

# TRABAJO FIN DE MÁSTER

UNIVERSIDAD DE VALLADOLID

MÁSTER EN FORMACIÓN DEL PROFESOR DE ESO Y  
BACHILLERATO, FORMACIÓN PROFESIONAL Y  
ENSEÑANZAS DE IDIOMAS

# *“BIOTECNOLOGÍA Y SOCIEDAD”*

**Autora: Sofía Serrano Dúcar**

**Tutor: Dr. Francisco Javier Arias Vallejo**

**Junio 2014**

<b>ÍNDICE</b>	<b>Pág.</b>
<b>1. Introducción al TFM</b>	<b>1</b>
<b>2. Importancia de la biotecnología en la sociedad actual</b>	<b>2</b>
<b>3. Importancia de la Biotecnología en el currículo</b>	<b>3</b>
<b>4. Objetivos del trabajo fin de máster</b>	<b>4</b>
<b>5. Marco normativo y justificación</b>	<b>6</b>
<b>6. Encuesta realizada a los alumnos</b>	<b>8</b>
<b>6.1. Objetivos de la encuesta</b>	<b>8</b>
<b>6.2. Encuesta utilizada para el estudio</b>	<b>9</b>
<b>6.3. Análisis de los resultados de la encuesta</b>	<b>11</b>
<b>6.4. Conclusiones de la encuesta</b>	<b>22</b>
<b>7. Propuesta de actividades</b>	<b>22</b>
<b>8. Propuesta de unidad didáctica</b>	<b>27</b>
<b>9. Conclusiones finales</b>	<b>54</b>
<b>10. ANEXOS</b>	<b>55</b>
<b>Webgrafía</b>	<b>60</b>
<b>Recursos didácticos</b>	<b>61</b>
<b>Bibliografía</b>	<b>63</b>

## 1. Introducción al TFM

Es incuestionable el hecho de que la ciencia tiene gran importancia en la cultura de la Humanidad. La ciencia es una de las grandes construcciones teóricas del hombre, su conocimiento va más allá de la información sobre los hechos científicos, forma al individuo, le proporciona capacidad de análisis y capacidad de búsqueda de la verdad. Y dentro del ámbito científico, la biotecnología se revela como el eslabón más reciente que vincula la ciencia, la naturaleza y la sociedad. Su conocimiento nos adentra en el futuro, y nos deberá marcar los límites éticos de interacción con la naturaleza.

En la vida diaria estamos en contacto permanente con términos relacionados con Biotecnología que nos afectan directamente, los medios de comunicación nos hablan constantemente de alimentos transgénicos, clonaciones, fecundación in vitro, terapia génica, trasplantes, investigación con embriones congelados... por los que parece imprescindible que los alumnos tengan una cultura científica básica que le permita entender el mundo actual, formar opiniones críticas sobre los temas relacionados con la Biotecnología y sus problemas éticos y evitar el carácter dogmático que le dan los medios de comunicación a algunas posturas relacionadas con la ciencia y su moralidad. Es decir, es necesario alcanzar la alfabetización científica en el alumnado.

En las siguientes páginas se tratará de dar una noción de la implicación que tiene la Biotecnología en la sociedad actual y su importancia a la hora de incluirla en el currículo a nivel educativo. Se quiere mostrar la visión que tiene el alumnado sobre Biotecnología y su grado de conocimiento e interés sobre ella.

Se elaborarán una serie de propuestas de actividades novedosas que hagan que el alumnado tenga una visión más atractiva de los temas relacionados con la Biotecnología y hacerles conscientes de la importancia que tienen en su vida diaria a través de la asignatura obligatoria de 1º Bachillerato, Ciencias para el Mundo Contemporáneo, y dotarles de unas nociones que les permitan desarrollar una mentalidad crítica y una opinión bien fundamentada sobre la información relacionada con Biotecnología que les llega a través de los medios de comunicación.

## 2. Influencia de la Biotecnología en la sociedad actual

La biotecnología es un área multidisciplinaria que emplea ciencias como la biología y la química con el objetivo de desarrollar aplicaciones en agricultura, farmacia, ingeniería de los alimentos, ciencias forestales y medicina. Probablemente el primero que usó este término fue el ingeniero húngaro Karl Ereky, en 1919.

Su carácter multidisciplinar dificulta la labor de elaborar una definición exacta, existen muchas y todas la enfocan, no como una ciencia sino como una serie de técnicas que utilizan agentes biológicos y microorganismos como herramienta. Una definición aceptada internacionalmente es la siguiente: *La biotecnología se refiere a toda aplicación tecnológica que utilice sistemas biológicos y organismos vivos o sus derivados para la creación o modificación de productos o procesos para usos específicos* (Convention on Biological Diversity, Article 2. Use of Terms, United Nations. 1992).

El objetivo final de la Biotecnología es la obtención de un producto, ya sea alimentario, farmacéutico, agrícola, o un servicio, como puede ser la depuración de aguas, la terapia génica, la conservación del medio ambiente o la biorremediación en situaciones de grandes catástrofes. El detonante común de todos estos elementos es el su utilidad para el ser humano, ya sea para mejorar nuestra calidad de vida o para ayudarnos a solventar un problema.

De este modo la Biotecnología se sitúa como elemento indispensable de una sociedad, en la que el desarrollo tecnológico ha hecho del ser humano un animal dependiente de los avances de la ciencia.

Debido a que la biotecnología atraviesa las fronteras de la ciencia, siendo un contenido que incluye temas relacionados con la economía, la ecología, la comunicación, entre otros, cabe plantearse el desafío de enseñar temas de ciencia básica estableciendo relaciones entre ella y la biotecnología y trabajar de manera interdisciplinaria con otras asignaturas. La biotecnología integra aspectos tan diversos como el conocimiento de los seres vivos, el ADN y la herencia, el desarrollo científico y tecnológico, la economía de los países y la percepción pública. Precisamente, esta diversidad de aspectos que

abarca la biotecnología entendida como un contenido escolar ofrece a los docentes la posibilidad de incorporar estos temas a las diferentes áreas del conocimiento, en las ciencias sociales y naturales, con variados niveles de complejidad. Por otra parte, la posibilidad de establecer relaciones entre ciencia básica y aplicaciones tecnológicas, puede proporcionar al alumno un aprendizaje significativo y conocimientos útiles para conocer mejor ciertos productos de consumo diario y los procesos involucrados en su fabricación. (Equipo docente del Programa Educativo Por Qué Biotecnología de ArgenBio, Marzo 2014).

### 3. Importancia de la Biotecnología en el currículo

¿Es cultura la ciencia? Cuando hablamos de cultura tendemos a relacionarla con arte, literatura, cine, teatro... sin pararnos a pensar si esas personas tan cultas tienen una ínfima base de conocimiento científico. Según la RAE (en su segunda acepción) cultura es: *Conjunto de conocimientos que permite a alguien desarrollar su juicio crítico.* Y ¿hay algo más criticado y controvertido que los avances científicos?

La Biotecnología ha entrado en nuestra sociedad y en nuestras vidas, no como una moda sino como el camino para combatir el hambre, las enfermedades y mejorar nuestra salud y calidad de vida en el mundo superpoblado que nos ha tocado vivir.

En la sociedad actual, inmersa en una revolución tecnológica, es necesario que los alumnos sean capaces de interpretar la información y sobre todo comprenderla. En este sentido las materias de ciencias son esenciales para abordar los retos científicos y tecnológicos. Además, un mayor y mejor conocimiento de la metodología científica contribuirá a mejorar la mentalidad crítica y la capacidad de razonamiento, lo que unido a una educación en valores tendrá como resultado una buena formación del individuo adulto.

En contra partida, el grado de conocimiento científico de los alumnos que llegar a cursar estudios superiores en la universidad está sufriendo un grave descenso, eso puede ser debido a una reducción de los contenidos y a una mala práctica educativa a la hora en la que éstos son impartidos, mediante clases expositivas alejadas de la

realidad cuyo único fin es la ejecución de una serie de conceptos, muchas veces, sin sentido. Pero la formación científica en niveles pre-universitarios no es importante solamente porque de ello depende que los alumnos cursen o no uno estudios superiores en ciencias, sino porque para ejercer como ciudadano crítico se necesita tener cierta cultura científica. Sin esta formación, ¿qué juicio crítico puede tener una persona sobre la conveniencia o no del uso de los transgénicos, sobre si es el biodiesel el responsable de la subida del precio del maíz, sobre la investigación con células madre, la clonación o la selección de embriones?

Según el Informe ROCARD (Junio, 2007) El número de jóvenes que se sienten atraídos por carreras de ciencias no deja de descender. Este desinterés por los estudios de ciencias ocurre en un momento en que la Unión Europea parece tener más claro que nunca que el futuro se encuentra unido a la formación científica y tecnológica que posea buena parte de su población. Así, en la Cumbre de Lisboa (2000) los jefes de estado y de gobierno destacaron que la prosperidad futura de Europa depende de la creación de un entorno en el que el desarrollo económico y social se base en el uso del conocimiento, y se fijaron como objetivo estratégico *"convertirse en la economía basada en el conocimiento más competitiva y dinámica del mundo, capaz de crecer económicamente de manera sostenible con más y mejores empleos y con mayor cohesión social"*. Por ello se considera indispensable concienciar al alumnado de la importancia que tiene el estudio de las ciencias que les proporcionarán la base para adquirir unas nociones en Biotecnología.

#### **4. Objetivos del Trabajo Fin de Máster**

El objetivo principal de este TFM es el estudio de la Biotecnología en la sociedad actual y su implicación en la vida diaria. Más allá de pretender mostrar unos contenidos complejos de Biotecnología, se ha buscado una visión más divulgativa a través de la que se demuestre la importancia de la asociación entre Biotecnología y Sociedad en el ámbito curricular de todos los alumnos, no solo de aquellos que vayan a encaminar sus estudios hacia una rama científica.

Los objetivos del presente TFM son los siguientes:

- I. Tratar de establecer el concepto de Biotecnología y las diferentes áreas que abarca.
- II. Dar a conocer la importancia de la Biotecnología en la sociedad actual a través de las aplicaciones más importantes.
- III. Mostrar mediante una encuesta, el grado de conocimiento que los alumnos tienen sobre Biotecnología, la formación que han recibido en el aula acerca del tema y su grado de implicación e interés.
- IV. Determinar la importancia del estudio de la Biotecnología, y de la ciencia en general, en el currículo a través de una asignatura obligatoria para todos los alumnos.
- V. Enfatizar la importancia que tienen los conocimientos sobre ciencia para todos los alumnos, no solo aquellos que cursen un itinerario de ciencias.
- VI. Justificar la elaboración de una Unidad Didáctica con contenidos de Biotecnología en la asignatura de Ciencias para el Mundo Contemporáneo de 1º Bachillerato.
- VII. Establecer la asignatura y el momento más adecuado para impartir la Unidad Didáctica.
- VIII. Proponer una Unidad Didáctica con los contenidos oportunos en función del Real Decreto vigente.
- IX. Incrementar la participación de la población en ámbitos relacionados con la Biotecnología.
- X. Establecer las oportunas conclusiones sobre los resultados obtenidos.

## 5. Marco normativo y Base legal

Uno de los objetivos de este TFM es la elaboración de una Unidad Didáctica relacionada con la Biotecnología y su implicación en la sociedad actual.

La asignatura elegida para el desarrollo de la Unidad Didáctica es **Ciencias para el Mundo Contemporáneo** de 1º Bachillerato que queda recogida dentro de la Ley Orgánica de Educación 2/2006, de 3 de mayo. Ésta era la legislación vigente hasta el 9 de Diciembre de 2013, cuando fue aprobada la nueva Ley Orgánica 8/2013 de Mejora de la Calidad Educativa (*LOMCE*), publicada en el BOE de 10 de Diciembre de 2013.

Es necesario recalcar que una de las principales razones para la elección de esta asignatura como obligatoria para todos los alumnos que cursen Bachillerato, es la importancia de tener una buena cultura científica, tanto para aquellos que cursen unos estudios superiores del ámbito científico como para aquellos que en buena parte se declinará por una rama no científica; estos últimos verán su futuro indirectamente vinculado a la ciencia. Esto ocurre con alumnos de Grados como el de Magisterio que se desvinculan del ámbito científico sin ser conscientes de que una de sus labores será dar la base del conocimiento en Ciencias Naturales en los primeros cursos del periodo educativo, para lo que necesitan una cultura científica bien formada.

Considero que sería interesante que esta asignatura obligatoria se impartiera dentro del último curso de la E.S.O., de esta manera todos los alumnos al terminar su etapa educativa obligatoria tendrían una base a partir de la cual ampliar su cultura científica sin necesidad de cursar unos estudios de Bachillerato.



La elección de esta asignatura, a pesar de ser eliminada con la nueva ley, se basa en que:

- El calendario de implantación de la *LOMCE* pospone la eliminación de la asignatura al curso académico 2015/16.
- La nueva asignatura llamada Cultura Científica, sustituta de CMC, carece de Real Decreto que determine el currículo según la *LOMCE*, por lo que se dificulta la posibilidad de llevar a cabo una propuesta que esté vinculada a la nueva ley.
- La aparición de la asignatura de Cultura Científica quedaría relegada al curso académico 2016/17.
- Según el *Proyecto de real decreto por el que se establece el currículo básico de la Educación Primaria, de la Educación Secundaria Obligatoria y del Bachillerato*, publicado en el BOE el 10 de Diciembre de 2013, en el *Anexo II* referente a las materias específicas, entre las que se recoge Cultura Científica de 4º de E.S.O., se dispone una estructuración de la asignatura en 5 bloques. La única diferencia entre ambas materias es que ésta última tiene un sexto bloque relacionado con TICs.
- Para la asignatura de Cultura Científica tanto los criterios de evaluación, los estándares de aprendizaje y la distribución de los bloques de contenidos, como la temática de los mismos, se ajustan y quedan prácticamente sin modificar al compararlos con los de CMC. Por lo que los contenidos propuestos en este TFM podrían ajustarse a los de la nueva asignatura.

En base a ello se propone la siguiente Unidad Didáctica para la asignatura de CMC de 1º de Bachillerato, con la posibilidad de poder adaptarla en el momento de implantación de la nueva ley a una futura asignatura con la que el *Proyecto de real decreto* mencionado (BOE el 10 de Diciembre de 2013, en el *Anexo II*) demuestra su compatibilidad.

## **6. Encuesta realizada a los alumnos**

Se propuso la siguiente encuesta a 144 alumnos del Colegio San José de Valladolid con el permiso de la profesora encargada de impartir las asignaturas correspondientes así como el de los alumnos que realizaron la encuesta de manera voluntaria, 46 alumnos cursaban la asignatura de Biología y Geología de 4º de E.S.O., 79 alumnos de 1º Bachillerato tanto de la modalidad de Ciencias y Tecnología como de la de Ciencias Sociales y 19 alumnos que cursaban Biología de 2º de Bachillerato.

La encuesta se elaboró intentando que las cuestiones fueran sencillas tanto en la comprensión como en la respuesta a elaborar y permitiesen poner de manifiesto tanto los conocimientos de los alumnos sobre Biotecnología como su intención e interés en el tema.

El amplio número de alumnos y la variabilidad de los cursos en los que se llevó a cabo la encuesta tienen como finalidad que la elección del curso y la asignatura se acerque lo máximo posible al objetivo principal de este TFM que no deja de ser otro que el estudio de la implicación de la Biotecnología en la sociedad actual. Buscando tratar de acercar la ciencia al mayor número de alumnos posible se seleccionó la asignatura de CMC que, aunque ya no se enmarca dentro del periodo de educación obligatoria, es cursada por un alto número de alumnos en nuestro país.

### **6.1. Objetivos de la encuesta**

La encuesta busca concretar los conocimientos que los alumnos tienen sobre Biotecnología, identificar su grado, interés e implicación en los diferentes cursos, en temas relacionados con ella. Mostrar la importancia de la Biotecnología en el currículo y sobre todo del estudio de la misma por un sector amplio de los estudiantes, sin seleccionar aquellos que encaminen sus estudios al ámbito de las ciencias.

## 6.2. Encuesta utilizada para el estudio

Los resultados de ésta encuesta son **TOTALMENTE ANÓNIMOS**. No pongas nombre, solo el curso y sección en la que estás. Rodea o pon una cruz al lado de la respuesta que quieras marcar.

1) ¿En algún momento has recibido información relacionada con la biotecnología por parte de tus profesores?

Si                      No

2) Cuando oyes hablar de biotecnología ¿cuál de las siguientes opciones relacionadas con la biotecnología consideras más importante?

Marca 2 opciones.

- Clonación.
- Células madre.
- Biocombustibles.
- Medicina regenerativa.
- Industria farmacéutica.
- Alimentos Transgénicos.
- Conservación del medio ambiente.
- Biorremediación.
- Alimentación.

3) ¿Conoces alguna aplicación de la biotecnología tradicional? ¿Cuál?

4) ¿Qué entiendes por biotecnología?

5) ¿Qué importancia tiene la biotecnología en la sociedad actual? ¿Por qué?

Poco importante

Algo importante

Bastante importante

Muy importante

- 6) ¿Te gustaría tener más conocimientos sobre biotecnología?
- 7) Indica algunas aplicaciones relacionadas con la biotecnología que tengan trascendencia en tu vida diaria.
- 8) Si has estudiado antes algo sobre biotecnología, ¿crees que los temas que has visto sobre ella a lo largo de tus estudios son actuales?
- Si                      No
- 9) ¿Conoces los problemas éticos relacionados con algún ámbito de la biotecnología como la clonación humana, el uso de alimentos transgénicos o las células madre. En caso afirmativo indica que problemas conoces.
- Si                      No
- 10) ¿Podrías decir alguna otra asignatura en la que podría tratarse temas relacionados con biotecnología?

**iiii MUCHAS GRACIAS POR TU COLABORACIÓN!!!!**

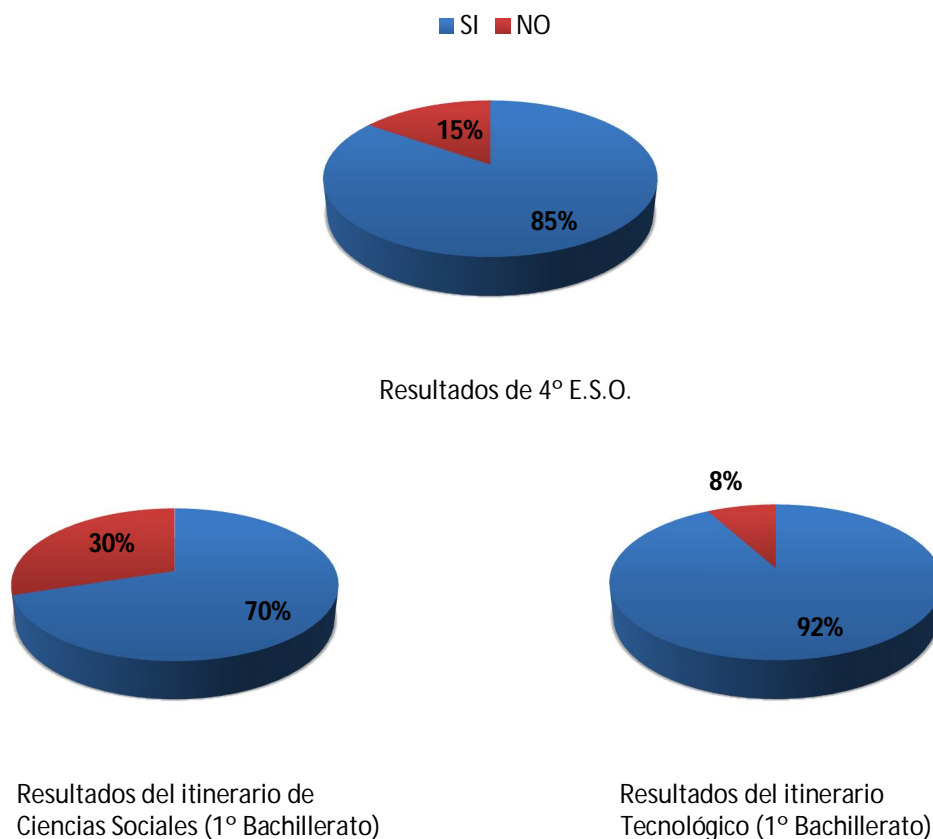
### 6.3. Análisis de los resultados de la encuesta

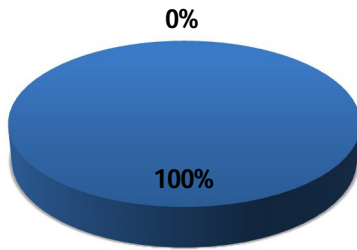
El análisis de los resultados de la encuesta se ha llevado a cabo de manera independiente para cada uno de los cursos a estudio. El grupo de 1º de Bachillerato se ha subdividido en cada una de las secciones a las que pertenecían los alumnos. De este modo tendremos un resultado para 4º E.S.O., tres para 1º Bachillerato (uno para el itinerario de Ciencias Sociales, otro para el de Tecnología y otro para la rama Biosanitaria) y un análisis para los alumnos de 2º Bachillerato que cursaban la asignatura de Biología.

La separación de grupos en 1º de Bachillerato ha mostrado las grandes diferencias de conocimientos e interés de los alumnos que cursan asignaturas de ciencias de aquellos que van por una rama de letras.

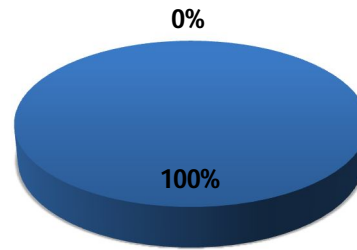
Pregunta 1: ¿En algún momento has recibido información relacionada con la biotecnología por parte de tus profesores?

La pregunta inicial trata de establecer si el alumno ha recibido información relacionada con Biotecnología sin entrar a analizar los conceptos que tienen sobre el tema.





Resultados del itinerario  
Biosanitario (1º Bachillerato)



Resultados de 2º Bachillerato

Los resultados correspondientes a esta pregunta tras la encuesta realizada a los alumnos de 4º de E.S.O. no son indicativos ya que los contenidos sobre Biotecnología que han recibido hasta ahora son escasos, no han entrado a estudiar el tema en profundidad, únicamente tratan la clonación en el tema de Genética.

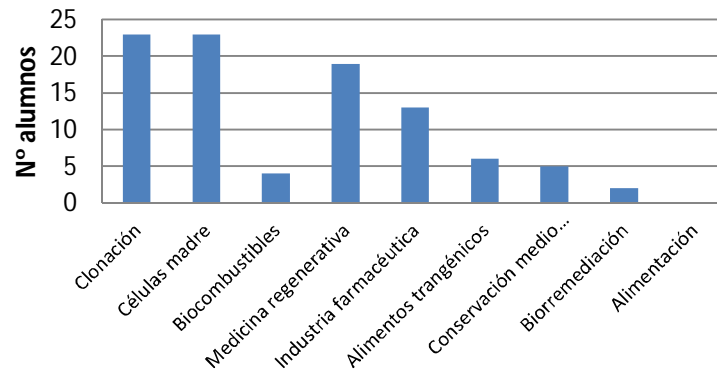
Se puede ver la gran diferencia que existe dentro de los resultados de los alumnos de 1º de Bachillerato en los que se puede observar una diferencia de hasta un 30% de alumnos del itinerario de Ciencias Sociales que dicen no haber recibido información sobre Biotecnología por parte de sus profesores. Este resultado es llamativo ya que en la asignatura de CMC han tratado el tema, incluso se han examinado sobre él y han tenido realizar un pequeño trabajo de investigación sobre Biotecnología.

La negativa obtenida en la encuesta realizada a los alumnos del itinerario Tecnológico no es muy significativa ya que el 8% solo corresponde a 2 alumnos, al realizar la encuesta se espera que alguno de los alumnos responda sin mucho interés y sin prestar atención a los que se pregunta ya que saben que no se trata de un examen.

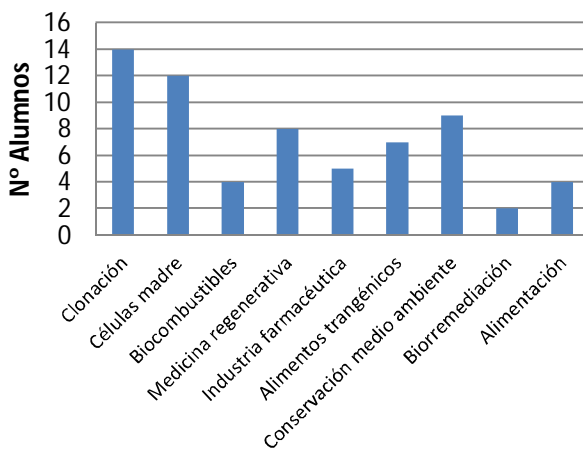
El resultado de los alumnos del itinerario Biosanitario y de los alumnos de 2º de Bachillerato es el esperado ya que son los que muestra un mayor interés sobre el tema.

Pregunta 2: Cuando oyes hablar de biotecnología ¿cuál de las siguientes opciones relacionadas con la biotecnología consideras más importante?

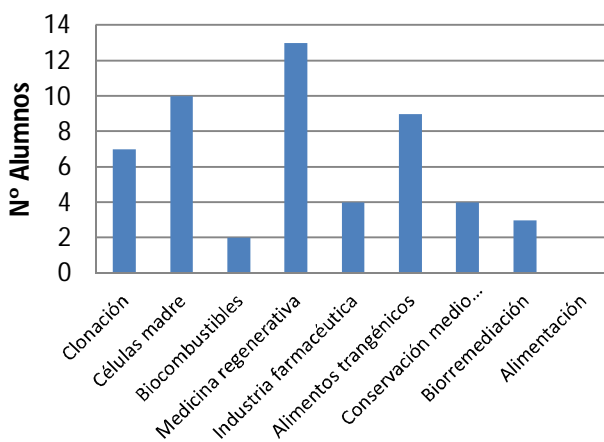
Con la segunda pregunta se pretendía ver qué conceptos son capaces de relacionar los alumnos con Biotecnología.



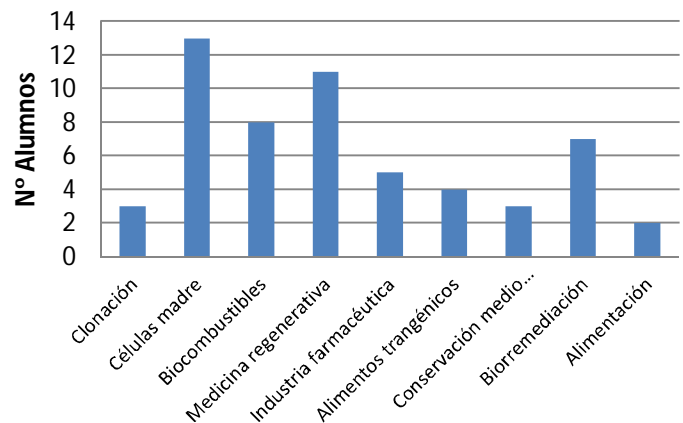
Resultados de 4º E.S.O.



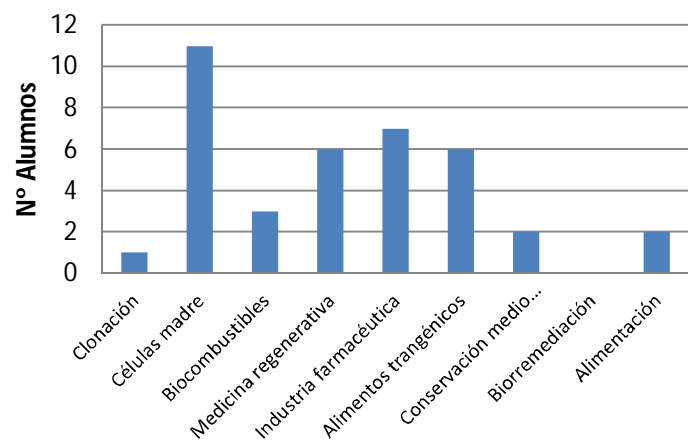
Resultados del itinerario de Ciencias Sociales



Resultados del itinerario Biosanitario



Resultados del itinerario Tecnológico



Resultados de 2º Bachillerato

En general existe una gran variabilidad de respuestas en todos los cursos en los que se ha llevado a cabo la encuesta. La gran mayoría de los alumnos asocia en la respuesta la clonación, células madre y medicina regenerativa.

Es llamativo el número tan bajo de alumnos que le dan importancia a los alimentos transgénicos, cabría esperar que este número fuera mayor ya que es un tema muy debatido y que tiene gran repercusión en los medios de comunicación.

Muy pocos son los alumnos que asocian la importancia de la Biotecnología con la conservación del medio ambiente y con la biorremediación.

Pregunta 3: ¿Conoces alguna aplicación de la biotecnología tradicional? ¿Cuál?

En esta pregunta podemos ver una gran diferencia en el grado de conocimiento del concepto de biotecnología tradicional. Los alumnos de 4º de ESO y la gran mayoría de alumnos del itinerario de Ciencias Sociales dicen desconocer alguna aplicación de la biotecnología tradicional, alguno de ellos la relaciona con los alimentos transgénicos o con la clonación.

El porcentaje de alumnos que es capaz de identificar la biotecnología tradicional con la utilización de microorganismos para la producción de alimentos como derivados lácteos, pan o bebidas alcohólicas fermentadas va aumentando en el itinerario Tecnológico, siendo llamativamente superior en los alumnos de la rama Biosanitaria, incluso mayor que el de los alumnos de 2º Bachillerato. En muchos casos lo relacionan con la producción de detergentes, la manipulación textil y la selección de individuos en agricultura y ganadería.

La diferencia a la hora de comprender el término de biotecnología tradicional entre los alumnos de 4º E.S.O y 1º Bachillerato es esperable ya que los primeros solo han recibido algún concepto relacionado con ingeniería genética y clonación. En cambio, a la hora de analizar los resultados de los alumnos de 1º Bachillerato las diferencias no deberían ser tan significativas ya que, en el momento de la realización de la encuesta, todos los alumnos han recibido la misma información acerca de la biotecnología tradicional en la asignatura de Ciencias para el Mundo Contemporáneo. Los alumnos del itinerario Biosanitario no tratan temas relacionados con Biotecnología en la



asignatura de Biología y Geología, ya que es un tema que se reserva para Biología de 2º Bachillerato.

En general los alumnos que dicen conocer aplicaciones de la biotecnología tradicional, y lo hacen de manera correcta, los relacionan con la producción de queso y yogur, producción de pan y fermentación de zumos para la producción de bebidas alcohólicas como vino y cerveza.

#### Pregunta 4: ¿Qué entiendes por biotecnología?

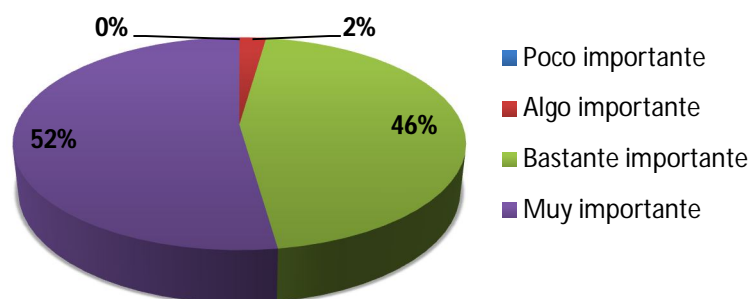
El hecho de ser un área multidisciplinar dificulta que los alumnos puedan formular una definición clara del concepto de Biotecnología.

El objetivo de la pregunta no era tanto que los alumnos dieran una definición precisa de Biotecnología, sino que fueran capaces de reconocerla como un campo de la ciencia que interrelaciona varias disciplinas, que se trata de una ciencia aplicada en las que se trabaja con organismos vivos y cuyo fin es obtener un producto que facilite y mejore la calidad de vida de la población.

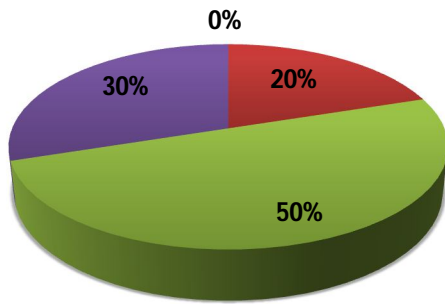
La mayoría de los alumnos definen la Biotecnología como la aplicación de la tecnología a la biología, incluyen conceptos como "ciencia aplicada a", "organismos modificados genéticamente", "ADN", "organismos vivos" asociados a términos como "beneficio para la sociedad", "mejora de la calidad de vida" y "búsqueda de soluciones a problemas relacionados con medicina".

#### Pregunta 5: ¿Qué importancia tiene la biotecnología en la sociedad actual? ¿Por qué?

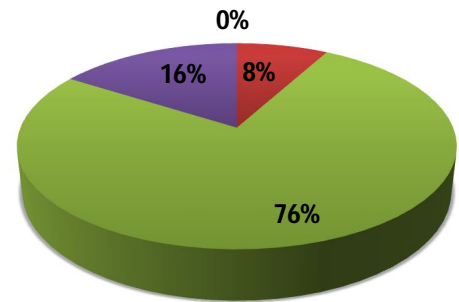
Esta pregunta muestra el grado de importancia que los alumnos dan a la Biotecnología en la sociedad actual.



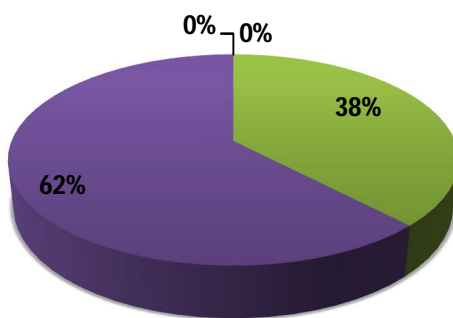
Resultados de 4º E.S.O.



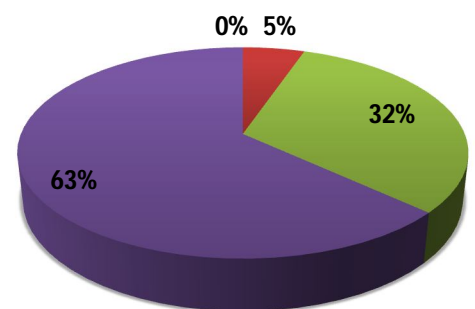
Resultados del itinerario de Ciencias Sociales (1º Bachillerato)



Resultados del itinerario Tecnológico (1º Bachillerato)



Resultados del itinerario Biosanitario (1º Bachillerato)



Resultados de 2º Bachillerato

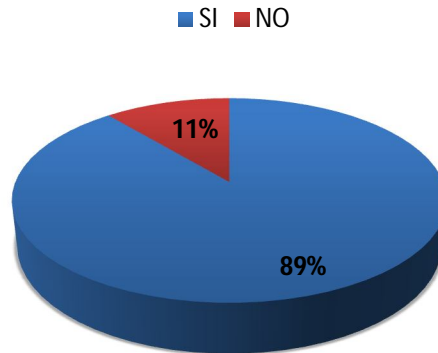
En general los alumnos dan un grado de importancia alto a la Biotecnología en la sociedad actual. Más del 90% de los alumnos dan como respuesta "Bastante importante" o "Muy importante" en todos los cursos en los que se ha llevado a cabo la encuesta.

El grupo en el que el número de respuestas conceden menos importancia es el del itinerario de Ciencias Sociales de 1º Bachillerato. Estos datos se corroboran con el resto de la encuesta. El grado de implicación e interés es menor que en el resto, y significativamente menor que el que muestran el grupo del itinerario Biosanitario.

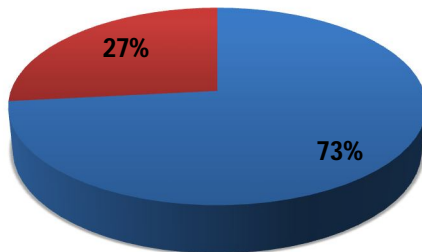
Es llamativo el caso del grupo del Bachillerato Tecnológico cuya respuesta mayoritaria ha sido "Bastante importante", no deja de ser una simple curiosidad ya que como se ha dicho antes en general el grado de importancia que los alumnos dan a la Biotecnología en la sociedad actual es alto.

Pregunta 6: ¿Te gustaría tener más conocimientos sobre biotecnología?

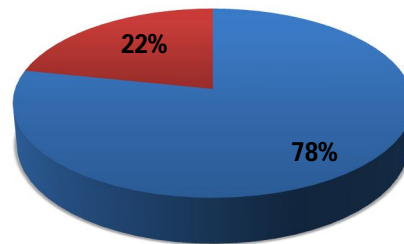
En este caso, se les pregunta a los alumnos si les gustaría tener más conocimientos sobre Biotecnología.



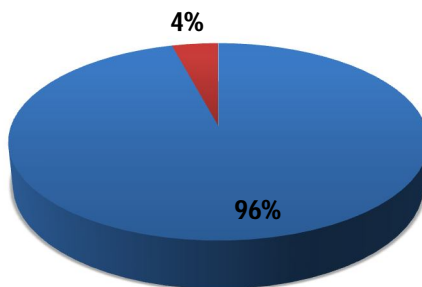
Resultados de 4º E.S.O.



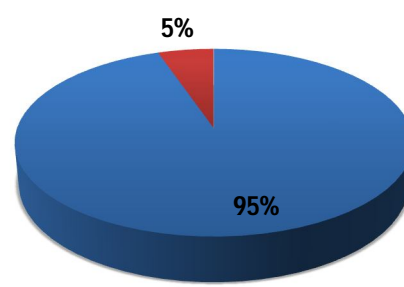
Resultados del itinerario de Ciencias Sociales (1º Bachillerato)



Resultados del itinerario Tecnológico (1º Bachillerato)



Resultados del itinerario de Biosanitario (1º Bachillerato)



Resultados de 2º Bachillerato

Un alto porcentaje de los alumnos dice querer tener más conocimientos sobre Biotecnología, la mayoría considera que es el futuro y que les gustaría saber más. Muchos lo asocian con tener una buena cultura científica y como era de esperar es superior en aquellos que cursan asignaturas relacionadas directamente con la Biología (ya sea en 4 E.S.O., 1º o 2º Bachillerato).

En un solo caso un alumno de 2º de Bachillerato dijo no querer tener más conocimientos sobre Biotecnología, justificándose con que ya tenían bastantes cosas que estudiar para Selectividad. Lo que indica la presión que tienen los alumnos de este curso para poder acceder a los estudios superiores en los que estén interesados.

Los alumnos que cursan el itinerario de Ciencias Sociales y cuya respuesta a esta pregunta ha sido negativa, lo achacan a que ellos son de letras y la ciencia les pilla lejos de lo que quieren estudiar, que son temas lejanos para un alumno de letras...

Es curioso el caso de los alumnos del itinerario Tecnológico, en el que se esperaría un mayor interés por parte de los alumnos, ya que no dejan de ser alumnos de ciencias. Ven la Biotecnología muy vinculada a la biología y dicen que eso no les interesa.

Pregunta 7: Indica algunas aplicaciones relacionadas con la biotecnología que tengan trascendencia en tu vida diaria.

La mayor parte de los encuestados han respondido a esta pregunta aunque este número es ligeramente menor en las encuestas realizadas a los alumnos de 4º E.S.O., como ya se ha señalado previamente, esto puede ser debido a que la información que han recibido sobre Biotecnología es muy escasa.

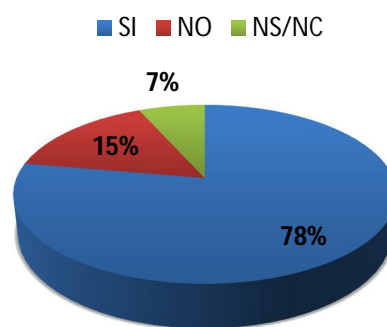
Los alumnos que han contestado a esta pregunta, relacionan las aplicaciones de la Biotecnología a la vida diaria con los alimentos modificados genéticamente, la producción de medicinas y vacunas y con la depuración de aguas, conservación del medio ambiente y biorremediación.

Los datos contrastan con los obtenidos en la pregunta nº2, en la que la gran mayoría de los alumnos daba mayor importancia a temas como las células madre y la clonación. Cabría esperar que en este caso hubieran seleccionado aquellos temas con los que

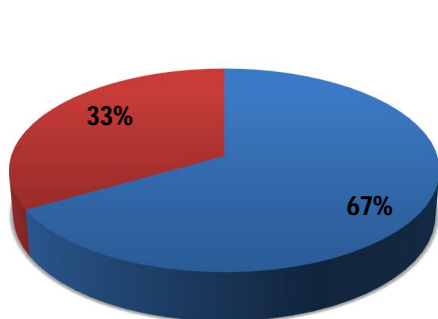
obtuvieran un contacto más directo en el día a día y de los que obtuvieran un beneficio más inmediato.

Pregunta 8: Si has estudiado antes algo sobre biotecnología, ¿crees que los temas que has visto sobre ella a lo largo de tus estudios son actuales?

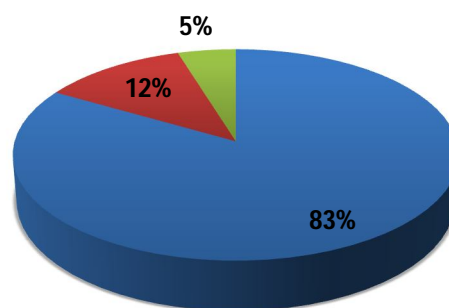
Con esta pregunta se pretende poner de manifiesto si el alumno es capaz de relacionar los temas que ha visto en clase con la información sobre los avances en Biotecnología que da los medios de comunicación.



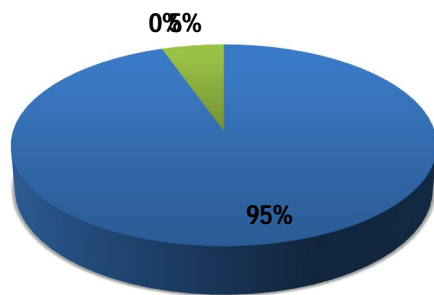
Resultados de 4º E.S.O.



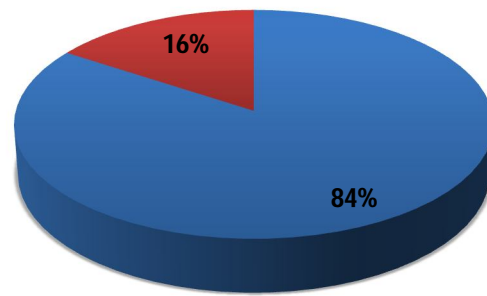
Resultados del itinerario de Ciencias Sociales (1º Bachillerato)



Resultados del itinerario Tecnológico (1º Bachillerato)



Resultados del itinerario  
Biosanitario (1º Bachillerato)

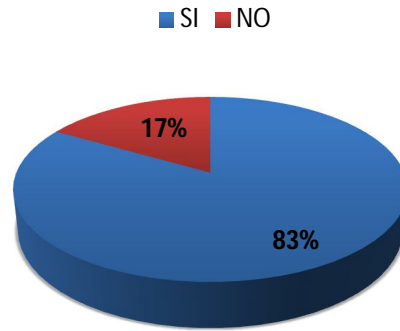


Resultados de 2º Bachillerato

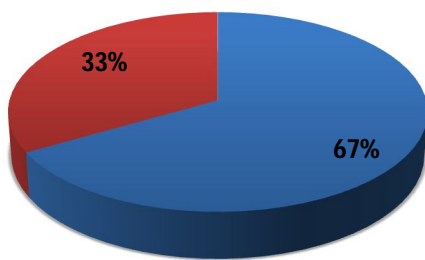
Un alto porcentaje de los alumnos considera que la información que ha recibido en clase por parte del profesor estaba actualizada, aunque no deja de sorprender el elevado número de alumnos del itinerario de Ciencias Sociales que ven poco actualizados los contenidos recibidos, alguno de ellos ha recalcado que le hubiera gustado ver cosas más novedosas.

Pregunta 9: ¿Conoces los problemas éticos relacionados con algún ámbito de la biotecnología como la clonación humana, el uso de alimentos transgénicos o las células madre. En caso afirmativo indica que problemas conoces.

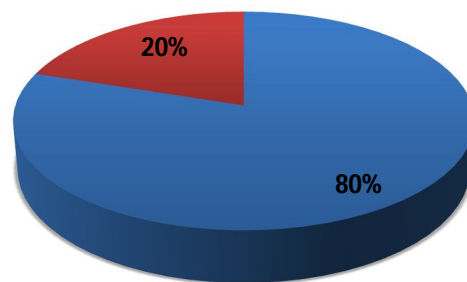
En esta última parte de la encuesta se pretendía conocer el grado de conocimiento que tienen los alumnos sobre Biotecnología más allá del puro fundamento teórico-práctico que supone el tema. Se busca indagar en el grado de conocimiento que tienen los alumnos sobre las implicaciones éticas y morales que suponen algunas prácticas relacionadas con la Biotecnología.



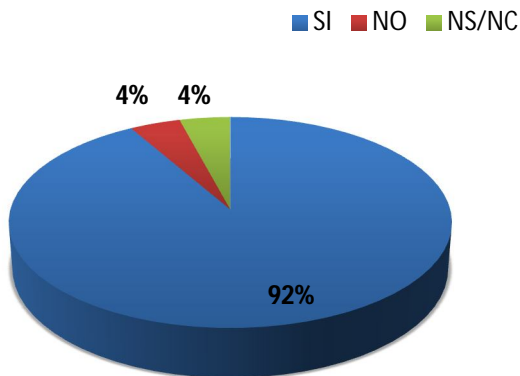
Resultados de 4º E.S.O.



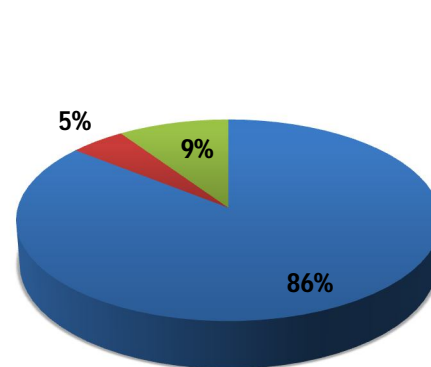
Resultados del itinerario de Ciencias Sociales (1º Bachillerato)



Resultados del itinerario Tecnológico (1º Bachillerato)



Resultados del itinerario de Biosanitario (1º Bachillerato)



Resultados de 2º Bachillerato

La mayor parte de los alumnos encuestados reconoce saber los problemas éticos que conllevan algunas prácticas relacionadas con el ámbito de la Biotecnología como el consumo de alimentos transgénicos, la investigación con células madre o la clonación. Una buena parte de los alumnos encuestados habla de los problemas morales de hacer bebés a la carta, de clonar seres humanos o de la salubridad del consumo de alimentos modificados genéticamente.

Pregunta 10: Podrías decir alguna otra asignatura en la que podría tratarse temas relacionados con biotecnología?

Esta última pregunta, asociada a la anterior, tiene como fin comprobar si el alumno era capaz de relacionar los problemas éticos y morales con asignaturas como Formación Humana, Filosofía, Ética o Religión.

La mayoría de los encuestados ha nombrado asignaturas como Ciencias Naturales, Química, Tecnología y Biología y Geología. Un número muy reducido repartido entre todos los cursos ha sido capaz de identificar los problemas éticos y relacionarlos con las asignaturas que se buscaba.

#### **6.4. Conclusiones obtenidas tras el análisis de la encuesta**

Del análisis de los resultados obtenidos en la encuesta anteriormente expuesta se pueden extraer las siguientes conclusiones generales:

1. La mayoría de los alumnos, salvo las excepciones mencionadas, dicen haber recibido información relacionada con Biotecnología por parte de sus profesores.
2. Aunque existe una gran variabilidad de respuestas acerca de la importancia que tienen algunos temas de actualidad relacionados con Biotecnología, la gran mayoría de los alumnos asocia en la respuesta la clonación, células madre y medicina regenerativa.
3. En general los alumnos no son capaces de identificar el concepto de Biotecnología tradicional.



4. A pesar de que incluso a nivel científico no hay unanimidad a la hora de conformar una definición de Biotecnología, los alumnos son capaces de identificarla con términos muy concretos.
5. En general los alumnos dan un grado de importancia alto a la Biotecnología en la sociedad actual.
6. Un alto porcentaje de los alumnos dice querer tener más conocimientos sobre Biotecnología.
7. Un alto porcentaje de los alumnos considera que la información que ha recibido en clase por parte del profesor estaba actualizada.
8. La mayor parte de los alumnos son capaces de ver la trascendencia ética de las aplicaciones de la Biotecnología, aunque no son capaces de relacionarlas con las asignaturas esperadas (Ética, Filosofía...).

Como resumen a todo lo anterior se hace evidente la necesidad de una asignatura como CMC que dote al alumnado de una cultura científica adaptada al mundo actual independientemente de su orientación académica.

## **7. Propuesta de actividades**

Habiendo comprobado mediante las encuestas que no la totalidad del alumnado considera el estudio de las ciencias importante en su educación, se van a llevar a cabo una serie de propuestas de actividades con las que se pretende que los alumnos vean más atractivo el estudio de la materia de Ciencias para el Mundo Contemporáneo.

Defienden su negativa argumentando que no son alumnos de ciencias, y que el tema de la Biotecnología queda demasiado lejos de sus intereses, sin ser conscientes de que, independientemente de sus estudios superiores, el conocimiento de las ciencias va más allá del ámbito escolar.

En el presente apartado se expondrán una serie de propuestas (recogidas dentro de la Unidad Didáctica presentada) para una mejora de la enseñanza de la Biotecnología y

aspectos relacionados con la misma en el ámbito escolar. La puesta en práctica de las actividades queda recogida dentro de la Unidad Didáctica propuesta en el siguiente apartado.

- Visionado de películas y documentales que hagan que el alumno tenga una postura ante la asignatura más atrayente. Hay que recordar que no se trata de una asignatura en la que primen los contenidos sino que busca crear en el alumnado una mentalidad crítica, dotarle de una base de cultura científica con la que sea capaz de integrarse en la sociedad en la que vive y de fundamentar un juicio propio en temas relacionados con la ciencia.

El cine, dada su proximidad a otras disciplinas como la literatura o la fotografía, tiene una capacidad innata de comunicación y expresividad convirtiéndose en un poderoso medio para la reflexión, e incluso para el intento de cambio social, moral...

Esta actividad se podría llevar a cabo a través de documentales, como los propuestos en la Unidad Didáctica, o mediante una película.

En este caso se ha seleccionado el film "*Gattaca*", en el que se tratan temas como la selección de embriones, la manipulación genética... y mediante el cual se podrá debatir sobre problemas éticos relacionados con estas aplicaciones.

- Prácticas de laboratorio mediante las que los alumnos entren en contacto con el método científico pero desde una postura más informal.

Se pueden llevar a cabo experiencias sencillas de laboratorio en las que el requerimiento de materiales no sea muy costoso como procesos de fermentación para la elaboración de pan, yogur, cerveza... A pesar de que pueden parecer prácticas sencillas, la propuesta es llevarlas a cabo en el contexto del desarrollo de los contenidos relacionados con Biotecnología con la intención de que los alumnos sean conscientes de las implicaciones que tiene la misma en la vida diaria, al margen de la Biotecnología más compleja basada en la manipulación genética.

En el caso de que el número de alumnos sea muy grande o las condiciones del centro no permitan ir al laboratorio, se pueden utilizar simuladores virtuales de

laboratorio mediante los cuales recrear los pasos que se llevarían a cabo en un laboratorio real:

- Biointeractive:  
<http://www.hhmi.org/biointeractive/virtual-lab-series>
  - Biomodel:  
<http://biomodel.uah.es/lab/inicio.htm>
  - LabBench:  
[http://www.phschool.com/science/biology\\_place/labbench/lab6/intro.html](http://www.phschool.com/science/biology_place/labbench/lab6/intro.html)
- Debates sobre temas relacionados con Biotecnología utilizando distintos artículos de investigación y de opinión. La propuesta de esta actividad se basa en que cada uno de los alumnos de manera individual haga una lectura de los temas propuestos y un pequeño trabajo de investigación. Los artículos son aportados por el profesor o bien se utilizarán los proporcionados en el libro de texto.

Con este tipo de actividades se pretende fomentar en el alumno una actitud investigadora. Se hará patente el grado de interés e implicación que tiene cada uno de los alumnos de manera independiente. Se podrá valorar la actitud que muestran a la hora de defender sus propuestas en público.

- Trabajo de rol dirigido en el que los alumnos deberán elaborar una serie de argumentos a favor o en contra de un tema relacionado con Biotecnología y asignado al azar.

Con esta actividad se pretende fomentar en los alumnos una mentalidad crítica, que sean capaces de seleccionar la información adecuada y de organizarla para elaborar una argumentación bien fundamentada.

Bien es sabido que los temas relacionados con clonación, células madre, alimentos transgénicos son muy debatidos en los medios de comunicación. Con esta actividad podremos trabajar las cuestiones más controvertidas vinculadas a la Biotecnología.

Al tratarse de una actividad grupal será necesaria la participación de todos los integrantes. Podremos valorar cómo se comportan trabajando en grupo y cómo es la elaboración de la defensa de un tema en concreto, independientemente de si es correspondida con lo que el alumno piensa o no.

Para la puesta en práctica de la actividad se dividirá la clase en grupos de 6-7 alumnos, a cada grupo se le asignará un tema de los siguientes:

- Transgénicos.
- Hijos a la carta.
- Clonación.
- Células madre.

Dentro de cada grupo se subdividirán aleatoriamente entre los que son defensores del tema que se les ha asignado, los que son detractores y un grupo que serán los mediadores. El procedimiento será el siguiente:

- Grupo a favor: deberá elaborar un informe con una presentación en PowerPoint, en el que se recojan las respuestas a preguntas planteadas previamente y los argumentos a favor de su postura. Utilizará el informe para exponer su postura en el debate y participará en él.
- Grupo de detractores: deberá elaborar un informe con una presentación en PowerPoint, en el que se recojan las respuestas a preguntas planteadas previamente y los argumentos a favor de su postura. Utilizará el informe para exponer su postura en el debate y participará en él.
- Grupo de moderadores: se encargará de dirigir el debate entre las dos posturas frente al tema asignado. Recogerá los argumentos más sólidos que utilice cada una de las partes y elaborará un informe final que recoja esos argumentos.

## **8. Propuesta de la unidad didáctica**

### **8.1. Contexto de aplicación docente.**

**8.1.1.** Justificación y base legal

**8.1.2.** Conocimientos previos

### **8.2. Objetivos.**

**8.2.1.** Objetivos generales de etapa.

**8.2.2.** Objetivos generales de la materia.

**8.2.3.** Objetivos específicos de la unidad didáctica

### **8.3. Competencias básicas**

### **8.4. Contenidos.**

**8.4.1.** Contenidos conceptuales

**8.4.2.** Contenidos procedimentales

**8.4.3.** Contenidos actitudinales

### **8.5. Actividades enseñanza-aprendizaje**

**8.5.1.** Orientaciones metodológicas

**8.5.2.** Propuesta de actividades Enseñanza-Aprendizaje

**8.5.3.** Temporalización

### **8.6. Materiales y recursos**

### **8.7. Evaluación**

**8.7.1.** Evaluación del proceso de aprendizaje.

**8.7.2.** Evaluación del proceso de enseñanza

### **8.8. Atención a la diversidad del alumnado**

**8.8.1.** Alumnado con dificultades de aprendizaje

**8.8.2.** Alumnado con necesidad específica de apoyo educativo

8.8.2.1. Alumnado con necesidades educativas especiales

8.8.2.2. Alumnado con necesidad de compensación educativa

8.8.2.3. Alumnado con altas capacidades

## **8.1. Contexto de aplicación docente**

### **8.1.1. Justificación y Base legal**

A partir de la segunda mitad del siglo XIX, y a lo largo del siglo XX, la humanidad ha adquirido más conocimientos científicos y tecnológicos que en toda su historia anterior. En la sociedad actual vivimos rodeados de todos los instrumentos que han tenido su origen en el conocimiento científico y tecnológico y cuyas repercusiones tienen gran importancia en la sociedad actual.

El ciudadano que convive con todos los avances científicos y tecnológicos existentes en la actualidad ha de ser capaz de reflexionar sobre cómo han surgido todos esos instrumentos y la influencia que tienen en la vida cotidiana. Necesita una cultura científica que le permita juzgar y decidir por sí mismo de una manera reflexiva, libre y consciente sobre el mundo que le rodea.

La asignatura de CMC surge para formar futuros ciudadanos que deberán enfrentarse a nuevos retos técnicos, sociales y ambientales, en una sociedad sometida a grandes cambios, fruto de las revoluciones científico-tecnológicas y de la transformación de los modos de vida, marcada por intereses y valores particulares a corto plazo, que están provocando graves problemas ambientales y a cuyo tratamiento y resolución pueden contribuir la ciencia y la tecnología.

El enfrentamiento a estos retos puede hacerse de la manera más positiva posible gracias al desarrollo de diferentes tipos de capacidades cognitivas, conductuales, afectivas e instrumentales. Por ello esta materia tiene un marcado carácter funcional en el que se prioriza la labor de enseñar al alumnado a «aprender a aprender» y no se dan respuestas cerradas a los diferentes temas tratados que pudieran transmitir una imagen inexacta del conocimiento científico. Para ello, se deben trabajar aspectos como la búsqueda, clasificación y análisis de información, la argumentación y el debate desde el punto de vista científico, así como la influencia del contexto histórico, ético, social, económico, político y ambiental en el que se crea el conocimiento científico y tecnológico.

Además, contribuye a la comprensión de la complejidad de los problemas actuales y las formas metodológicas que utiliza la ciencia para abordarlos, el significado de las teorías y modelos como explicaciones humanas a los fenómenos de la naturaleza, la provisionalidad del conocimiento científico y sus límites.

Estos principios generales dirigen la selección de los objetivos, contenidos y criterios de evaluación que en definitiva permitan alcanzar tres fines: ampliar el conocimiento científico y técnico sobre diferentes temas conociendo sus interacciones con la sociedad y el medio ambiente; reflexionar sobre la naturaleza de la Ciencia y sus métodos de trabajo para intentar explicar de una forma racional la realidad material; y desarrollar una serie de actitudes científicas positivas entre las que estarían la curiosidad, la tolerancia, el antidogmatismo científico, la argumentación, etc., y todo ello a través del desarrollo de contenidos seleccionados en algunos temas de repercusión global relacionados, por ejemplo, con la ingeniería genética, los nuevos materiales, las fuentes de energía, el cambio climático, los recursos naturales, las tecnologías de la información, la comunicación y el ocio, la salud, la evolución, etc. Temas que interesan a los ciudadanos, son objeto de debate social y pueden ser tratados desde perspectivas distintas, lo que facilita la comprensión de que la ciencia no afecta sólo a los científicos, sino que forma parte del acervo cultural de todos.

La elaboración de esta Unidad Didáctica se fundamenta en la legislación educativa vigente a nivel estatal (hasta que sea sustituida por la nueva Ley Educativa aprobada el 9 de Diciembre de 2013), regulada por la Ley Orgánica de Educación 2/2006, de 3 de mayo; en el Decreto de Currículo 42/2008 de 5 de Junio (publicado en el BOCyL el 11 de Junio de 2008), de ámbito autonómico; y en último término, por el Proyecto Educativo de Centro en el que se vaya a impartir la materia en cuestión.

Esta propuesta está dirigida a alumnos de CMC de 1º de bachillerato, se imparten dos horas semanales, tal como establece la legislación vigente.

El alumnado de este curso habrá superado la Educación Secundaria Obligatoria, lo cual implica que han adquirido un amplio número de conocimientos en Ciencias Naturales. Habrán adquirido las competencias básicas pero se hallan en un punto de inflexión ya que su siguiente etapa educativa será la universitaria, así que será beneficioso

potenciar su capacidad crítica, mentalidad investigadora y dotarles de una base de cultura científica

### **8.1.2. Conocimientos previos**

Las Ciencias Naturales, en el primer ciclo de la ESO, se centran en proporcionar al alumno una imagen del mundo natural y en potenciar una mentalidad investigadora. Inciden en el estudio del método científico y en la adquisición de unas reglas y normas para el estudio de las ciencias experimentales. En el segundo ciclo de la ESO, la asignatura de Biología y Geología hace un estudio del ser humano, del mundo físico que lo rodea y de las interacciones entre ser humano y la naturaleza.

Los conceptos relacionados con Biotecnología son nuevos para la mayoría de los alumnos que van a cursar la asignatura de CMC. Únicamente tendrán unas pequeñas nociones sobre Ingeniería Genética y clonación aquellos alumnos que hayan cursado la asignatura de Biología y Geología en 4º E.S.O., aunque como ya se ha mostrado en la encuesta estos conocimientos no son determinantes a la hora de afrontar la asignatura de CMC de 1º Bachillerato.

La influencia de la Biotecnología en la sociedad actual, los temas novedosos y que indagan en ella se reservan para la asignatura de CMC. El fundamento más teórico y cómo se llevan a cabo algunos procesos relacionados con Biotecnología se reserva para la asignatura de Biología de 2º Bachillerato.

## **8.2. Objetivos.**

### **8.2.1. *Objetivos Generales de Etapa.***

El bachillerato contribuirá a desarrollar en los alumnos y las alumnas las capacidades que les permitan:

1. Ejercer la ciudadanía democrática, desde una perspectiva global, y adquirir una conciencia cívica responsable, inspirada por los valores de la Constitución Española así como por los derechos humanos, que fomente la corresponsabilidad en la construcción de una sociedad justa y equitativa y favorezca la sostenibilidad.



2. Consolidar una madurez personal y social que les permita actuar de forma responsable y autónoma y desarrollar su espíritu crítico. Prever y resolver pacíficamente los conflictos personales, familiares y sociales.
3. Fomentar la igualdad efectiva de derechos y oportunidades entre hombres y mujeres, analizar y valorar críticamente las desigualdades existentes e impulsar la igualdad real y la no discriminación de las personas con discapacidad.
4. Afianzar los hábitos de lectura, estudio y disciplina, como condiciones necesarias para el eficaz aprovechamiento del aprendizaje, y como medio de desarrollo personal.
5. Dominar, tanto en su expresión oral como escrita, la lengua castellana.
6. Expresarse con fluidez y corrección en una o más lenguas extranjeras.
7. Utilizar con solvencia y responsabilidad las tecnologías de la información y la comunicación.
8. Conocer y valorar críticamente las realidades del mundo contemporáneo, sus antecedentes históricos y los principales factores de su evolución. Participar de forma solidaria en el desarrollo y mejora de su entorno social.
9. Acceder a los conocimientos científicos y tecnológicos fundamentales y dominar las habilidades básicas propias de la modalidad elegida.
10. Comprender los elementos y procedimientos fundamentales de la investigación y de los métodos científicos. Conocer y valorar de forma crítica la contribución de la ciencia y la tecnología en el cambio de las condiciones de vida, así como afianzar la sensibilidad y el respeto hacia el medio ambiente.
11. Afianzar el espíritu emprendedor con actitudes de creatividad, flexibilidad, iniciativa, trabajo en equipo, confianza en uno mismo y sentido crítico.
12. Desarrollar la sensibilidad artística y literaria, así como el criterio estético, como fuentes de formación y enriquecimiento cultural.
13. Utilizar la educación física y el deporte para favorecer el desarrollo personal y social.
14. Afianzar actitudes de respeto y prevención en el ámbito de la seguridad vial.

### **8.2.2. *Objetivos Generales de la Materia.***

La enseñanza de las Ciencias para el mundo contemporáneo en el bachillerato tendrá como objetivo el desarrollo de las siguientes capacidades:

1. Conocer el significado cualitativo de algunos conceptos, leyes y teorías, para formarse opiniones fundamentadas sobre cuestiones científicas y tecnológicas, que tengan incidencia en las condiciones de vida personal y global y sean objeto de controversia social y debate público.
2. Plantearse preguntas sobre cuestiones y problemas científicos de actualidad y tratar de buscar sus propias respuestas, utilizando y seleccionando de forma crítica información proveniente de diversas fuentes.
3. Obtener, analizar y organizar informaciones de contenido científico y tecnológico, utilizar representaciones y modelos, hacer conjeturas, formular hipótesis y realizar reflexiones fundadas que permitan tomar decisiones fundamentadas y comunicarlas a los demás con coherencia, precisión y claridad.
4. Adquirir un conocimiento coherente y crítico de las tecnologías de la información, la comunicación y el ocio disponibles en su entorno, propiciando un uso sensato y racional de las mismas orientado a la construcción del conocimiento científico, la elaboración del criterio personal y la mejora del bienestar individual y colectivo.
5. Argumentar, debatir y evaluar propuestas y aplicaciones de los conocimientos científicos de interés social relativos a la salud, el medio ambiente, los materiales, las fuentes de energía, el ocio, etc., para poder valorar las informaciones científicas y tecnológicas de los medios de comunicación de masas y adquirir independencia de criterio.
6. Poner en práctica actitudes y valores sociales como la creatividad, la curiosidad, el anti-dogmatismo, la reflexión crítica y la sensibilidad ante la vida y el medio ambiente, que son útiles para el avance personal, las relaciones interpersonales y la inserción social.

7. Valorar la contribución de la ciencia y la tecnología a la mejora de la calidad de vida, reconociendo sus aportaciones y sus limitaciones como empresa humana cuyas ideas están en continua evolución y condicionadas al contexto cultural, social y económico en el que se desarrollan.
8. Reconocer en algunos ejemplos concretos la influencia recíproca entre el desarrollo científico y tecnológico y los contextos sociales, políticos, económicos, religiosos, educativos y culturales en que se produce el conocimiento y sus aplicaciones.

### **8.2.3. Objetivos específicos de la Unidad Didáctica**

En relación a los contenidos que se van a exponer en esta Unidad Didáctica, se han desarrollado los siguientes objetivos:

1. Conocer las fases de la investigación médica y los condicionamientos que tiene.
2. Estudiar la historia de la genética y los postulados de la herencia.
3. Conocer y comprender la estructura del ADN y su composición.
4. Conocer la regulación del uso del ADN.
5. Reconocer la importancia del Proyecto Genoma, sus logros y expectativas para el futuro.
6. Conocer los principales procesos en los que está implicada la Biotecnología, desde la más tradicional hasta la actualidad.
7. Comprender los conceptos de *organismo transgénico*, sus mecanismos de obtención.
8. Comprender las aplicaciones de los transgénicos y los posibles riesgos asociados a su uso.
9. Conocer, comprender y diferenciar los mecanismos de reproducción asistida.
10. Distinguir las diferencias entre distintos tipos de células madre y los usos posibles.
11. Comprender los logros y estudios de la medicina regenerativa.

12. Comprender el proceso de la clonación y sus mecanismos y aplicaciones.
13. Conocer los principios éticos que rigen la Bioética y la actividad de los profesionales sanitarios.
14. Conocer la regulación en el uso de los transgénicos para alimentación.
15. Desarrollar actitudes críticas respecto al uso de las terapias génicas y la ingeniería genética.

### **8.3. Competencias básicas**

A través de las competencias básicas, el alumno debe ser capaz de lograr una realización personal, ejercer la ciudadanía activa, disponer de una mentalidad crítica, ser autónomo e independiente y ser capaz de enfrentarse a una sociedad en continuo cambio. Ser competente significa ser capaz de activar y utilizar los conocimientos relevantes para afrontar determinadas situaciones y problemas relacionados una actividad o situación. Con estas competencias se pretende que el alumno aplique el "saber" en el "saber hacer".

Estas competencias han debido ser adquiridas al terminar la Educación Secundaria Obligatoria, ya que deber tenerlas todos los alumnos y no todos ellos optan por continuar los estudios de Bachillerato. Por este motivo las competencias básicas como tal no están contempladas dentro del currículo de Bachillerato. En esta etapa educativa se pretende fomentar otra serie de competencias centradas en el desarrollo de una mentalidad crítica e investigadora. Se pondrán a disposición de alumno conocimientos que le faciliten su paso a la siguiente etapa educativa.

Con la asignatura de Ciencias para el Mundo Contemporáneo, y más concretamente con el *Bloque III: Vivir más, vivir mejor*, se busca fomentar una mentalidad crítica en el alumnado permitiéndole diferenciar el conocimiento científico de otras formas de conocimiento y desarrollar actitudes capaces de identificar y analizar comportamientos que supongan factores de riesgo para la salud. Desarrollar opiniones propias sobre los avances médicos y sus implicaciones éticas. Impulsar el desarrollo de la capacidad de lectura de textos científicos con su vocabulario propio y específico además de aportarle los medios necesarios para analizar información procedente de

los medios de comunicación. A través de los problemas morales y éticos que suponen algunos avances en investigación biotecnológica, se pretende relacionar la ciencia con asignaturas como Ética y Filosofía.

#### 8.4. Contenidos

Los contenidos son aquellos conocimientos y habilidades a través de los cuales se desarrollan las capacidades propuestas en los objetivos. Hasta hace unos años se primaba la adquisición de conocimientos. En cambio en la actualidad, además de la adquisición de contenidos, se busca que el alumno adquiera una serie de competencias que fomenten la formación como persona, aprenda a hacer y aprenda a aprender. Esta búsqueda es la base sobre la cual se programan las actividades enseñanza-aprendizaje, a fin de alcanzar las capacidades expresadas en los objetivos generales de etapa y materia.

Los contenidos pueden hacerse operativos de la siguiente manera:

- **Contenidos conceptuales:** son aquellos que expresan hechos, teorías o principios que el alumnado debe aprender.
- **Contenidos procedimentales:** tratan el conjunto de técnicas y estrategias que ponen en práctica los contenidos conceptuales.
- **Contenidos actitudinales:** son el conjunto de valores y comportamientos, que generan el aprendizaje conceptual y procedimental.

### 8.4.1. Contenidos conceptuales

#### Bloque 3: Vivir más, vivir mejor

##### 8.4.1.1. La revolución genética.

CONTENIDOS		
Conceptuales	Procedimentales	Actitudinales
	Comprensión de las fases de la investigación médica y los condicionamientos que tiene.	<ol style="list-style-type: none"> <li>1. Interés por la implicación de la biotecnología en la vida cotidiana.</li> <li>2. Identificación de la biotecnología como solución a una catástrofe medioambiental.</li> <li>3. Desarrollo de una actitud crítica y analítica de las informaciones recibidas.</li> <li>4. Reconocer los logros científicos asociados al desarrollo de la biotecnología.</li> <li>5. Actitud crítica y razonada frente a las innovaciones relacionadas con biotecnología y sus usos y reconocimiento del potencial de los avances científicos.</li> <li>6. Valoración de los posibles problemas éticos que conllevan algunas prácticas como el uso de células madre y la clonación.</li> </ol>
<b>Historia de la genética.</b> La vida solo procede de la vida. Postulados premendelianos de la herencia. La herencia mendeliana. Herencia posmendeliana.	Estudio de la Historia de la genética y los postulados de la herencia.	
<b>Biología molecular.</b> Modelo molecular del ADN. Relación entre los genes y las proteínas.	Comprensión de la estructura del ADN y su composición, de la regulación del uso del ADN.	
<b>Ingeniería genética.</b> El ADN recombinante.	Identificación de los procesos de Ingeniería Genética.	
<b>El genoma humano.</b>	Reconocimiento de la importancia del Proyecto Genoma, sus logros y expectativas para el futuro.	
<b>Biotecnología.</b> Biotecnología médica. Biotecnología agrícola. Biotecnología ganadera. Biorremediación.	Identificación de los principales procesos en los que está implicada la Biotecnología en todas sus variantes.	
<b>Reproducción asistida.</b> Inseminación artificial. Fecundación in vitro. Transferencia de embriones donados. Regulación de la fecundación asistida.	Estudio de los mecanismos de reproducción asistida, selección de embriones...	
<b>Clonación</b>	Concreción del término de clonación y los tipos.	
<b>Células madre</b>	Identificación de los tipos de células madre, sus orígenes y posibles usos.	
<b>Bioética.</b> La ética profesional. Riesgos e implicaciones éticas de la manipulación genética y celular.	Valorar los posibles problemas éticos que conllevan algunas prácticas relacionadas con Biotecnología.	
	Elaboración de un dossier en el que recoja noticias relacionadas con los avances biotecnológicos.	

## **8.5. Actividades de Enseñanza- Aprendizaje.**

### **8.5.1. Orientaciones didácticas.**

Como criterio metodológico básico, hay que resaltar que en Bachillerato se ha de facilitar e impulsar el trabajo autónomo del alumno y, simultáneamente, estimular sus capacidades para el trabajo en equipo, potenciar las técnicas de indagación e investigación y las aplicaciones y transferencias de lo aprendido a la vida real. No debemos olvidar que esta materia adquiere todo su sentido cuando le sirve al alumno para entender el mundo (no solo el científico) y la compleja y cambiante sociedad en la que vive.

La formación de una opinión racional y contrastada requiere una información que el alumno puede lograr a través de las Nuevas Tecnologías de la Información y la Comunicación y de la consulta de revistas científicas en soporte impreso, lo que le permitirá desarrollar unas capacidades relacionadas con la investigación científica, capacidades que implican también las de análisis, contraste, evaluación, etc. Una buena cultura científica hará de los alumnos personas responsables y con una mayor capacidad crítica y analítica.

Trabajos de investigación (individuales y de grupo), debates, exposición de conclusiones, etc., se convierten en el pilar fundamental para la actividad participativa en el aula, dado que se pretende más comprender que acumular conocimientos.

Hay que evitar el riesgo de reproducir en esta materia una forma de trabajo excesivamente conceptual que puede resultar perjudicial para los objetivos que pretende.

Para atender a la diversidad de niveles de conocimiento y de posibilidades de aprendizaje de los alumnos, se proponen en cada unidad nuevas actividades que figuran en los materiales didácticos del profesor, y que por su propio carácter dependen del aprendizaje del alumno para decidir cuáles y en qué momento se van a desarrollar.

Antes de iniciar la Unidad Didáctica se puede llevar a cabo una pequeña autoevaluación para que cada uno de los alumnos, de manera privada y junto con el profesor, sea consciente del grado de conocimiento que tiene sobre el tema.

Se puede comenzar el tema con la recomendación del visionado de alguna película relacionada con Biotecnología o con la ciencia en general.

Para empezar a abordar el desarrollo de los conceptos o contenidos de este tema nos podemos apoyar en la visión de documentales o en la utilización de algunas páginas de Internet, de algunas enciclopedias, libros o revistas de actualidad como fuentes de información. Utilizando estos recursos, plantearemos pequeñas investigaciones teóricas y prácticas en las que el alumnado sea capaz de entender los conceptos para planear estrategias de resolución de los problemas investigados.

Posteriormente, la utilización de los comentarios de textos científicos, los artículos de prensa, los textos históricos y las biografías junto con las técnicas de discusión en grupo, permitirán que el alumnado sienta la vinculación entre los contenidos estudiados, su vida cotidiana y la información que recibe sobre el mundo a través de los medios de comunicación; de esa forma, adquirirá de una manera activa los conocimientos propuestos en el desarrollo de la unidad.

Se propone una experiencia práctica que los alumnos pueden realizar en casa, en caso que no sea posible llevarla a cabo en el periodo lectivo.

Para finalizar la Unidad Didáctica se propone un trabajo de rol en el que los alumnos se pondrán en la piel de cada una de las disciplinas y partes implicadas en alguno de los temas relacionados con Biotecnología. Esta nueva propuesta está pensada para que el alumnado sea capaz de desarrollar una opinión propia y tenga que elaborarla y defenderla frente el resto de sus compañeros.

Se llevarán a cabo una serie de actividades en las que el alumno comience a trabajar de una manera autónoma, con la supervisión del docente para la búsqueda de la información adecuada, se motivará el desarrollo de una mentalidad crítica y de una capacidad investigadora.

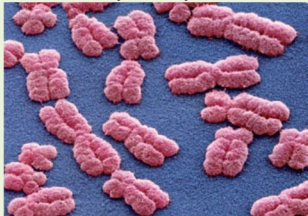
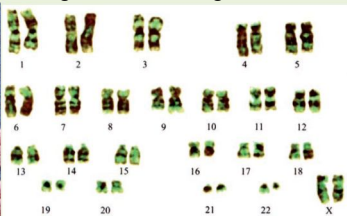
- Actividades de introducción-motivación: nos ayudarán a valorar los conocimientos previos de los alumnos. Se llevarán a cabo al comienzo de la Unidad Didáctica y siempre que el docente considere que es necesaria una visión previa que ayude al alumno a entrar en un tema en concreto. Nos



permitirán poner solución a las deficiencias que muestre el alumno y poder proporcionarle un aprendizaje significativo.

- Actividades expositivas: consistirán en un desarrollo de los conocimientos que se deban tratar en la Unidad Didáctica siguiendo un libro o apuntes proporcionados por el profesor. Las actividades expositivas en la asignatura de CMC serán más dinámicas que en el resto de asignaturas de ciencias. Se intentará establecer un dialogo con los alumnos y en muchos casos se tratará de explicar los conceptos con las actividades propuestas en el libro.
- Actividades prácticas: fomentarán el trabajo en equipo y permitirán al alumno poner en práctica las nociones adquiridas a cerca del método científico.
- Actividades de investigación/ampliación: mediante la elaboración de un dossier se pretende incentivar la mentalidad investigadora del alumno y ponerle al alcance de la mano la relación entre lo aprendido en el aula y los eventos que ocurren en la vida cotidiana o en la sociedad que le rodea.
- Dentro de este apartado podemos incluir la actividad de fin de tema: el trabajo del rol, mediante el cual los alumnos trabajarán en grupo con el objetivo de construir una opinión común y bien fundamentada sobre el tema que se les haya propuesto.

## 8.5.2. Propuesta de actividades de enseñanza- aprendizaje.

ACTIVIDADES	
De introducción/motivación	<p><b>Diagnosic inicial</b></p> <ul style="list-style-type: none"> <li>- ¿Sabes por qué nos parecemos a nuestros padres?</li> <li>- ¿Sabrías explicar qué se entiende por ADN, cromosoma y gen?</li> <li>- ¿Qué es para ti la ingeniería genética?</li> <li>- ¿Sabrías decir cómo se pueden manipular genéticamente los organismos?</li> <li>- ¿Sabes a qué se dedica la biología molecular?</li> <li>- ¿Sabes qué es el proyecto Genoma Humano?</li> <li>- ¿Qué entiendes por células madres embrionarias? ¿Sabrías decir de dónde se obtienen?</li> <li>- ¿Sabes qué es un niño probeta?</li> <li>- ¿Sabes si los hermanos gemelos son clónicos?</li> <li>- ¿Sabes lo que representan las siguientes imágenes?</li> </ul> <div style="display: flex; justify-content: space-around; align-items: center;">   </div>
	<p><b>Debates sobre la implicación de la Biotecnología en la vida cotidiana.</b></p>
De desarrollo de la unidad	<p><b>Visionado de película-documental:</b></p> <ul style="list-style-type: none"> <li>- Biotecnología: la revolución invisible: <a href="http://www.youtube.com/watch?v=F2sGW3CTiq4">http://www.youtube.com/watch?v=F2sGW3CTiq4</a></li> <li>- La importancia de investigar en equipo (Redes): <a href="http://www.rtve.es/alcarta/videos/redes/redes-reto-investigar-equipo-vo/1851490/">http://www.rtve.es/alcarta/videos/redes/redes-reto-investigar-equipo-vo/1851490/</a></li> <li>- Comando Actualidad - Agarrados a la ciencia: <a href="http://www.rtve.es/alcarta/videos/comando-actualidad/comando-actualidad-agarrados-ciencia/2485547/">http://www.rtve.es/alcarta/videos/comando-actualidad/comando-actualidad-agarrados-ciencia/2485547/</a></li> <li>- tres14 - Carlos López Otín: <a href="http://www.rtve.es/alcarta/videos/tres14/tres14-carlos-lopez-otin/629506/">http://www.rtve.es/alcarta/videos/tres14/tres14-carlos-lopez-otin/629506/</a></li> <li>- Europa abierta - Debate sobre la nueva normativa de la UE sobre transgénicos entre Asaja y Amigos de la Tierra: <a href="http://www.rtve.es/alcarta/audios/europa-abierta/europa-abierta-debate-sobre-nueva-normativa-sobre-transgenicos-entre-asaja-amigos-tierra/2617558/">http://www.rtve.es/alcarta/audios/europa-abierta/europa-abierta-debate-sobre-nueva-normativa-sobre-transgenicos-entre-asaja-amigos-tierra/2617558/</a></li> <li>- Eureka - Agricultura y alimentos transgénicos: <a href="http://www.rtve.es/alcarta/audios/eureka/eureka-agricultura-alimentos-transgenicos-13-02-14/2394172/">http://www.rtve.es/alcarta/audios/eureka/eureka-agricultura-alimentos-transgenicos-13-02-14/2394172/</a></li> <li>- La Vida Humana a Través del Cine: <a href="http://www.aebioetica.org/bioetica-en-el-cine.html">http://www.aebioetica.org/bioetica-en-el-cine.html</a></li> </ul>
	<p><b>Presentación en PowerPoint.</b></p>

	<b>Esquemas del temario.</b>
	<b>Actividades del libro de texto.</b>
<b>De refuerzo</b>	<b>Visita de páginas Web de interés</b> <ul style="list-style-type: none"> <li>- <a href="http://www.elmundo.es/especiales/2003/02/salud/genetica/descifrar_la_vida.html">http://www.elmundo.es/especiales/2003/02/salud/genetica/descifrar_la_vida.html</a></li> <li>- <a href="http://learn.genetics.utah.edu/">http://learn.genetics.utah.edu/</a></li> <li>- Clonación: aspectos científicos. IÁÑEZ PAREJA, Enrique:, Departamento de Microbiología del Instituto de Biotecnología de la Universidad de Granada: <a href="http://www.ugr.es/~eianez/Biotecnologia/Clonacion.html">http://www.ugr.es/~eianez/Biotecnologia/Clonacion.html</a></li> <li>- Sociedad Internacional de Bioética (SIBI): <a href="http://www.sibi.org/">http://www.sibi.org/</a></li> <li>- Usos industriales y energéticos de la biotecnología: <a href="http://www.madrimasd.org/cienciaysociedad/resenas/ensayos/resena.asp?id=225">http://www.madrimasd.org/cienciaysociedad/resenas/ensayos/resena.asp?id=225</a></li> </ul>
<b>De ampliación</b>	<b>Práctica de laboratorio</b> <ul style="list-style-type: none"> <li>- Extracción casera de ADN: <a href="http://learn.genetics.utah.edu/es/extraction/">http://learn.genetics.utah.edu/es/extraction/</a></li> <li>- Elaboración de una memoria de la práctica con los pasos realizados y un apartado de conclusión contestando a las preguntas propuestas.</li> </ul> <b>Actividades de investigación</b> <p><u>Artículos de investigación:</u></p> <ul style="list-style-type: none"> <li>- El Supremo anula el decreto de bancos de células madre por una cuestión de forma MARÍA FABRA/ ELENA G. SEVILLANO Madrid 18 JUN 2014: <a href="http://politica.elpais.com/politica/2014/06/18/actualidad/1403094951_225840.html">http://politica.elpais.com/politica/2014/06/18/actualidad/1403094951_225840.html</a></li> <li>- La hepatitis C muestra una vía contra el rechazo en los trasplantes JAIME PRATS Valencia 25 JUN 2014: <a href="http://sociedad.elpais.com/sociedad/2014/06/25/actualidad/1403695478_721549.html">http://sociedad.elpais.com/sociedad/2014/06/25/actualidad/1403695478_721549.html</a></li> <li>- Una terapia génica ayuda a reducir la infección por VIH. EMILIO DE BENITO Madrid 10 MAR 2014: <a href="http://sociedad.elpais.com/sociedad/2014/03/10/actualidad/1394468682_768197.html">http://sociedad.elpais.com/sociedad/2014/03/10/actualidad/1394468682_768197.html</a></li> <li>- Genes contra el hambre. EMILIO DE BENITO 1 FEB 2013: <a href="http://sociedad.elpais.com/sociedad/2013/01/31/actualidad/1359652170_705166.html">http://sociedad.elpais.com/sociedad/2013/01/31/actualidad/1359652170_705166.html</a></li> </ul> <p><u>Artículo de opinión</u></p> <ul style="list-style-type: none"> <li>- Clonación, ciencia y ética. JUSTO AZNAR 24 MAY 2013: <a href="http://ccaa.elpais.com/ccaa/2013/05/24/valencia/1369395630_699132.html">http://ccaa.elpais.com/ccaa/2013/05/24/valencia/1369395630_699132.html</a></li> </ul> <b>Trabajo de rol</b>
	Autoevaluación final.

### 8.5.3. Temporalización

Fecha	Apartado	Actividades
Sesión 1	1. Historia de la genética	Autoevaluación inicial
Sesión 2	2. Biología Molecular	Debate sobre Biotecnología y sociedad
Sesión 3	3. Ingeniería genética 4. Genoma Humano	Debate sobre las Ingeniería Genética y proyecto Genoma Humano
Sesión 4	5. Biotecnología	Artículo de Investigación 1
Sesión 5	6. Reproducción asistida	Artículo de Investigación 2
Sesión 6	7. Clonación	Espacio abierto a la resolución de dudas
Sesión 7	8. Bioética	Artículo de opinión
Sesión 8	Trabajo de rol	Exposición de los trabajos de rol
Sesión 9	Trabajo de rol	Exposición de los trabajos de rol

Sesión nº 1:

- Actividad de introducción-motivación (15 minutos): Autoevaluación para determinar los conocimientos previos de cada uno de los alumnos.
- Actividad expositiva (35 minutos): Explicación por parte del profesor de los contenidos correspondientes al apartado 1 de la Unidad Didáctica, utilizando el libro de texto o apuntes.

Sesión nº2:

- Actividad de introducción-motivación (10 minutos): Coloquio con los alumnos sobre la implicación de la Biotecnología en la sociedad.

- Actividad expositiva (30): Explicación por parte del profesor de los contenidos correspondientes al apartado 2 de la Unidad Didáctica, utilizando el libro de texto o apuntes.

Sesión nº3:

- Actividad de introducción-motivación (10 minutos): Coloquio con los alumnos sobre las aplicaciones de la Ingeniería Genética y qué conocimientos tiene sobre el proyecto Genoma Humano.
- Actividad expositiva (40 minutos): Explicación por parte del profesor de los contenidos correspondientes al apartado 3 y 4 de la Unidad Didáctica, utilizando el libro de texto o apuntes.

Sesión nº4:

- Actividad de refuerzo (10 minutos): Se realizará en la pizarra un resumen de los procesos en los conceptos vistos hasta ahora. Se da tiempo a los alumnos para que resuelvan sus dudas y hagan preguntas al profesor.
- Actividad expositiva (30 minutos): Explicación por parte del profesor de los contenidos correspondientes al apartado 5 de la Unidad Didáctica, utilizando el libro de texto o apuntes.
- Actividad de ampliación (10 minutos): Corrección y debate de la actividad propuesta con el Artículo de Investigación 1.

Sesión nº5:

- Actividad expositiva (30 minutos): Explicación por parte del profesor de los contenidos correspondientes al apartado 6 de la Unidad Didáctica, utilizando el libro de texto o apuntes.
- Actividad de ampliación (20 minutos): Corrección y debate de la actividad propuesta con el Artículo de Investigación 2.

## Sesión nº6:

- Actividad de refuerzo (10 minutos): Se realizará en la pizarra un resumen de los procesos en los conceptos vistos hasta ahora. Se da tiempo a los alumnos para que resuelvan sus dudas y hagan preguntas al profesor.
- Actividad expositiva (30 minutos): Explicación por parte del profesor de los contenidos correspondientes al apartado 7 de la Unidad Didáctica, utilizando el libro de texto o apuntes.

## Sesión nº7:

- Actividad expositiva (30 minutos): Explicación por parte del profesor de los contenidos correspondientes al apartado 8 de la Unidad Didáctica, utilizando el libro de texto o apuntes.
- Actividad de ampliación (10 minutos): Lectura y debate de la actividad propuesta con el Artículo opinión.

## Sesión nº8 y 9:

- Actividad de ampliación (50 minutos): Exposición de trabajos de rol realizados por los alumnos. Estos trabajos se realizarán en grupos de 6-8 alumnos, cada grupo dispondrá de 15 minutos para exponer su trabajo.

Al finalizar el debate el resto de los grupos tendrán que dar su opinión sobre el tema expuesto y decidir qué postura tomarían en cada caso.

### 8.6. Materiales y recursos

La importancia de los recursos en el proceso de enseñanza-aprendizaje está íntimamente ligada al concepto de aprendizaje significativo, pues éste no depende sólo de lo que se estudia, sino también del modo en que se le presenta al alumno. Además, la utilización de recursos variados posee un claro carácter motivador.

Podemos definir los recursos didácticos como aquellos elementos útiles o medios que los alumnos y el profesor utilizan como soporte para llevar a cabo la tarea docente.

Para el desarrollo de esta Unidad Didáctica se dispondrá de:

- Recursos materiales: representaciones tridimensionales de la molécula de ADN, materiales necesarios para la realización de las prácticas de laboratorio.
- Recursos didácticos impresos: libro de texto Ciencias para el Mundo Contemporáneo 1º Bachillerato de la Editorial Mc Graw-Hill., láminas representativas, dossier de prácticas...
- Recursos audiovisuales: aparato de vídeo o DVD, películas en VHS y DVD.
- Tecnologías de la información y la comunicación (TICs).
- Recursos humanos: profesores del departamento y alumnos.

Para llevar a cabo las distintas actividades se tendrán en cuenta las necesidades de espacio de cada una de ellas:

- Sala de audiovisuales.
- Aula donde se vayan a llevar a cabo las actividades expositivas o de desarrollo de los contenidos de las Unidades Didácticas.

## **8.7. Evaluación.**

### **8.7.1. Evaluación del proceso de aprendizaje.**

#### **Criterios de evaluación**

A la hora de emitir una evaluación se tendrán en cuenta los siguientes criterios establecidos por el Decreto de Currículo 42/2008 de 5 de Junio (publicado en el BOCyL el 11 de Junio de 2008):

- 1) Obtener, seleccionar y valorar informaciones sobre distintos temas científicos y tecnológicos de repercusión social y comunicar conclusiones e ideas en distintos soportes a públicos diversos, utilizando eficazmente las tecnologías de la información y comunicación, para formarse opiniones propias argumentadas.
- 2) Analizar algunas aportaciones científico-tecnológicas a diversos problemas que tiene planteados la humanidad, y la importancia del contexto político-social en

su puesta en práctica, considerando sus ventajas e inconvenientes desde un punto de vista económico, medioambiental y social.

- 3) Realizar estudios sencillos sobre cuestiones sociales con base científico-tecnológica de ámbito local, haciendo predicciones y valorando las posturas individuales o de pequeños colectivos en su posible evolución.
- 4) Valorar la contribución de la ciencia y la tecnología a la comprensión y resolución de los problemas de las personas y de su calidad de vida, mediante una metodología basada en la obtención de datos, el razonamiento, la perseverancia, el espíritu crítico y el respeto por las pruebas, aceptando sus limitaciones y equivocaciones propias de toda actividad humana.
- 5) Conocer las bases científicas de la manipulación genética y embrionaria, valorar los pros y contras de sus aplicaciones y entender la controversia internacional que han suscitado, siendo capaces de fundamentar la existencia de un Comité de Bioética que defina sus límites en un marco de gestión responsable de la vida humana.
- 6) Utilizar conceptos, leyes y teorías científicas para poder opinar de manera fundamentada y crítica sobre diferentes cuestiones científico-tecnológicas de incidencia en la vida personal y social, y que sean objeto de discusión social y cuestión pública.
- 7) Demostrar actitudes como la reflexión crítica, el antidogmatismo científico, la creatividad, y el respeto a la vida y al medio ambiente.

El proceso de evaluación se llevara a cabo de la siguiente manera:

#### 1. EVALUACIÓN INICIAL

Permitirá orientar al profesor para decidir el enfoque didáctico y el grado de profundidad que se debe emplear al desarrollar los nuevos contenidos. Se realizará a través de una prueba al iniciar cada tema de forma oral o escrita, según proceda.



## 2. EVALUACIÓN CONTINUA

La cual se llevará a cabo a través de todo el proceso educativo recogiendo información para proporcionar una atención individualizada en cada momento. El progreso de los alumnos se detectará mediante la observación de:

- La expresión oral y escrita a través de cuestionarios, pruebas, intervenciones en clase.
- La capacidad de expresión, a través de cuestionarios, pruebas, intervenciones en clase y autoevaluaciones.
- La capacidad de oratoria, de exposición y respuesta de los temas que prepararán los alumnos y los expondrán a sus compañeros en clase, sometiéndose a las preguntas que les requieran por parte de los alumnos del grupos.
- Su actitud en el aula, respeto de las normas de disciplina, convivencia y de las intervenciones ajenas, como también principalmente frente a la materia que se imparte.
- El manejo de fuentes, cuaderno de la materia y tareas de equipo.
- Su trabajo, con metodología adecuada a través de las pruebas y de sus intervenciones en clase.
- El trabajo realizado en equipo y mediante el trabajo de rol.

## 3. EVALUACIÓN FINAL

Se corresponde con el examen global que tendrá lugar al finalizar el trimestre, con el fin de conocer lo que se ha aprendido y el grado en el que se ha conseguido (consecución de objetivos).

El modelo de examen y la parte correspondiente a la presente Unidad Didáctica se evaluará mediante las siguientes preguntas:

Texto para comentar:

“J. Craig Venter (nacido en 1946) es un bioquímico estadounidense que tiene el honor de ser una de las primeras personas cuyo genoma se ha secuenciado al completo (unos seis mil millones de nucleótidos). Además, la información obtenida está disponible en Internet, al contrario que la información sobre muchos genes, que resulta accesible solamente para clientes registrados que han pagado una cuota. La genética también es un negocio”.

Venter fue precisamente uno de los responsables del Proyecto Genoma Humano que ha permitido identificar miles de genes y secuenciarlos, es decir, conocer la secuencia de nucleótidos que están presentes en cada gen.

Su revolución comenzó hacia 1991 cuando desarrolló técnicas capaces de secuenciar en poco tiempo grandes cantidades de ADN, lo que posteriormente permitió conocer el genoma humano e identificar en él «solo» unos 30.000 genes en lugar de los 100.000 estimados por los científicos. Obtuvo el premio Príncipe de Asturias de Investigación Científica y Técnica en el año 2001.

En 2007 anunció la consecución del primer cromosoma artificial, para el cual necesitó reconstruir los 381 genes (580.000 nucleótidos) presentes en la bacteria *Mycoplasma genitalium*.

1. Realiza un resumen del texto señalando las ideas principales:

- a) ¿En qué consiste el Proyecto Genoma Humano?
- b) ¿Qué utilidad puede tener conocer la secuenciación completa del genoma de una persona?
- c) ¿Qué implicaciones sociales puede tener el conocimiento público de los genes de una persona?

2. ¿Qué molécula contiene toda la información genética de los seres vivos? ¿Cuál es su composición y su estructura?

¿Cuáles son las bases nitrogenadas que forman parte de ella? ¿Cómo se une o combina cada par de bases?

3. Indica si las siguientes afirmaciones son verdaderas o falsas y en este último caso conviértelas en verdaderas:

a) El gen es la unidad de información hereditaria que controla un determinado carácter

b) Todas las células humanas tienen 23 pares de cromosomas.

4. Une cada palabra con la frase adecuada

1. Gen

a) Ácido desoxirribonucleico

2. Genoma

b) Fragmento de cromosoma que codifica a una proteína

3. ADN

c) Obtención de individuos con igual dotación genética

4. Células madre

d) Organismo que recibe un gen modificado

5. Clonación

e) Conjunto de todos los genes de un organismo

6. Transgénico

f) Sirven para obtener por diferenciación células de todos los tejidos

7. Explica los siguientes términos:

a) Gen

d) Organismos transgénicos

b) Biotecnología

e) Clonación

c) Genoma humano

f) Células madre

**Procedimientos de evaluación.**

La evaluación se llevará a cabo mediante los siguientes instrumentos:

- Orales: preguntas durante la actividad (para ello nos ayudaremos de una lista de control y de una escala de valoración).
- Escritas: Mediante exámenes y otras pruebas.
- Observación directa: observar al alumno cuando está haciendo una tarea.  
Cuándo: actividades, trabajo en grupo, salidas del centro.

Instrumento: lista de control, escala de valoración, diferencial semántico.

**Criterios de calificación**

Los criterios de calificación serán los siguientes:

- Exámenes: 50 %

En cada evaluación se hará una prueba escrita correspondiente a los contenidos curriculares.

En los exámenes se valorará junto a los contenidos, la expresión, la exposición razonada, la presentación y el orden.

- Trabajo diario: 50 %

La evaluación del trabajo diario será continuada, primándose la participación regular y la realización de tareas dentro de los plazos establecidos.

La evaluación del trabajo diario se hará atendiendo a los siguientes indicadores:

- o Participación regular y activa en las actividades de clase.
- o Elaboración del cuaderno.
- o Responder cuestionarios.
- o Exposición y/o presentación de trabajos.
- o Realizar las tareas propuestas para casa.

**Recuperación de evaluaciones suspensas**

Aquellos alumnos que suspendan una evaluación tendrán un examen de recuperación de la misma, basada en contenidos mínimos trabajados en dicha evaluación.

**Calificación final (junio)**

La calificación final se hará como media entre las tres evaluaciones. En caso de que el alumno hubiera suspendido alguna evaluación se tomará como nota de la misma la más alta entre la de la recuperación o la de la evaluación suspensa.

**8.8.2. Evaluación del proceso de enseñanza.**

La evaluación tendrá también un carácter continuo y formativo e incluirá referencias a aspectos tales como:

- La organización del aula y la coordinación en el equipo (relación entre profesores).
- El aprovechamiento de los recursos del centro.
- La relación entre profesor y alumnos.
- La convivencia entre alumnos.

Cuestionario de evaluación de la práctica docente:

Cuestionario para el alumno. A cumplimentar por unidad didáctica.

Valora de 1 a 5 donde <b>1 corresponde a Muy en desacuerdo</b> y <b>5 a Muy de acuerdo</b>	Puntuación
1. Lo enseñado en la unidad me ha parecido muy fácil	
2. He invertido poco esfuerzo en lograr entenderla	
3. El profesor plantea claramente lo que vamos a aprender	
4. Las explicaciones son claras y me ayudan a entender bien	
5. El profesor me presta la ayuda individual que necesito	
6. El tiempo dedicado a esta unidad ha sido suficiente	
7. Las actividades, uso de TIC, el libro, han sido adecuados	
8. El examen recoge lo enseñando de forma clara y precisa	
9. La evaluación me parece adecuada, justa y objetiva	
10. Considero que lo aprendido me ayuda a entender mejor ante planteamientos que ocurren en mi entorno	

### **8.9. Medidas de Atención a la Diversidad.**

En respuesta a las diferentes capacidades y ritmos de aprendizaje, se propondrán actividades de diferente grado de complejidad, sin que ello signifique discriminar alumnos o grupos porque todas ellas deberán ser trabajadas por todos los alumnos.

Dado el carácter de la asignatura su contenido se irá adaptando en todo momento al tipo de alumnado, haciendo más o menos hincapié en los distintos temas y cuestiones, según las características de los mismos.

Las medidas de atención a la diversidad en esta materia estarán orientadas a responder a las necesidades educativas concretas del alumnado, de forma flexible y reversible, en especial para el alumnado que no cursa una modalidad de bachillerato científico.

También se tendrá en cuenta los Programas de recuperación para el alumnado que promocione a 2º Bachillerato con la asignatura pendiente.

Las actividades de ampliación están orientadas a aquellos alumnos que muestren un especial interés por un determinado tema relacionado con las ciencias.

#### **8.9.1. Alumnado con dificultades de aprendizaje**

Para estos alumnos el nivel de exigencia en el dominio de los contenidos mínimos será menos riguroso y estará en relación con las capacidades del alumno y el interés en la realización de las tareas encomendadas.

En el caso de que se precisen adaptaciones curriculares para algunos alumnos, éstas se harán siguiendo las instrucciones del Departamento de Orientación del Centro.

En cualquier caso, el alumno siempre contará con la ayuda del profesor para superar, en la medida de lo posible, sus problemas de aprendizaje salvo que éstos deriven de la falta de estudio.

## 8.9.2. Alumnado con necesidad específica de apoyo educativo

### 8.9.2.1. Alumnado con necesidades educativas especiales

A aquellos alumnos que presenten necesidad específica de apoyo educativo asociada a condiciones personales de discapacidad (física, psíquica o sensorial) o graves trastornos de personalidad o conducta, se les elaborarán adaptaciones curriculares individualizadas de carácter significativo junto con el Departamento de Orientación y con la colaboración de asociaciones especializadas en cada una de las discapacidades.

### 8.9.2.2. Alumnado con necesidad de compensación educativa

La evaluación del aprendizaje en esta asignatura es un proceso continuo. La valoración final de la asignatura se hace teniendo en cuenta el trabajo realizado por el alumno durante todo el curso académico.

Las actividades de refuerzo se propondrán a aquellos alumnos que han obtenido evaluación negativa en alguna evaluación y se centran en facilitar al alumno la revisión de aquellos aspectos de los contenidos en los que los alumnos encuentren dificultades, en la realización de ejercicios que faciliten la adquisición de determinados conceptos, la realización de trabajos, así como la respuesta a las cuestiones que puedan plantear individualmente los alumnos.

### 8.9.2.3. Alumnado con altas capacidades

El profesor facilitará a estos alumnos una serie de actividades de enriquecimiento curricular, siempre y cuando el alumno las solicite o el profesor vea en él interés por ampliar sus conocimientos.

## 9. Conclusiones finales

Las conclusiones que se exponen a continuación justifican la consecución satisfactoria de los objetivos del presente TFM:

1. Del análisis del contexto científico actual y del desarrollo de cada uno de los puntos de la Unidad Didáctica propuesta se hace patente la importancia del estudio de la Biotecnología en el currículo a través de una asignatura obligatoria para todos los alumnos, como es CMC de 1º Bachillerato.
2. La encuesta realizada a un grupo amplio del alumnado demuestra que el grado de conocimiento que los alumnos tienen sobre Biotecnología, en la mayoría de los casos, es el resultado de cursar la asignatura de CMC, quedando patente la importancia de su implantación como asignatura obligatoria.
3. En cuanto a la asignatura (ajustándonos a la legislación vigente en cada momento) y el momento más adecuado para impartir la Unidad Didáctica, concluimos que el alumnado debe haber adquirido la suficiente madurez, tanto para asimilar los conocimientos como para relacionarlos con aspectos tan importantes como las repercusiones éticas...
4. Una actividad como el trabajo de rol, acompañada de la labor de investigación previa del alumno, le educa para poder participar de un modo bien argumentado en los debates cotidianos relacionados con la Biotecnología.



## 10. ANEXOS

### Actividad experimental: Extracción casera del ADN

1. Lee el siguiente texto y realiza las actividades:

La extracción de ADN de una muestra celular se basa en el hecho de que los iones salinos son atraídos hacia las cargas negativas del ADN, permitiendo su disolución y posterior extracción de la célula. Se empieza por lisar (romper) las células mediante un detergente, vaciándose su contenido molecular en una disolución en la que se disuelve el ADN. En ese momento, el filtrado contiene ADN y todo un surtido de restos moleculares: ARN, carbohidratos, proteínas y otras sustancias en menor proporción. Las proteínas asociadas al ADN, de gran longitud, se habrán fraccionado en cadenas más pequeñas y separadas de él por acción del detergente. Solo queda, por tanto, extraer el ADN de esa mezcla de tampón y detergente, para lo cual se utiliza alcohol.

#### Material y Reactivos:

- |  |  |
|--|--|
| <ul style="list-style-type: none"> <li>• Muestra vegetal</li> <li>• Agua (destilada o mineral)</li> <li>• Sal de mesa</li> <li>• Bicarbonato de sodio</li> <li>• Detergente líquido o champú</li> <li>• Alcohol de 96° frío</li> <li>• Batidora o licuadora</li> </ul> | <ul style="list-style-type: none"> <li>• Nevera o hielera</li> <li>• Colador</li> <li>• Vaso</li> <li>• Tubo de ensayo</li> <li>• Varilla fina</li> <li>• Vaso de precipitado</li> </ul> |
|--|--|

#### Metodología

- A. Colocar en el vaso de la batidora 50 gr de la muestra. Añadir 200 ml de agua destilada fría y una cucharadita de sal.
- B. Triturar la muestra en la batidora o licuadora a velocidad máxima durante 30 segundos.
- C. Filtrar los restos vegetales haciéndolo pasar por un colador lo más fino posible. Mediar el volumen obtenido.
- D. Añadir 1/6 del volumen obtenido de detergente de lavavajillas. Remover con cuidado y dejar actuar durante 10 minutos para romper las células.
- E. Repartir el volumen en tubos de ensayo.
- F. Añadir 10 gotas de limpiador de lentillas o zumo de piña por cada 15ml de filtrado.

- G. Añadir un volumen equivalente al filtrado de alcohol de 96° frío a cada uno de los tubos de ensayo. Dejar caer suavemente para que forme dos fases, dejar reposar 2-3 min.
- H. Se introduce la punta de una varilla estrecha hasta justo debajo de la separación entre el alcohol y el tampón.

Remover la varilla hacia delante y hacia atrás y poco a poco se irán enrollando los fragmentos de mayor tamaño de ADN. Pasado un minuto retirar la varilla atravesando la capa de alcohol, con lo cual el ADN quedará adherido a su extremo con el aspecto de un copo de algodón mojado.

**Una extracción «profesional» se realiza añadiendo enzimas que fragmentan las moléculas de ARN e impiden que se unan al ADN.**

- a. Después de leer detenidamente la información, elabora un documento a modo de informe de prácticas de laboratorio en el que expliques en qué consiste la práctica. Cuando lo tengas terminado, enséñaselo al profesor que te lo revisará y dará el visto bueno para realizar la práctica.
- b. Incluye en el informe final, en el apartado de resultado, la respuesta a las siguientes preguntas:
  - Describe lo que observas en la parte final de la experiencia.
  - Anota tus ideas acerca de cómo podría mejorarse la experiencia.

## Trabajo de rol: Transgénicos sí o no

El término «transgénico» está a la orden del día en los medios de comunicación. De tal forma que sobre los organismos genéticamente modificados aparecen posturas muy enfrentadas.

En un lado se encuentran científicos, agencias gubernamentales e industrias. En el otro lado se encuentran grupos ecologistas, muchos medios de comunicación de masas y el público en general.

***Pero, ¿sabemos realmente lo que significa? ¿Y sabemos lo que está ocurriendo?***

1. Te proponemos una tarea de investigación utilizando como herramienta la información que se puede obtener a través de Internet. Debes investigar:

- a. Ventajas de estos organismos a nivel farmacológico, de producción y productividad industrial.
- b. ¿Cómo afecta su uso contra las plagas?
- c. Controles que deben pasar.
- d. ¿Se modifica el valor nutricional?
- e. ¿Afectan a la biodiversidad?
- f. ¿Son beneficiosos en la lucha contra el hambre?
- g. Qué países están a favor de su cultivo y cuáles en contra.
- h. ¿Qué normativa los regula a nivel de la Unión Europea?

Con la información obtenida vamos a preparar un debate sobre el tema «Transgénicos sí o no».

### **Procedimiento**

Deben formarse tres grupos: uno a favor de los transgénicos, otro en contra y un tercer grupo que hará de moderador.

Los tres grupos tendrán que buscar en las direcciones que recomendamos la información requerida.

**Grupo a favor de los transgénicos:**

Elaborará un informe, con una presentación en PowerPoint, en el que se recojan las respuestas a las preguntas planteadas y los argumentos a favor de su postura.

Utilizará el informe para exponer su postura en el debate. Participará en el debate.

**Grupo de detractores de la industria transgénica:**

Elaborará un informe, con una presentación en PowerPoint, en el que se recojan las respuestas a las preguntas planteadas y los argumentos a favor de su postura.

Utilizará el informe para exponer su postura en el debate. Participará en el debate.

**Grupo de los moderadores:**

Dirigirá un debate entre las dos posturas frente a estos organismos genéticamente modificados.

Recogerá los argumentos más sólidos que utilicen ambas partes.

Elaborará posteriormente un informe con esos argumentos.

**Recursos**

Te recomendamos las siguientes direcciones para recoger información sobre este tema de actualidad:

Unidad didáctica que te permitirá conocer algo más de los transgénicos:

[http://www.scribd.com/doc/11450750/Trabajo-de-Investigacion-Transgenicos?secret\\_password=2i3lgoy9hipvw7q6it6f](http://www.scribd.com/doc/11450750/Trabajo-de-Investigacion-Transgenicos?secret_password=2i3lgoy9hipvw7q6it6f)

Animaciones. Infografía. Qué es y cómo se obtiene un transgénico:

<http://www.consumer.es/seguridad-alimentaria/ciencia-y-tecnologia/2003/10/09/20138.php>

**Pros y contras:**

El vago: [http://pdf.rincondelvago.com/alimentos-transgenicos\\_2.html](http://pdf.rincondelvago.com/alimentos-transgenicos_2.html)

Opinión. Medio natural y organismos transgénicos:

<http://www.ctv.es/USERS/infomed/op/4.htm>

Puntos de vista:

<http://www.buenasalud.com/lib/ShowDoc.cfm?LibDocID=3270&ReturnCatID=5>

El transgénico tropieza:

[http://www.elpais.com/articulo/sociedad/transgenico/tropieza/elpepisoc/20090418elpepisoc\\_1/Tes](http://www.elpais.com/articulo/sociedad/transgenico/tropieza/elpepisoc/20090418elpepisoc_1/Tes)

<http://www.iesgrancapitan.org/blog03/?p=20>

Investigadores y representantes de la sociedad civil firman contra los transgénicos:

[http://www.ecologistasenaccion.org/spip.php?article6049&artsuite=1#sommaire\\_1](http://www.ecologistasenaccion.org/spip.php?article6049&artsuite=1#sommaire_1)

La sociedad planta cara a la industria transgénica:

<http://www.elmundo.es/elmundo/2009/02/18/ciencia/1234974212.html>

Greenpeace Transgénicos:

<http://www.greenpeace.org/espana/campaigns/transgenicos>

Guía roja y verde de los alimentos transgénicos para descargar en pdf:

<http://www.greenpeace.org/espana/reports/gu-a-roja-y-verde>

Sociedad Española de Biotecnología: <http://www.sebiot.org/index.php>

- Plantas transgénicas y biotecnología.
- Biotecnología y alimentos

Recuerda que las direcciones que recomendamos pueden haber cambiado, por lo que es posible que necesites utilizar un buscador para encontrar la información que deseas. Utiliza palabras clave, como transgénico, organismo genéticamente modificado, etc.

**Webgrafía:**

- Centro de Biotecnología. Universidad de Concepción.  
<http://www.centrobiotecnologia.cl/>
- Página web de la Sociedad Española de Biotecnología.  
[www.sebiot.org](http://www.sebiot.org)
- Página web del Centro Nacional de Biotecnología.  
[www.cnb.uam.es](http://www.cnb.uam.es)
- Portal educativo e informativo sobre la Biotecnología en Español, hecho por el Consejo Argentino para la información.  
[www.porquebiotecnologia.com.ar](http://www.porquebiotecnologia.com.ar)
- Sociedad Española de Bioquímica y Biología Molecular.  
[ww.sebbm.es/](http://www.sebbm.es/)
- National Center for Biothecnology Information  
[www.ncbi.nlm.nih.gov/](http://www.ncbi.nlm.nih.gov/)
- Sociedad Internacional de Bioética (SIBI):  
<http://www.sibi.org/>
- Cambio de asignaturas con la LOMCE:  
[http://www.aso-apia.org/pdf/documentos/cambios\\_asignaturas\\_lomce.pdf](http://www.aso-apia.org/pdf/documentos/cambios_asignaturas_lomce.pdf)
- Biotecnología y Sociedad:  
<http://cies.files.wordpress.com/2011/02/biotecnologc3ada-y-sociedad.pdf>

## Recursos didácticos

- Biointeractive:  
<http://www.hhmi.org/biointeractive/virtual-lab-series>
- Biomodel:  
<http://biomodel.uah.es/lab/inicio.htm>
- LabBench:  
[http://www.phschool.com/science/biology\\_place/labbench/lab6/intro.html](http://www.phschool.com/science/biology_place/labbench/lab6/intro.html)
- Biotecnología: la revolución invisible:  
<http://www.youtube.com/watch?v=F2sGW3CTiq4>
- La importancia de investigar en equipo (Redes):  
<http://www.rtve.es/alcarta/videos/redes/redes-reto-investigar-equipo-vo/1851490/>
- Comando Actualidad - Agarrados a la ciencia:  
<http://www.rtve.es/alcarta/videos/comando-actualidad/comando-actualidad-agarrados-ciencia/2485547/>
- tres14 - Carlos López Otín:  
<http://www.rtve.es/alcarta/videos/tres14/tres14-carlos-lopez-otin/629506/>
- Europa abierta - Debate sobre la nueva normativa de la UE sobre transgénicos entre Asaja y Amigos de la Tierra:  
<http://www.rtve.es/alcarta/audios/europa-abierta/europa-abierta-debate-sobre-nueva-normativa-sobre-transgenicos-entre-asaja-amigos-tierra/2617558/>
- Eureka - Agricultura y alimentos transgénicos:  
<http://www.rtve.es/alcarta/audios/eureka/eureka-agricultura-alimentos-transgenicos-13-02-14/2394172/>
- La Vida Humana a Través del Cine: <http://www.aebioetica.org/bioetica-en-el-cine.html>
- [http://www.elmundo.es/especiales/2003/02/salud/genetica/descifrar\\_la\\_vida.html](http://www.elmundo.es/especiales/2003/02/salud/genetica/descifrar_la_vida.html)
- <http://learn.genetics.utah.edu/>

- Clonación: aspectos científicos. IÁÑEZ PAREJA, Enrique:, Departamento de Microbiología del Instituto de Biotecnología de la Universidad de Granada: <http://www.ugr.es/~eianez/Biotecnologia/Clonacion.html>
- Sociedad Internacional de Bioética (SIBI): <http://www.sibi.org/>
- Usos industriales y energéticos de la biotecnología: <http://www.madrimasd.org/cienciaysociedad/resenas/ensayos/resena.asp?id=225>
- Extracción casera de ADN: <http://learn.genetics.utah.edu/es/extraction/>
- El Supremo anula el decreto de bancos de células madre por una cuestión de forma MARÍA FABRA/ ELENA G. SEVILLANO Madrid 18 JUN 2014: [http://politica.elpais.com/politica/2014/06/18/actualidad/1403094951\\_225840.html](http://politica.elpais.com/politica/2014/06/18/actualidad/1403094951_225840.html)
- La hepatitis C muestra una vía contra el rechazo en los trasplantes JAIME PRATS Valencia 25 JUN 2014: [http://sociedad.elpais.com/sociedad/2014/06/25/actualidad/1403695478\\_721549.html](http://sociedad.elpais.com/sociedad/2014/06/25/actualidad/1403695478_721549.html)
- Una terapia génica ayuda a reducir la infección por VIH. EMILIO DE BENITO Madrid 10 MAR 2014: [http://sociedad.elpais.com/sociedad/2014/03/10/actualidad/1394468682\\_768197.html](http://sociedad.elpais.com/sociedad/2014/03/10/actualidad/1394468682_768197.html)
- Genes contra el hambre. EMILIO DE BENITO 1 FEB 2013: [http://sociedad.elpais.com/sociedad/2013/01/31/actualidad/1359652170\\_705166.html](http://sociedad.elpais.com/sociedad/2013/01/31/actualidad/1359652170_705166.html)
- Clonación, ciencia y ética. JUSTO AZNAR 24 MAY 2013: [http://caa.elpais.com/caa/2013/05/24/valencia/1369395630\\_699132.html](http://caa.elpais.com/caa/2013/05/24/valencia/1369395630_699132.html)



## Bibliografía

### Legislación:

- Ley Orgánica de Educación 2/2006, (BOE de 3 de mayo 2006).
- Ley Orgánica 8/2013 de Mejora de la Calidad Educativa (BOE de 10 de Diciembre de 2013).
- Decreto de Currículo 42/2008 de 5 de Junio (BOCyL el 11 de Junio de 2008).
- *Proyecto de real decreto por el que se establece el currículo básico de la Educación Primaria, de la Educación Secundaria Obligatoria y del Bachillerato*, (BOE el 10 de Diciembre de 2013 *Anexo II*).

### Comunicaciones oficiales:

- **Impacto de la Biotecnología en los Sectores Industrial y Energético. Estudio de Prospectiva.** Ruiz, Olga; Vega, Miguel; Garcés, Fernando y Morato, Ana. Ministerio de Industria, Turismo y Comercio. Madrid, 2006.
- **Ciencias para el Mundo Contemporáneo. Guía de recursos didácticos.** Navarro, Francisco; Turégano, Juan Carlos. Gobierno de Canarias. Agencia Canaria de Investigación, Innovación y Sociedad de la Información (ACIISI). Presidencia del Gobierno. Canarias, 2010.
- **Informe ENCIENDE. Enseñanza de las Ciencias en la Didáctica Escolar para edades tempranas en España.** Confederación de Sociedades Científicas de España (COSCE. Madrid, 2011).

**Publicaciones Científicas:**

- Sánchez Montero, J.M.; BIOTECNOLOGÍA: PRESENTE Y FUTURO. *Anales de la Real Academia Nacional de Farmacia* **77**, No 4 (2011), págs. 52-59.
- López Cerezo, J.A.; CIENCIA, TECNOLOGÍA Y SOCIEDAD: EL ESTADO DE LA CUESTIÓN EN EUROPA Y ESTADOS UNIDOS. *Revista Iberoamericana de Educación*. N° 18 (1998), págs. 41-68.
- Roa Acosta, R.; DIDÁCTICA DE LA BIOTECNOLOGÍA EN LA ESCUELA. *Memorias del I Congreso Nacional de Investigación en Enseñanza de la Biología. VI Encuentro Nacional de Investigación en Enseñanza de la Biología y la Educación Ambiental*. ISSN 2027~1034. (2013) Págs. 333-341.
- Equipo docente del Programa Educativo Por Qué Biotecnología de ArgenBio. CONSIDERACIONES DIDÁCTICAS PARA ENSEÑAR BIOTECNOLOGÍA A NIÑOS Y JÓVENES ENTRE 12 Y 17 AÑOS *Consejo Argentino para la Información y Desarrollo de la Biotecnología* (Buenos Aires, 2014).

**Libros de consulta:**

- Fourez, G.; ALFABETIZACIÓN CIENTÍFICA Y TECNOLÓGICA: ACERCA DE LAS FINALIDADES DE LA ENSEÑANZA DE LAS CIENCIAS. 1ª ed. 3º reimp. (Buenos Aires, 2005) ISBN 950-581-637-5.
- Elías, C. y col.; CIENCIAS PARA EL MUNDO CONTEMPORÁNEO 1º BACHILLERATO. Madrid: McGraw-Hill. (2008)