos se pretende que los alumnos junto con el profesor realicen el trayecto hasta el complejo asignado, se realice la visita y posteriormente el regreso. Por lo que se asigna 30 minutos para el desplazamiento desde el colegio al complejo, 1 hora y 40 minutos para la visita y otros 30 minutos de regreso, dejando 35 minutos de margen por si se alarga cualquiera de estas partes o surge cualquier imprevisto.

El centro asignado para la excursión puede ser los laboratorios del Instituto de Biología y Genética Molecular (IBGM), el centro de Hemoterapia y Hemodonación de Castilla y León o los laboratorios de genética del hospital del Río Hortega en Valladolid.



Imagen 2. Laboratorios. Imagen superior izquierda, IBGM. Imagen superior derecha, Centro de Hemoterapia y hemodonación de Castilla y León. Imagen inferior, Laboratorio de citogenética del hospital Río Hortega³⁴

Una vez en el laboratorio el docente dejará el testigo al representante del centro para que explique al alumnado en qué están trabajando, las técnicas que están utilizando y los aparatos e instrumental que utilizan.

La idea es que los alumnos vean un laboratorio de investigación y se les explique a rasgos generales lo que se está desarrollando para provocar un acercamiento del alumno a la práctica de la ciencia. De esta forma el alumno comprenderá mejor y de una forma más profunda los conceptos ya vistos en clase.

En el transcurso de la visita el alumno deberá cumplimentar un informe donde señale varios aspectos (anexo 6) y entregarlo como actividad al profesor en la siguiente sesión.

Décima sesión.

Descripción:

La sesión se separará en dos partes. La primera será teórica y ocupará 45 minutos de la clase, donde el docente explicará conceptos de bioética y biotecnología, junto con alguna noticia y avance actual. En la segunda parte que será de 5 minutos, el profesor establecerá grupos de alumnos para realizar el último trabajo cooperativo llamado “ENFRENTAMIENTO DE ROLES, TRANSGÉNICOS”

Objetivos:

- Desarrollar el sentido crítico de los alumnos antes temas polémicos en la actualidad, explicando conceptos de bioética.
- Comprender el avance de la ciencia gracias a noticias actuales.

Competencias clave:

- Competencia lingüística.
- Competencia matemática y competencias básicas en ciencias y tecnología.
- Competencia social y cívica.

Contenidos:

Conceptuales:

- Conceptos de bioética.
- Conceptos de biotecnología y dentro de ésta, biotecnología médica, biotecnología agrícola, e incluso biotecnología ambiental.
- Técnicas innovadoras que se están usando actualmente y que ayudarán en el progreso de avances en genética.

Procedimentales:

- El docente hará uso de una presentación de PowerPoint, así como de animaciones o clips de vídeo que ayuden a comprender los conocimientos requeridos.

Desarrollo:

El docente tendrá que dar unas bases de bioética, ya que en las próximas sesiones se abordarán temas polémicos para la sociedad que requieren de estos principios para poder tener un pensamiento crítico. Se desarrollará a lo largo de la sesiones siguientes temas como los transgénicos, la clonación, las células madre y por ello el estudiante debe saber de bioética para responder y debatir con fundamento.

Seguirá explicando aspectos generales de biotecnología, introduciéndose en la biotecnología agrícola hablando de la secuenciación y determinación de especies, sin entrar en los transgénicos, ya que estos se tratarán en el proyecto “**ENFRENTAMIENTO DE ROLES, TRANSGÉNICOS**”, después se tratará la biotecnología ambiental donde se enseñará entre otras cosas la biorremediación y por último la biotecnología médica donde se hablará del diagnóstico genético, de la terapia genética, e incluso se tratará técnica actuales como el CRISPR/Cas 9, que se dejará varios enlaces para ampliar conocimientos, ya que es una técnica revolucionaria cada vez más utilizadas en los laboratorios en todo el mundo. (Ver en bibliografía)

Por último, el profesor asignará grupos de 4 personas, para trabajar en el proyecto “**ENFRENTAMIENTO DE ROLES, TRANSGÉNICOS**”, que podrá o no utilizar los grupos formados anteriormente, esto lo determinará según los resultados que haya habido en el “**PROYECTO INVESTIGADORES**”.

Lo ideal es que el docente hable con otros profesores para desarrollar un aprendizaje holístico en el que poder unir en la misma sesión varias disciplinas y de esta forma poder dedicarle más tiempo a la exposición del proyecto.

Undécima sesión.

Descripción.

La sesión se dividirá en tres partes. La primera será emplear los 5 minutos primeros de clase para realizar un pequeño resumen de la sesión anterior. Los 30 minutos siguientes se explicará el tema de reproducción asistida y conceptos de células madre, este último tema se seguirá desarrollando en la siguiente sesión. Los 15 minutos restantes el

profesor los destinará al proyecto **“ENFRENTAMIENTO DE ROLES, TRANSGÉNICOS”**

Objetivos:

- Adquirir conocimientos sobre la reproducción asistida y las células madre, para que el alumno pueda desarrollar su opinión de manera crítica.
- Fomentar el trabajo cooperativo con el proyecto **“ENFRENTAMIENTO DE ROLES, TRANSGÉNICOS”**.
- Desarrollar el aprendizaje autónomo de los alumnos.

Competencias clave:

- Competencia lingüística.
- Competencia matemática y competencias básicas en ciencias y tecnología.
- Competencia digital.
- Competencia social y cívica.
- Sentido de la iniciativa y espíritu emprendedor.
- Aprender a Aprender.

Contenidos:

Conceptuales:

- Aprender conceptos y técnicas de reproducción asistida como la inseminación artificial, fecundación in vitro y transferencia intrauterina de gametos.
- Aprender características de las células madre y conceptos importantes como: células totipotentes, células pluripotentes y células multipotentes.
- Transgénicos ventajas y desventajas de su uso.

Procedimentales:

- El profesor debe enseñar la teoría con la ayuda de presentaciones, para ayudar a comprenderla con mayor facilidad e intensidad.
- El profesor actuará de guía en el proyecto **“ENFRENTAMIENTO DE ROLES, TRANSGÉNICOS”** para fomentar el aprendizaje cooperativo y autónomo.

Desarrollo:

El docente realizará un repaso a modo de resumen de la clase anterior en 5 minutos, atendiendo las dudas generales que hayan podido surgir. Hay que comprender que son temas que suscitan muchas dudas y curiosidad al alumnado.

Posteriormente el profesor explicará en 35 minutos conceptos y técnicas empleadas en la reproducción asistida, también se explicará brevemente sobre conceptos de células madre y dentro de este tema la diferencia entre los conceptos de células totipotentes, pluripotentes y multipotentes, aunque se dedicará más tiempo en la siguiente sesión. Para ello el docente se apoyará en una presentación de PowerPoint añadiendo imágenes reales para un mayor entendimiento en el que el alumno asocie la teoría con el desarrollo en la práctica de un laboratorio, de esta forma es más sencillo recordar y asimilar estas ideas. También se dejará material colgado para que los alumnos puedan ampliar sus contenidos (anexo 9).

Para terminar la sesión en los 10 últimos minutos, se trabajará sobre el proyecto **“ENFRENTAMIENTO DE ROLES, TRANSGÉNICOS”** donde el docente explicará cómo se va a desarrollar esta actividad. Este trabajo consiste en la investigación sobre transgénicos por parte del alumno para realizar un enfrentamiento de roles, donde los estudiantes tendrán que estar informados tanto de las ventajas como de las desventajas que tengan los transgénicos. Habrá 4 personas por grupo, por lo que tendremos unos 5 grupos. Los roles, no los sabrán los alumnos hasta el día de desarrollo de la actividad, por lo que tendrán que estar dispuestos a defender uno u otro argumento. Cada grupo desempeñará a un rol en concreto, los grupos serán los siguientes:

- Grupo 1: Harán una introducción sobre los transgénicos en donde deberán haber buscado información sobre la historia y aspectos generales de los transgénicos.
- Grupo 2: Tendrán que argumentar a favor de los transgénicos como si de empresas de alimentación se tratara.
- Grupo 3: Tendrán que argumentar en contra de los transgénicos como si fuesen un grupo de ecologistas.
- Grupo 4: Tendrán que tener planteadas cuestiones elaboradas a favor y en contra, para actuar como periodistas imparciales en busca de información.

- Grupo 5: Deberán anotar los puntos más críticos de la confrontación de roles para hacer un análisis y unas conclusiones que expondrán al resto de sus compañeros.

El docente dejará claro cómo va a evaluar esta actividad en esta sesión, para que los alumnos sepan cómo preparar la actividad. El profesor evaluará con una escala de valoración, donde 1 es la valoración más baja y 5 la más alta, un ejemplo es la siguiente:

Elementos a calificar	Puntuación				
	1	2	3	4	5
Preparación de contenidos					
Explicación de los contenidos (coherencia y expresión)					
Respeto por los compañeros					
Menejo adecuado del lenguaje					
Capacidad de síntesis					
Grado de participación					

Tabla 7. Escala de valoración

A parte, los alumnos una vez finalizada la actividad deberán realizar un breve análisis crítico personal sobre los transgénicos y una evaluación sobre la actividad (anexo 7), que entregarán en la siguiente sesión.

Duodécima sesión.

Descripción.

La sesión se dividirá de nuevo en tres partes. La primera parte de 5 minutos, se hará un pequeño resumen sobre la sesión anterior y se atenderá las dudas que hayan podido surgir. La segunda parte de 25 minutos se seguirá hablando sobre las células madre y se explicará la clonación. La tercera se trabajará en el proyecto “**ENFRENTAMIENTO DE ROLES, TRANSGÉNICOS**” durante los 20 minutos restantes.

Objetivos:

- Adquirir conocimientos sobre células madre y clonación, para que el alumno pueda desarrollar su opinión de manera crítica.
- Fomentar el trabajo cooperativo con el proyecto “**ENFRENTAMIENTO DE ROLES, TRANSGÉNICOS**”.
- Desarrollar el aprendizaje autónomo de los alumnos.

Competencias clave:

- Competencia lingüística .
- Competencia matemática y competencias básicas en ciencias y tecnología.
- Competencia digital.
- Competencia social y cívica.
- Sentido de la iniciativa y espíritu emprendedor.
- Aprender a Aprender.

Contenidos

Contenidos conceptuales.

- Aplicaciones de las células madre, (terapia celular a partir de células madre embrionarias, terapia celular a partir de células madre adultas) investigación, cordón umbilical y su contenido en células madre.
- El concepto de clonación celular. Estos conceptos se seguirán estudiando en la siguiente sesión.

Contenidos procedimentales.

- El profesor hará uso de clips de vídeo y presentación en PowerPoint para explicar los conceptos a desarrollar para realizar una clase más dinámica, facilitando una mayor comprensión.

Desarrollo:

El docente realizará un resumen de 5 minutos de la sesión anterior en la que resolverá las dudas que hayan podido surgir.

Posteriormente el profesor realizará una explicación teórica de 25 minutos, en donde retomará la explicación de células madre, explicando las aplicaciones sin entrar en demasiada profundidad, pero si para que los alumnos adquieran unos conocimientos sobre la terapia celular y dentro de ella: a partir de células madre embrionarias (descartadas por ahora) y a partir de células madre adulta. Se explicará cómo es posible su investigación y de dónde pueden recoger dichas células para su estudio.

También se hablará de clonación, aunque este tema seguirá en la siguiente sesión, es importante que el alumno comprenda este concepto y sus repercusiones, por ello el maestro colgará un enlace para que lean un artículo sobre la clonación para la siguiente

sesión (anexo 9) y de esta forma dedicar un poco de tiempo para realizar una reflexión en clase.

Los restantes minutos los alumnos trabajarán de forma cooperativa en el proyecto **“ENFRENTAMIENTO DE ROLES, TRANSGÉNICOS”**, en donde el profesor, irá de grupo en grupo ayudando en lo que estime oportuno para guiar a los alumnos en la realización del trabajo. Los alumnos deberán buscar e investigar sobre los transgénicos realizando un trabajo cooperativo y autónomo.

Decimotercera sesión.

Descripción:

La sesión se dividirá en cuatro partes. La primera parte de 5 minutos para realizar un breve resumen de la sesión anterior y aclarar y solucionar dudas. La segunda sesión será teórica donde el docente explicará la clonación por transferencia nuclear en 10 minutos. La tercera parte será una reflexión en clase de la clonación de 10 minutos. En los 25 minutos restantes se seguirá trabajando en el proyecto **“ENFRENTAMIENTO DE ROLES, TRANSGÉNICOS”**

Objetivos:

- Adquirir conocimientos de cómo se realiza la clonación en el laboratorio.
- Fomentar el trabajo cooperativo con el proyecto.
- Desarrollar el aprendizaje autónomo de los alumnos.

Competencias clave:

- Competencia lingüística.
- Competencia matemática y competencias básicas en ciencias y tecnología.
- Competencia digital.
- Competencia social y cívica.
- Sentido de la iniciativa y espíritu emprendedor.
- Aprender a Aprender.

Contenidos:

Conceptuales:

- Conocimientos sobre la técnica de clonación por transferencia nuclear.
- Conocimientos en transgénicos.

Procedimentales:

- Uso de PowerPoint para explicar la teoría.
- Uso de tablets e internet para investigar sobre los transgénicos.

Desarrollo:

El docente hará un pequeño resumen y atenderá las cuestiones de los estudiantes en los 5 minutos primeros. Después el profesor explicará la técnica de clonación por transferencia nuclear haciendo uso del PowerPoint y acto seguido entrarán en una reflexión de la clonación con respecto al artículo leído colgado en la red que ha facilitado el profesor y lo que ellos piensan al respecto. De esta forma haremos que el alumno adquiera conocimientos en el tema de clonación y a la vez los complete, compartiéndolos en clase y escuchando y respetando la reflexión de sus compañeros. Donde el profesor realizará el papel de moderador interviniendo si es necesario y anotará la participación de los alumnos.

Se dejará 25 minutos para el proyecto **“ENFRENTAMIENTO DE ROLES, TRANSGÉNICOS”**, esta será la última sesión en la que los estudiantes trabajen en la actividad, por lo que si es necesario deberán completar su trabajo fuera de las horas escolares. El profesor actuará de guía pasándose por cada grupo viendo cómo están trabajando y ayudándoles a orientar sus investigaciones si es necesario.

Decimocuarta sesión.

Descripción:

En esta sesión se dedicará por completo a la exposición del proyecto **“ENFRENTAMIENTO DE ROLES, TRANSGÉNICOS”**, al haber hablado con otros profesores como “Lengua Castellana y Literatura” (en el que pueden enseñar cómo realizar un debate y la forma de expresarse) y “Biología y Geología” (donde se verán conceptos, muy relacionados con los conceptos explicados en esta actividad y que en segundo de bachillerato formarán parte de la asignatura de Biología), dedicando de esta forma dos hora a esta sesión.

Objetivos:

- Realizar un aprendizaje cooperativo.
- Realizar un aprendizaje holístico.
- Fomentar el aprendizaje significativo.

- Expresar y aprender conceptos, desarrollando el pensamiento crítico de los alumnos.

Competencias clave:

- Competencia lingüística
- Competencia matemática y competencias básicas en ciencias y tecnología
- Competencia digital
- Competencia social y cívica.
- Sentido de la iniciativa y espíritu emprendedor
- Aprender a Aprender

Contenidos:

Conceptuales:

- Conceptos de transgénicos e ingeniería genética.

Procedimeteales:

- El grupo de alumnos realizará la exposición para exponer sus argumentos con lo que consideré oportuno, puede valerse de presentaciones en Powerpoint u otro programa que considere oportuno.

Desarrollo:

Al desarrollar con varios profesores esta actividad podremos contar con 2 horas para esta desarrollar la confrontación de roles.

El docente seleccionará el rol a desempeñar por cada grupo, como se ha descrito en la undécima sesión. Se dejarán 5 minutos para que cada grupo se prepare y dará comienzo la actividad.

Primero los profesores que actuarán como moderadores se colocarán entre el grupo 1 y 2. El grupo 4 se situará entrente de ambos grupos.

A partir de este instante se grabará con una cámara toda la actividad.

Los docentes indicarán el inicio de la actividad y el grupo 1 realizará la introducción. Una vez finalizada la exposición del grupo 1, el grupo 4 (los entrevistadores) iniciarán con respecto a las cuestiones elaboradas. Los alumnos de los grupos 2 y 3, deberán responder por turnos a las preguntas, exponiendo sus argumentos con fundamento y coherencia, Los profesores podrán intervenir si es necesario, tanto para dar la palabra a los alumnos, como para añadir alguna aclaración o reformular alguna pregunta.

Cuando se lleve aproximadamente la mitad de la sesión, se dejara un descanso de 10 minutos donde los alumnos pueden aprovechar para buscar más información e incluso formular otras preguntas con respecto a los argumentos expuestos hasta el momento.

Una vez finalizados estos 10 minutos, continuará la actividad como hasta el momento. Por último el grupo 5 habrá anotando todos los aspectos reseñables en esta sesión, además de sus propias anotaciones para hacer la conclusión final.

Una vez finalizada la actividad se dará acceso a la grabación a los alumnos, siempre y cuando, todos estén de acuerdo, se colgará en la red del centro. De esta forma este video puede servir de pildora de conocimiento y repaso de los conocimientos de transgénicos, además servirá de instrumento para que los alumnos corrijan sus errores de expresión, ya que no es lo mismo decir qué errores han cometido, como verse así mismos cometiéndolos. Lo interesante de poder grabar esta actividad, es que los alumnos tendrán un recuerdo de ella y además lo podrán ver siempre que consideren oportuno.

Una vez acabada la actividad, los alumnos deberán realizar un pensamiento crítico de los transgénicos y entregarlos en la siguiente sesión, así como una evaluación de la actividad (anexo 7).

Esta actividad, junto con el análisis crítico corresponderá a 2 puntos con respecto a la nota final. Siendo 1,5 puntos el desarrollo de la actividad, que sera evaluada con la escala de valoración propuesta en la undécima sesión y 0,5 puntos el análisis crítico.

Decimoquinta sesión.

En esta sesión se recogerá el análisis crítico, que se pidió en la sesión anterior y se resolverá todas las dudas de la unidad que puedan tener los alumnos de cara a la prueba escrita. Los alumnos podrán enviar preguntas por escrito en todo momento por correo electrónico de las dudas que les hayan podido surgir de la unidad.

Por último el alumno realizará una evaluación de la unidad (anexo 8), donde puede exponer sus comentarios y aspectos a mejorar que se podrían aplicar.

6.5. Organización espacial y temporal

Las sesiones se didactarán en el aula correspondiente del centro, excepto la novena sesión que se hará la visita a laboratorios de genética y la decimocuarta que podrá realizarse en el aula magna del centro, para que se desarrolle mejor la actividad “**ENFRENTAMIENTO DE ROLES, TRANSGÉNICOS**”.

Unidad didáctica: La revolución genética.

Como ya se ha descrito, esta unidad consta de 15 sesiones, es muy importante tener en cuenta la temporalización de las actividades para poder hablar con otros profesores y ponerse de acuerdo en realizar sesiones interdisciplinarias, así como programar alguna salida en la que se pueda necesitar más tiempo que el correspondiente a la asignatura de “Cultura Científica”. Siempre es importante establecer las actividades que requieren más tiempo con antelación para ponerse de acuerdo por ejemplo, con las instituciones pertinentes descritas en la novena sesión.

En la siguiente tabla se muestra la temporalización de las sesiones.

Sesión	Objetivos	Comp. clave	Contenidos conceptuales	Actividad	Tiempo en min.
Sesión 1	<ol style="list-style-type: none"> 1. Estimular la participación de los alumnos. 2. Reforzar y recordar conceptos vistos en Biología de cuarto de la ESO y de primero de bachillerato. 3. Valorar su conocimiento en ingeniería genética y biotecnología 	CM CD	<ol style="list-style-type: none"> 1. El ADN. 2. Su localización 3. Su replicación y expresión. 4. Concepto de gen. 5. Conceptos y aplicaciones de ingeniería genética. 6. Biotecnología 	Ideas previas	50
Sesión 2	<ol style="list-style-type: none"> 1. Enseñar al alumno que los avances de genética, han ido aumentando de forma progresiva gracias a los estudios aportados por distintos investigadores. 2. Desarrollar y ampliar conocimiento en cuanto al ADN del alumnado. 3. Conocer el grado de compactación del ADN 4. Involucrar al alumno en su primer trabajo cooperativo de esta unidad. 	CL CMCCT CSC	<ol style="list-style-type: none"> 1. Historia de los avances en genética 2. Biomolécula de ADN, su estructura, empaquetamiento y características. 		50
Sesión 3	<ol style="list-style-type: none"> 1. El ADN. 2. Conocer la replicación del ADN 3. Conocer la expresión del ADN 4. Comprender el código genético y no memorizarlo. 5. Fomentar el trabajo cooperativo 	CL CMCCT CD CSC SIEE CAA	<ol style="list-style-type: none"> 1. Conceptos generales de la transcripción y traducción. 2. Código genético y sus características 3. Historia de los avances en genética 	Proyecto Investigadores	50
Sesión 4	<ol style="list-style-type: none"> 1. Conocer el código genético y comprenderlo. 2. Conocer qué es una mutación. 3. Tener claro el concepto de gen y evitar errores conceptuales 4. Fomentar el trabajo cooperativo 	CL CMCCT CD CSC SIEE CAA	<ol style="list-style-type: none"> 1. Manejar el código genético. 2. Entender las mutaciones 3. Concepto de gen 4. Historia de los avances en genética 	Código genético Proyecto Investigadores	50
Sesión 5	<ol style="list-style-type: none"> 1. Conocer la historia de los avances en genética de forma que puedan explicarlo a sus compañeros lo que implica un mayor entendimiento para poder desarrollarlo. 2. Conseguir que los alumnos pierdan el miedo escénico y sepan defender sus trabajos 	CL CMCCT CD CSC SIEE CAA	<ol style="list-style-type: none"> 1. Historia de los avances en genética 	Proyecto investigadores	50

Tabla 8. Temporalización de la unidad.

Unidad didáctica: La revolución genética.

Sesión	Objetivos	Comp. clave	Contenidos conceptuales	Actividad	Tiempo en min.
Sesión 6	<ol style="list-style-type: none"> 1. Comprender conocimientos de Biotecnología moderna e ingeniería genética. 2. Extrapolar casos reales en el aula con el fin de un mayor aprendizaje. 3. Fomentar la motivación 	CL CMCCT CSC CAA	<ol style="list-style-type: none"> 1. Biotecnología e ingeniería genética 2. ADN recombinante. 3. Encimas de restricción y ejemplo de detección de mutaciones, técnica RFLP 	Enzimas de restricción	50
Sesión 7	<ol style="list-style-type: none"> 1. Entendimiento de técnicas de laboratorio. PCR y secuenciación. 2. Alcanzar una perspectiva del trabajo rutinario de un laboratorio. 	CL CMCCT CD CSC	<ol style="list-style-type: none"> 1. Técnica PCR con algunas variables y diversas aplicaciones. 2. Técnica de secuenciación, sus avances y sus aplicaciones 	Busqueda de noticias	50
Sesión 8	<ol style="list-style-type: none"> 1. El alumno debe adquirir conocimientos que le permitan tener un sentido crítico sobre el proyecto Genoma Humano. 2. Fomentar un aprendizaje significativo, haciendo que el estudiante sopesa los pros y contras del proyecto 	CL CMCCT CD CSC	<ol style="list-style-type: none"> 1. Proyecto Genoma Humano, aplicaciones, posibles beneficios y desventajas éticas. 	Reflexión genoma Humano	50
Sesión 9	<ol style="list-style-type: none"> 1. Aprendizaje más allá del aula. 2. Aprendizaje interdisciplinar. 3. Repaso de las técnicas analizadas en clase. 4. Experimentar cómo se trabaja en un laboratorio. 5. Tener una idea general de los temas que se estudian y analizan en un laboratorio. 	CL CMCCT CSC	<ol style="list-style-type: none"> 1. Técnicas de laboratorio. 2. Instrumentos y aparatos presentes en un laboratorio. 	Visita a laboratorios	195
Sesión 10	<ol style="list-style-type: none"> 1. Desarrollar el sentido crítico de los alumnos antes temas polémicos en la actualidad, explicando conceptos de bioética. 2. Comprender el avance de la ciencia gracias a noticias actuales. 	CL CMCCT CSC	<ol style="list-style-type: none"> 1. Conceptos de bioética. 2. Conceptos de biotecnología y dentro de ésta, biotecnología médica, biotecnología agrícola, e incluso biotecnología ambiental 3. Técnicas innovadoras que se están usando actualmente y que ayudarán en el progreso de avances en genética. 		50
Sesión 11	<ol style="list-style-type: none"> 1. Adquirir conocimientos sobre la reproducción asistida y las células madre, para que el alumno pueda desarrollar su opinión de manera crítica. 2. Fomentar el trabajo cooperativo con el proyecto 3. Desarrollar el aprendizaje autónomo de los alumnos 	CL CMCCT CD CSC SIEE CAA	<ol style="list-style-type: none"> 1. Aprender conceptos y técnicas de reproducción asistida como la inseminación artificial, fecundación in vitro y transferencia intrauterina de gametos 2. Aprender características de las células madre y conceptos importantes como: células totipotentes, células pluripotentes y células multipotentes. 3. Transgénicos ventajas y desventajas de su uso. 	Enfrentamiento de roles	50

Tabla 8. Temporalización de la unidad. (Continuación)

Unidad didáctica: La revolución genética.

Sesión	Objetivos	Comp. clave	Contenidos conceptuales	Actividad	Tiempo en min.
Sesión 12	<ol style="list-style-type: none"> 1. Adquirir conocimientos sobre células madre y clonación, para que el alumno pueda desarrollar su opinión de manera crítica. 2. Fomentar el trabajo cooperativo. 3. Desarrollar el aprendizaje autónomo de los alumnos. 	CL CMCCT CD CSC SIEE CAA	<ol style="list-style-type: none"> 1. Aplicaciones de las células madre, (terapia celular a partir de células madre embrionarias, terapia celular a partir de células madre adultas) investigación, cordón umbilical y su contenido en células madre. 2. El concepto de clonación. Estos conceptos se seguirán estudiando en la siguiente sesión. 	Enfrentamiento de roles	50
Sesión 13	<ol style="list-style-type: none"> 1. Adquirir conocimientos de cómo se realiza la clonación en el laboratorio. 2. Fomentar el trabajo cooperativo con el proyecto. 3. Desarrollar el aprendizaje autónomo de los alumnos. 	CL CMCCT CD CSC SIEE CAA	<ol style="list-style-type: none"> 1. Conocimientos sobre la técnica de clonación por transferencia nuclear 	Enfrentamiento de roles. Reflexión de la clonación.	50
Sesión 14	<ol style="list-style-type: none"> 1. Realizar un aprendizaje cooperativo. 2. Realizar un aprendizaje holístico. 3. Fomentar el aprendizaje significativo. 4. Expresar y aprender conceptos, desarrollando el pensamiento crítico de los alumnos. 	CL CMCCT CD CSC SIEE CAA	<ol style="list-style-type: none"> 1. Conceptos de transgénicos e ingeniería genética. 	Enfrentamiento de roles	100
Sesión 15	Resolución de dudas y evaluación por parte del alumnado de la unidad.				

Tabla 8. Temporalización de la unidad. (Continuación)

6.6. Atención a la diversidad

Esta unidad se plantea para alumnos que no requieran necesidades especiales, aunque como es normal siempre hay distintas capacidades, ya que no todos los alumnos son iguales, por lo que se prestará especial atención a los alumnos que lo necesiten.

Aunque en casi todas las sesiones y especialmente en la última, se dedica tiempo a atender las dudas que tengan los alumnos, el profesor deberá exponer el primer día su horario de tutorías para que los alumnos puedan acudir y resolver cualquier cuestión que no hayan comprendido, de todas formas se facilitará el correo electrónico, que el profesor mirará activamente.

Si los alumnos lo necesitaran el profesor puede adaptar las actividades planteadas al aprendizaje del alumno, tanto en alumno que requieran de actividades menos complejas, como en alumnos que requieran un aprendizaje mayor por sus altas capacidades, para este último caso, el docente en varias actividades, deja documentación colgada en el drive de la asignatura, para ampliar contenidos.

Es imprescindible la primera sesión, en la que los alumnos realizan un cuestionario de ideas previas para que el docente tenga una imagen de qué alumnos necesitarán especial atención.

6.7. Evaluación.

En toda unidad didáctica se debe plantear una evaluación, que sirva como herramienta para determinar si el alumno ha adquirido los conocimientos requeridos y objetivos marcados, para ello se evalúan cada una de las actividades propuestas a lo largo del curso así como su actitud, para llevar una evaluación continua.

En toda evaluación debe haber unos instrumentos de evaluación, unos criterios de evaluación, unos estándares de aprendizaje y por último unos criterios de calificación.

Los estándares de aprendizaje y los criterios de evaluación vienen recogidos en el BOCYL en la ORDEN EDU/363/2015 y presentados en la tabla 4 de este trabajo.

1. Instrumentos de evaluación

Para cada actividad se plantea un instrumento de evaluación, según se describe en la siguiente tabla:

ACTIVIDAD	INSTRUMENTO DE EVALUACIÓN
Contenidos previos	Anexo 1, Kahoot.
Proyecto investigadores	Rúbrica (tabla 6)
Código genético	Anexo 2, cuestionario entregado por cada alumno.
Enzimas de restricción	Anexo 3, cuestionario entregado por cada alumno.
Búsqueda de noticias	Anexo 4, cuestionario entregado por grupo.
Reflexión proyecto Genoma Humano	Anotación por parte del profesor de las respuestas de los alumnos (anexo 5), su participación y actitud en clase.
Visita laboratorio	Anexo 6, entrega de cuestionario por cada alumno
Reflexión Clonación	Anotación por parte del profesor de la participación y actitud en clase
Enfrentamiento de roles	Escala de valoración (tabla 7) y entrega de análisis crítico
Examen final escrito.	Valoración de las respuestas por parte del docente

Tabla 9. Instrumentos de evaluación.

2. Criterios de evaluación

Los criterios de evaluación de cada actividad se realizarán de una escala de 1 a 10, siendo 1, la puntuación más baja y 10, la puntuación más alta, siguiendo los criterios anteriormente explicados. Cada actividad tendrá un porcentaje con respecto a la nota final de la asignatura, tal y como se describe en la tabla 10.

Las ideas previas serán evaluadas por el Kahoot utilizado en la actividad ,1 pero no será calificado, ya que como se ha descrito solo servirá para tener una noción de los conocimientos de cada alumno y del nivel de la clase para esta unidad didáctica, por lo tanto no entrará dentro de este apartado.

Actividades y examen	Porcentaje de calificación
Proyecto investigadores	10%
Código genético	2,5%
Enzimas de restricción	2,5%
Búsqueda de noticias	2,5%
Reflexión proyecto Genoma Humano	2,5%
Visita laboratorio	2,5%
Reflexión Clonación	2,5%
Enfrentamiento de roles, transgénicos	20%
Examen final escrito.	50%
Actitud	5%

Tabla 10. Criterios de evaluación.

3. Evaluación del docente y de las actividades propuestas.

Con el fin de mejorar la dinámica propuesta y las actividades sugeridas, se hará una evaluación de la actividad “Proyecto investigadores” y “Enfrentamiento de roles, transgénicos” propuesta en la sesión correspondiente (anexo 7) y una evaluación de la unidad, donde se analizará el resto de actividades y la práctica docente (anexo 8).

1. Conclusiones.

Este trabajo se ha centrado en realizar una propuesta que rompa con el aprendizaje tradicional, desarrollando sesiones en las que se impulse la motivación por la genética y sus avances, la participación y la reflexión de temas polémicos asociados al entorno social, desencadenando en el alumno un análisis crítico, y a su vez todo ello, dentro de un marco de respeto y educación, tanto por el docente como por sus iguales.

El fin último de esta unidad es desarrollar un aprendizaje significativo, incluyendo al alumno como sujeto clave, realizando un papel imprescindible en el proceso de aprendizaje-enseñanza.

La cronología de las sesiones propuestas puede variar, pero es esencial tener una planificación y no dejar al azar el desarrollo de la unidad para cumplir con los contenidos establecidos en la ley y poder desarrollar unas correctas estrategias pedagógicas, así mismo tener en cuenta las capacidades de los alumnos y sus inquietudes y de esta forma adaptar las sesiones.

Es esencial que el alumno comprenda que la ciencia no es un trabajo de ciencia ficción y por ello es necesario extrapolar la teoría con la práctica, enganchando al alumno con el apasionante mundo de la ciencia.

8. Bibliografía

Libros:

Antunez, S., Del Carmen, L. M., Imbermón, F., Parcerisa, A. & Zabala, A. (1992) *Del proyecto educativo a la Programación de Aula*. Barcelona, España: Editorial Grao.

Alonso, J., & Ferrer, J. (1992). *El cuestionario MAPE-I: Motivación hacia el aprendizaje*, en J. Alonso Tapia: *Motivar en la adolescencia: Teoría, evaluación e intervención*. Madrid. España. Servicio de Publicaciones de la Universidad Autónoma (pp. 53- 92)

Ausubel, D.P. (1963). *The psychology of meaningful verbal learning*. New York, Estados Unidos: Editorial Grune and Stratton

Bybee, R. (1997). *Toward an understanding of scientific literacy*. In W. Graber & C. Bolte. Kiel, Alemania: Editorial Scientific literacy

CYRS, E. T. (1995). *Essential skills for college teaching: Creating a motivational environment*. Educational Development Associates

Díaz, F. & Hernández, G. (1999). *La motivación escolar y sus efectos en el aprendizaje*. Mexico DF, México: Editorial McGraw Hill

Dweck, C. S. & Elliot, E. S. (1983). *Achievement motivation*. Nueva York, Estados Unidos: Editorial Wiley

Gros, B. (2011). *Evolución y retos de la educación virtual: construyendo en el siglo XXI*. Barcelona, España: Editorial UOC.

Artículos:

García, A. & Garritz, A. (2006). Desarrollo de una unidad didáctica: El estudio del enlace químico en el Bachillerato. *Enseñanza de las ciencias* 24 (1): 111 – 124.

Pérez, A.I. (2014). Evaluación externa en la LOMCE. Reválidas, exclusión y competitividad. *Revista Interuniversitaria de Formación del Profesorado*, 81 (28.3), pp. 59-71.

Ruiz, C., Banet, E., López, L., & Ayuso, E. (2018) Utilización de entrevistas individuales para indagar sobre los conocimientos y las actitudes de los estudiantes de Bachillerato sobre la Biotecnología: los alimentos transgénicos 28 *Encuentros de Didáctica de las Ciencias Experimentales* pp. 1396-1400.

Sánchez, G. & Valcarcel, M.V. (2000). Relación entre el conocimiento científico y el conocimiento didáctico del contenido: un problema en la formación inicial del profesor de secundaria. *Alambique. Didáctica de las Ciencias Experimentales*, (24), pp. 78-86.

Solbes, J. & Vilches, A. (1997). STS interactions and the Teaching of Physics and Chemistry. *Science Education*, 81(4), pp. 337-386.

Tegegne, F., Aziz, A., Bhavsar, H., y Wiemers, R. (2013) Awareness of and attitudes towards biotechnology by Tennessee State university students with different backgrounds and majors. *Journal of Biotechnology Research* (5), pp. 16-23.

Uşak, M., Erdogan, M., Prokop, P., & Özel, M. (2009). High school and university students' knowledge and attitudes regarding biotechnology: A Turkish experience. *Biochemistry and Molecular Biology Education*, 37(2), pp.123-130.

Tesis:

Novalbos, D. R. (2016). *Desarrollo de una propuesta didáctica sobre contenidos de ecología en 2º de ESO a partir de situaciones problemáticas abiertas*. (tesis doctoral). Universidad Complutense de Madrid, Madrid, España.

Artículos digitales:

Arjona, M.L. (2010) Importancia y elementos de la programación didáctica. *Hekademos revista educativa digital*. Recuperado de:

http://www.hekademos.com/hekademos/media/articulos/07/HEKADEMOS_N7.pdf

Último acceso: 01/06/2019

Martín, M y Osorio, C. (2003) Educar para participar en ciencia y tecnología. Un proyecto para la difusión de la cultura científica. *Revista Iberoamericana de Educación*.

Recuperado de <https://docplayer.es/15378805-Educar-para-participar-en-ciencia-y-tecnologia-un-proyecto-para-la-difusion-de-la-cultura-cientifica-1.html>. Último acceso:

21/05/2019

Naranjo M. V, Lorca A.A, De las Heras M.A (2018) Conocimiento y actitudes hacia la biotecnología en alumnos de último curso de Educación Secundaria Obligatoria. *Revista Eureka sobre Enseñanza y Divulgación de las Ciencias*. Recuperado de

<https://revistas.uca.es/index.php/eureka/article/view/3865/3977>. Último acceso:

21/05/2019

Silva, J y Maturana, D. (2017) Una propuesta de modelo para introducir metodologías activas en educación superior. *Innovación educativa*. Recuperado de

[http://www.scielo.org.mx/scielo.php?script=sci_arttext&pid=S1665-](http://www.scielo.org.mx/scielo.php?script=sci_arttext&pid=S1665-26732017000100117#B13)

[26732017000100117#B13](http://www.scielo.org.mx/scielo.php?script=sci_arttext&pid=S1665-26732017000100117#B13). Último acceso: 06/06/2019

UNESCO (2004): Las tecnologías de la información y la comunicación en la formación docente. *Organización de las Naciones Unidas para la Educación de la Ciencia y la Cultura*. Recuperado de https://unesdoc.unesco.org/ark:/48223/pf0000129533_spa.

Último acceso: 06/06/2019

Páginas web:

<http://aebioetica.org/revistas/2002/47-48-49/9.pdf>. Último acceso: 19/06/2019

<http://docenciaydidactica.ecobachillerato.com/2007/06/elementos-que-componen-una-unidad.html>. Último acceso: 15/06/2019

https://elpais.com/elpais/2016/05/15/eps/1463263252_146326.html. Último acceso: 19/06/2019

<http://scielo.iics.una.py/pdf/ped/v39n1/v39n1a05.pdf>. Último acceso: 19/06/2019

<http://www.dnaftb.org/>. Último acceso: 19/06/2019

https://www.osakidetza.euskadi.eus/contenidos/informacion/2000_osteba_publicacion/es_def/adjuntos/2000/e_00_05_reproduccion_humana.pdf. Último acceso: 06/06/2019

<http://www.revfinlay.sld.cu/index.php/finlay/article/view/119/1105>. Último acceso: 06/06/2019

<http://www.rtve.es/alcarta/videos/tres14/tres-14-reproduccion-asistida/469050/>. Último acceso: 10/06/2019

<http://www.rtve.es/alcarta/videos/lab24/lab24-pgm10-entrev-29juliol/2663538/>. Último acceso: 15/06/2019

<http://www.rtve.es/noticias/20190529/expertos-cancer-piden-secuenciacion-genomica-se-incluya-sistema-sanitario/1947900.shtml>. Último acceso: 15/06/2019

Videos de la WEB

https://www.youtube.com/watch?time_continue=143&v=ZoE-G7YPvZQ. Último acceso: 20/06/2019

<https://www.youtube.com/watch?v=6w8NBqPw6js&t=2507s>. Último acceso: 20/06/2019

<https://www.youtube.com/watch?v=IKSCxzrdelk>. Último acceso: 21/06/2019

<https://www.youtube.com/watch?v=etwFmrH1QQg>. Último acceso: 21/06/2019

Legislación:

Estatal:

Ley Orgánica 2/2006, de 3 de mayo.

Ley Orgánica 8/2013, de 9 de diciembre.

Orden ECD/65/2015, de 21 de enero.

Real Decreto 1105/2014, de 26 de diciembre.

Autonómica.

ORDEN EDU/362/2015, de 4 de mayo.

9. ANEXOS.

Anexo 1: Ideas previas, sesión 1.

Realización del Kahoot:

<https://create.kahoot.it/details/cultura-cientifica-primero-de-bachillerato/3d128175-2e62-486a-8ee0-8a44cdbc6ff6>

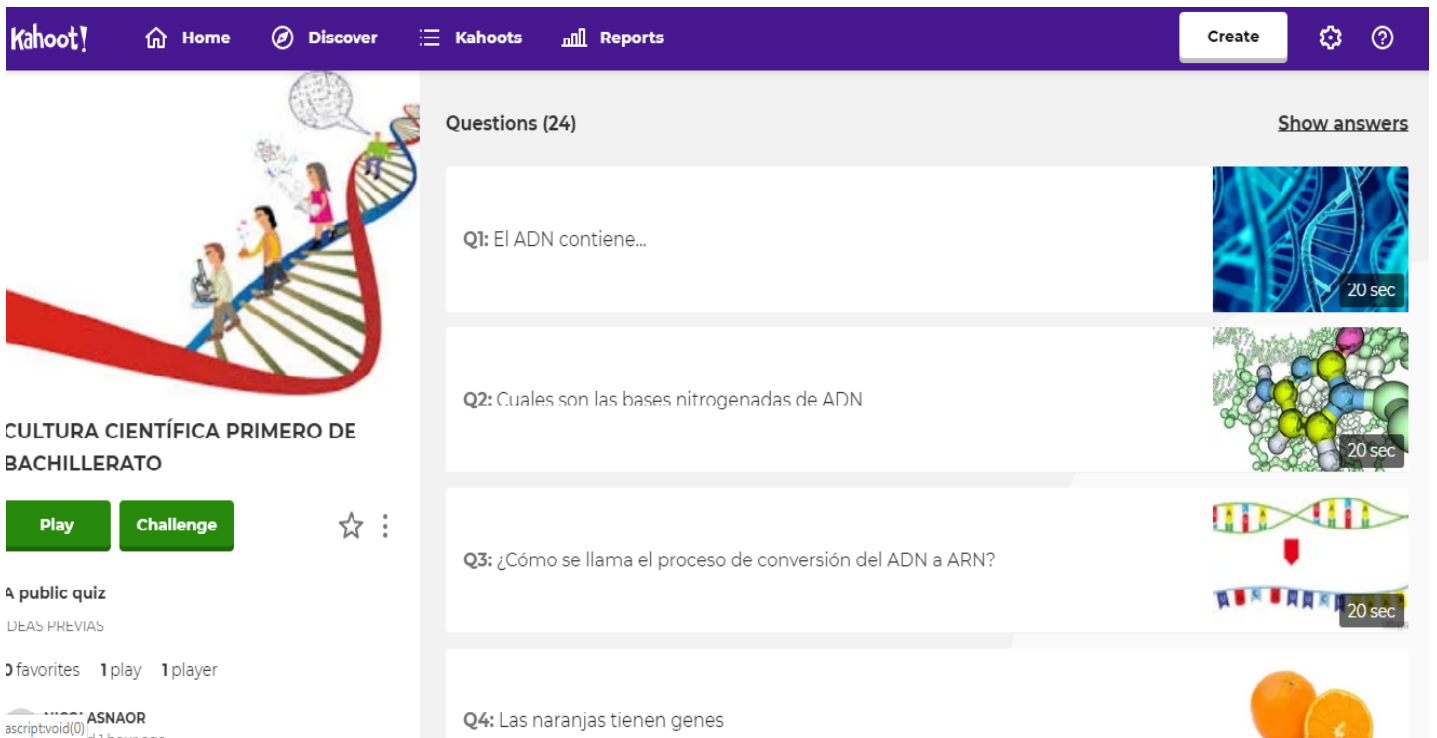


Imagen 3. Lista de preguntas Kahoot.

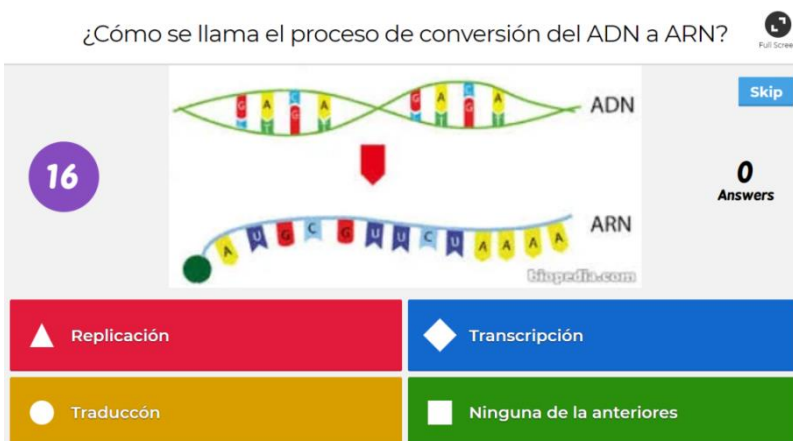


Imagen 4. Ejemplo de pregunta Kahoot.

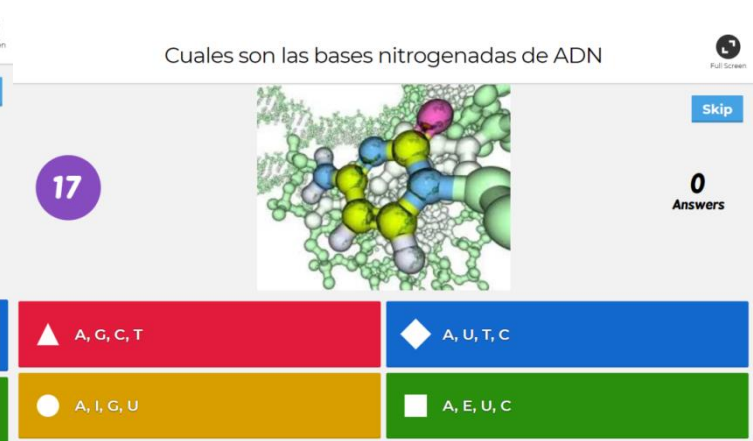


Imagen 5. Ejemplo de pregunta Kahoot.

Anexo 2: El código genético, sesión 4.

Nombre:

Apellidos:

1. Según la cadena de ARN siguiente y con la ayuda del código genético, explica cuál será la secuencia de aminoácidos que se traducirá.

ACAAGAUGAGCCACUAUGGGAAAUAAGGGA

2. Qué pasaría si hubiese un cambio en...
 - 2.1. la segunda G por una A
 - 2.2. La segunda C por una G
3. ¿Hay más de una marco de lectura? Razona tu respuesta.
4. Si hubiese una deleción en la cuarta A ¿qué cambiaría?

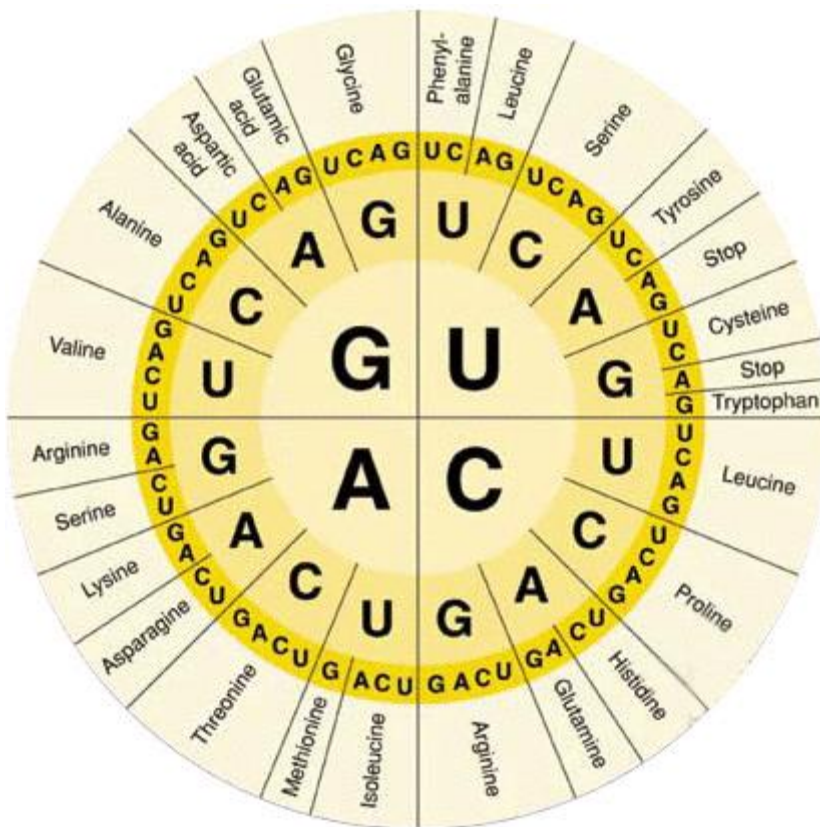


Imagen 6. Código genético.

Anexo 3: Enzimas de restricción. Sesión 5.

Nombre:

Nombre:

Apellidos:

Apellidos:

Lea las conclusiones de los siguientes artículos:

Heterocromatosis tipo 1

<http://www.revfinlay.sld.cu/index.php/finlay/article/view/119/1105>

Fibrosis quística

<http://scielo.iics.una.py/pdf/ped/v39n1/v39n1a05.pdf>

Respecto a los artículos anteriormente mostrados, contesten a las siguientes preguntas:

- ¿Para qué sirve la técnica RFLP?
- ¿Cómo se puede diagnosticar una enfermedad con las enzimas de restricción?
- ¿Qué pasaría si se utilizasen otras enzimas de restricción en estos trabajos?

Anexo 4: PCR Y Secuenciación. Sesión 7.

Lee las siguientes noticias

https://elpais.com/elpais/2016/05/15/eps/1463263252_146326.html

ADN forense, investigación criminal y búsqueda de desaparecidos

¿Cuáles son los pasos del análisis y las técnicas moleculares empleadas?

Tras la recogida de las muestras y el envío al laboratorio, los genetistas forenses proceden a la obtención de los perfiles genéticos de las muestras debitadas (sangre, semen, saliva, orina, pelos, tejidos, restos celulares en objetos usados o tocados) y las muestras de referencia (normalmente una toma bucal mediante hisopo o una muestra de sangre) utilizando los siguientes procedimientos:

1. Extracción y purificación del ADN.
2. Cuantificación del ADN humano obtenido para asegurar así la obtención de perfiles de alta calidad y reproducibilidad.
3. Amplificación y marcaje fluorescente de las regiones variables de ADN de interés utilizando la reacción en cadena de la polimerasa (PCR).
4. Separación por electroforesis y detección de los segmentos de ADN marcados generados mediante PCR.
5. Comparación de los perfiles genéticos obtenidos e interpretación de los resultados

<http://www.rtve.es/noticias/20190529/expertos-cancer-piden-secuenciacion-genomica-se-incluya-sistema-sanitario/1947900.shtml>

1. Busca una noticia en la que se hable de PCR y Secuenciación y haz un breve resumen de su contenido.

Anexo 5: Proyecto Genoma Humano. Sesión 8.

El profesor anotará los voluntarios a las preguntas, para establecer un orden y tenerlo en cuenta para la evaluación.

Un ejemplo de las preguntas, serían las siguientes:

- ¿Qué piensas que podría hacer la ciencia si se supiese como interactua el genoma humano?
- Si fueses un padre o madre preocupado/a porque en tu familia hay problemas de enfermedades genéticas, ¿permitirías la modificación genética de tu hijo?
- ¿Por qué piensas que hay tanta repercusión social con respecto a modificación genética.?
- ¿Cuál es la mayor ventaja desde tu punto vista del proyecto Genoma Humano?

Anexo 6: Salida a un laboratorio profesional. Sesión 9.

Nombre:

Apellidos:

1. Describe la investigación que está realizando el laboratorio.
2. ¿Qué técnicas están empleando?
3. Instrumentos y materiales destacables en su trabajo.
4. ¿Qué te ha resultado más interesante en este laboratorio?

Anexo 7. Evaluación por parte del alumno de la actividad.

Evalúa los siguientes apartados teniendo en cuenta que 1 es la puntuación más baja y 5 la puntuación más alta.

- A. Consideras apropiada la actividad propuesta en clase según los contenidos.
- B. La evaluación te ha parecido correcta.
- C. Consideras suficiente el tiempo destinado a esta actividad.
- D. El profesor ha actuado de guía ayudando si fuera necesario.
- E. Todos los compañeros han trabajado con la misma intensidad.

		PUNTUACIÓN				
		1	2	3	4	5
A						
B						
C						
D						
E						

¿Qué considerarías que podría ayudar a comprender mejor los conceptos de esta actividad?

¿Qué aspecto cambiarías de esta actividad según tu criterio para obtener un mayor rendimiento?

Se te ocurre otra actividad a desarrollar que contenga los contenidos de la asignatura.

Anexo 8. Evaluación de la unidad.

- A. Evalúa los siguientes apartados teniendo en cuenta que 1 es la puntuación más baja y 5 la puntuación más alta.
- B. Las actividades propuestas a lo largo de la actividad se han ajustado con la teoría.
- C. La explicación del profesor ha sido correcta.
- D. Los recursos presentados en el desarrollo de la unidad, tales como las presentaciones de PowerPoint, o lo vídeos seleccionados te han ayudado a comprender mejor los conocimientos impartidos en clase.
- E. Las reflexiones propuestas en clase te han permitido adquirir conocimiento más allá de la teoría.
- F. La salida a conocer cómo trabaja un laboratorio te ha parecido interesante.

		PUNTUACIÓN				
		1	2	3	4	5
A						
B						
C						
D						
E						
F						

- Hay algún aspecto a mejorar que consideres oportuno en el desarrollo de la unidad.
- Observaciones y comentarios.

Anexo 9. ¿QUIERES SABER MÁS?

<http://www.dnaftb.org/>

PROYECTO GENOMA HUMANO

<https://www.youtube.com/watch?v=6w8NBqPw6js&t=2507s>

<http://www.rtve.es/alacarta/videos/lab24/lab24-pgm10-entrev-29juliol/2663538/>

CRISPR/Cas 9

https://www.youtube.com/watch?time_continue=143&v=ZoE-G7YPvZQ

<https://www.youtube.com/watch?v=etwFmrH1QQg>

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

REPRODUCCIÓN ASISTIDA

https://www.osakidetza.euskadi.eus/contenidos/informacion/2000_osteba_publicacion/es_def/adjuntos/2000/e_00_05_reproduccion_humana.pdf

<http://www.rtve.es/alacarta/videos/tres14/tres-14-reproduccion-asistida/469050/>

CLONACIÓN

<http://aebioetica.org/revistas/2002/47-48-49/9.pdf>