



BIOTECNOLOGÍA,  
SOCIEDAD  
Y EDUCACIÓN

**PABLO MONTENEGRO ESCUDERO**



**UNIVERSIDAD DE VALLADOLID**



**FACULTAD DE EDUCACIÓN Y TRABAJO / CIENCIAS**

# **BIOTECNOLOGÍA, SOCIEDAD Y EDUCACIÓN**

Memoria para alcanzar el grado de:

**MÁSTER EN PROFESOR DE EDUCACIÓN SECUNDARIA OBLIGATORIA Y  
BACHILLERATO, FORMACIÓN PROFESIONAL Y ENSEÑANZAS DE IDIOMA**

***MODULO ESPECÍFICO DE BIOLOGÍA Y GEOLOGÍA***

Presentada por:

**PABLO MONTENEGRO ESCUDERO**

Director:

Francisco Javier Arias Vallejo

Valladolid, 2016





D. Francisco Javier Arias Vallejo, Profesor Titular de Bioquímica y Biología Molecular de la Facultad de Ciencias de Valladolid

### CERTIFICA

Que el presente trabajo titulado “Biotecnología, Sociedad Y Educación” redactado por D. Pablo Montenegro Escudero ha sido realizado bajo mi tutoría y puede ser presentado como Trabajo de Fin de Máster del Máster en profesor de educación secundaria y bachillerato, formación profesional y enseñanzas de idiomas.

Y para que así conste expido el presente certificado.

En Valladolid a 3 de julio de 2016

Fdo. Dr. F. Javier Arias Vallejo



# ÍNDICE

---

---

	<b>Pág.</b>
<b>INTRODUCCION.</b>	<b>1</b>
1. LA BIOTECNOLOGÍA EN LA SOCIEDAD.	3
2. LA BIOTECNOLOGÍA EN LA EDUCACIÓN.	6
3. PANORAMA DE LA EDUCACIÓN EN ESPAÑA.	9
3.1 Previsión de la OCDE en 2015.	9
3.2 Las problemática con las Leyes Educativas en España .	12
<b>OBJETIVOS GENERALES.</b>	<b>15</b>
<b>METODOLOGÍA DEL ESTUDIO.</b>	<b>19</b>
1. ENCUESTA COMPARATIVA AL ALUMNADO.	21
1.1 Objetivos y fundamento de la encuesta.	21
1.2 Descripción de la encuesta.	22
1.3 Análisis de los resultados.	22
2. PROPUESTA EDUCATIVA.	23
<b>RESULTADOS Y DISCUSIÓN.</b>	<b>25</b>
1. ANÁLISIS COMPARATIVO DE LA ENCUESTA.	27
1.1 Análisis detallado de las cuestiones.	27
1.2 Discusión de los resultados de la encuesta.	38
2. ELABORACIÓN DE LA PROPUESTA EDUCATIVA.	42
2.1 Propuestas y actividades realizables.	42
2.2 Desarrollo de la Unidad Didáctica.	42
2.2.1 Introducción y base legal.	45
2.2.2 Conocimientos previos.	47
2.2.3 Objetivos didácticos.	47
2.2.4 Contenidos y Estándares de aprendizaje evaluables .	50

# ÍNDICE

---

---

	<b>Pág.</b>
2.2.5 Competencias básicas y elementos transversales.	51
2.2.6 Metodología, actividades y organización didáctica.	53
2.2.7 Materiales y recursos necesarios.	57
2.2.8 Criterios y procedimientos de evaluación.	57
2.2.9 Medidas de atención a la diversidad.	59
<b>CONCLUSIONES FINALES .</b>	<b>61</b>
<b>BIBLIOGRAFÍA.</b>	<b>65</b>
<b>ANEXOS.</b>	<b>71</b>
ANEXO I: Encuesta sobre Biotecnología.	
ANEXO II: Trabajo de rol dirigido.	
ANEXO III: Examen de evaluación de la Unidad Didáctica.	
ANEXO IV: Cuestionario de evaluación de la práctica docente.	
ANEXO V: Listado de recursos de actividades.	

# ***INTRODUCCIÓN***

---





## **INTRODUCCIÓN**

---

Históricamente la Biotecnología ha sido desarrollada, inconscientemente, por el hombre desde que comenzaron los primeros asentamientos permanentes y el desarrollo de la agricultura y la ganadería, hace más de 10000 años. Con la necesidad esencial de producir alimentos se optimizaron las condiciones de los cultivos, seleccionaron aquellas especies vegetales y animales de mejor crecimiento y las más resistentes frente a patógenos y condiciones adversas. El desarrollo agrícola e industrial contribuyó a la degradación del medio y a la liberación de productos químicos que difunden por el suelo, los acuíferos y la atmosfera. Desde el concepto de los pozos negros hasta las plantas de tratamiento de aguas (el fango o lodo activado está compuesto de un complejo ecosistema microbiano) la Biotecnología tradicional ha interferido en la corrección de degradación ambiental. De igual forma, el ser humano fue capaz de conocer y aprovechar diferentes microorganismos para transformar sustancias naturales en diferentes productos, modificando beneficiosamente sus propiedades, o bien combatirlos y desarrollando vacunas, antibióticos y otros fármacos; estrategias de defensa que permitieron controlar o erradicar multitud de enfermedades mortales. En principio los avances se fueron transmitiendo de forma oral y posteriormente escrita (Muñoz E, 2001).

Desde los años cincuenta el desarrollo biotecnológico ha sido fruto de la hibridación entre ciencia, empresa, Estado y sociedad, multiplicándose los recursos económicos destinados a la I+D. Con el auge de la Biología Molecular y la revolución de la Ingeniería Genética, la Biotecnología, ya estando establecida como disciplina, comenzó a desarrollarse aceleradamente a partir de 1973, año del primer organismo transgénico (Johnson G. B., 1996; Krauzer & Massey, 2001). Existen numerosos ejemplos del avance que ha ido sufriendo esta disciplina desde la Tecnología de ADN recombinante, la reacción en cadena de la Polimerasa y la secuenciación del ADN, hasta la incursión en la nanociencia con la creación de instrumentos macro-moleculares, la aparición de la bioinformática y sus numerosas aplicaciones, o el controvertido desarrollo de terapias con células madre. En el año 2000, Proyecto del Genoma Humano se presentó como el salto definitivo hacia una medicina predictiva y personalizada, la fecundación *in vitro* se abrió paso ante la infertilidad, problema de salud que se había extendido en los últimos años, las células troncales embrionarias humanas se presentaron como la gran promesa de la medicina regenerativa, y la clonación como su técnica de obtención idónea.

En la última década, si bien los avances biotecnológicos han seguido apareciendo exponencialmente, es cierto que no todos los avances obtenidos han sido tan decisivos como se prometían en un principio y la proporción de resultados frente a la expectativa han sido más bien modestos ya que estas eran muchas veces desproporcionadas y, en algunos casos, fraudulentas (Bellver-capella V., 2012).

En este marco no se puede desconocer el decisivo papel que juegan los medios de comunicación, siendo ellos en ciertos casos los artífices principales de la educación científica de los ciudadanos y los que mejor pueden orientar sus preferencias a la hora de apoyar una u otra área de investigación. En España, ha habido un volumen significativo de textos periodísticos sobre Biotecnología en la última década, de los que, en el año 2002, un 4% de los mismos fue portada de diario. No obstante sólo en un tercio de los casos estudiados se contrasta la información y en prácticamente la mitad de los casos (42%) se pronuncian de modo claro a favor o en contra de estas tecnologías (Muñoz & Plaza, 2004; Escribano & Quintanilla, 2005).

Todo esto contribuye a un agitado debate por el impacto que puede tener las aplicaciones biotecnológicas en el ambiente, la producción agrícola y el control de enfermedades, además de las discusiones de tipo bioético si se tienen en cuenta las connotaciones que tiene volver a los seres vivos objetos de explotación económica (Hernández M., 2008; Roa Acosta R., 2012). Las repercusiones de este debate han llegado a todos los ámbitos de la sociedad hasta el punto que ciertos avances biotecnológicos son orientados por la legislación vigente. Por ejemplo la investigación genética, que ha realizado un enorme avance en el diagnóstico genético pre implante, ha generado un debate ético añadido, siendo solo aplicable en casos de enfermedades genéticas graves (Sánchez Montero JM., 2011).

En consecuencia surge la importancia de desarrollar el pensamiento crítico en los estudiantes, futuros profesionales (científicos, periodistas de investigación, docentes...) y, por extensión, ciudadanos, para que asuman una postura ética y responsable frente a los avances científicos actuales y en especial en un campo de tanta relevancia como es la Biotecnología.

## ***INTRODUCCIÓN***

---

Volviendo al panorama español, el año 2014 se conmemoró como ***Año de la Biotecnología en España***. Dos años atrás, en 2012, la Federación Española de Biotecnólogos, con la colaboración de la Sociedad Española de Biotecnología (SEBiot), la Sociedad Española de Microbiología (SEM) y la Asociación Española de Bioempresas (ASEBIO), presentó una iniciativa para todos los Grupos Parlamentarios del Congreso de Diputados con los objetivos de impulsar la investigación y las aplicaciones biotecnológicas en la sociedad española, así como mejorar la transferencia de tecnología y la inversión privada en Biotecnología con plena cooperación entre el sector público y el privado. De igual forma, en el marco educativo, se propuso mejorar la enseñanza, comunicación y divulgación de la Biotecnología (FEBiotec, 2014).

## 2. LA BIOTECNOLOGÍA EN LA EDUCACIÓN.

---

Como se comentaba en el apartado anterior, 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 la actualidad la proporción de jóvenes que se muestran interesados en algún ámbito de la ciencia no deja de descender. La educación tiene la responsabilidad de formar de manera integral individuos que desarrollen y cultiven aspectos tanto intelectuales como morales, es decir que el alumnado adquiera conocimientos, desarrollen capacidades, habilidades, disposiciones, actitudes y valores que les permitan responder de forma efectiva y oportuna a los adelantos científicos y tecnológicos así como a los diversos problemas presentes y futuros en una sociedad cada vez más compleja y cambiante, (Moreno O.t., 2011; Hernández S., 2015).

En este aspecto la formación científica, y especialmente la biotecnológica, en la educación secundaria no es importante solamente para dirigir al alumnado en el estudio de las ciencias, sino porque para ejercer como ciudadano crítico se necesita tener cierta cultura científica mínima. El presente trabajo, distanciándose de los propios contenidos biotecnológicos, se enfocará a la adquisición de esa cultura científica general y sobre todo al desarrollo del pensamiento crítico como metodología para analizarla. La transmisión de conocimiento y desarrollo del pensamiento crítico debe ser direccionado de la siguiente manera (Rodríguez y Días M d., 2011):

1. Reunión de información.
2. Clarificación y entendimiento de conceptos.
3. Confirmación de fuentes de información.
4. Análisis de fuentes de información.
5. Confrontación de la información y pre saberes.
6. Manejo de incertidumbre.
7. Análisis de todas las anteriores (causas y efectos).

## ***INTRODUCCIÓN***

---

La Biotecnología es una de las áreas en la que muchas personas se encuentran insuficientemente informadas y claramente tienen dificultades para enfrentarse con la realidad y el significado procedente. Considerando que algunos de sus aspectos ofrecen vínculos para distintos grupos de interés que defienden sus propias agendas, se presta una visión distorsionada en la cual se manifiestan los miedos y las incertidumbres de la población.

Además, en el caso de la didáctica en Biotecnología, la posibilidad de establecer relaciones entre ciencia básica y aplicaciones tecnológicas proporciona al alumnado una asimilación de conceptos basada en el 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, 2014).

A todas estas necesidades responden asignaturas como Ciencias para el Mundo Contemporáneo (CMC) y la más actual Cultura Científica (CC). Estas asignaturas se encuentran implantadas en el currículo de 1º de Bachillerato de la Ley Orgánica de Educación (LOE, 2006) para la asignatura de CMC, y dividida en dos apartados, 4º de ESO y 1º de Bachillerato de la Ley Orgánica para la Mejora de la Calidad Educativa (LOMCE, 2013) para la asignatura de CC respectivamente. En el caso de la asignatura de CMC, y con respecto a su contenido en el área de Biotecnología, estudios del 2014 (Serrano S., 2014) realizados a un grupo amplio del alumnado demostraron que adquirieron un alto grado de conocimiento sobre Biotecnología, sus aplicaciones y el debate ético-científico que suscita, en la mayoría de los casos, resultado de cursar dicha asignatura. De esta forma quedó patente la importancia de su implantación como asignatura obligatoria.

### 3. PANORAMA DE LA EDUCACIÓN EN ESPAÑA.

---

En la última década, España, siguiendo la tendencia de la mayoría de los países de la Organización para la Cooperación y el Desarrollo Económico (OCDE), ha experimentado un aumento del nivel educativo, con un descenso de la población adulta únicamente con estudios de primera etapa de educación secundaria (ES) o menores (45% de la población), que sin embargo todavía dista del promedio de la OCDE (24%) y del marco europeo UE21 (23%). De hecho en estudios recientes se muestra que la tasa de abandono escolar temprano en España es del 25% (Brunello & De Paola, 2013). El 54% de la población española entre 25-64 años posee como mínimo estudios de la segunda etapa de ES y post-secundaria no Terciaria, alcanzando un 32% de población con estudios terciarios, similar a OCDE y UE21.

Existen diferencias de edad y género entre la formación de la población adulta, siendo más cualificados los jóvenes de entre 25-34 años y las mujeres frente al género masculino, acentuándose en España por encima del promedio de la OCDE. Según el tipo de formación de la población adulta, en España existe un 13,7% de la población con estudios superiores a Bachillerato, bien estudios Terciarios de tipo A (universitarios) o bien de tipo B (FP de grado superior), siendo este menor con respecto a otros países de la UE.

#### 3.1 Previsión de la OCDE en 2015

El rendimiento de España en PISA (Programme for International Student Assessment) 2012 está por debajo de la media de la OCDE en lectura, matemáticas y ciencias, permaneciendo sin cambios a lo largo de los ciclos de PISA (**Fig. 2**). La educación de la primera infancia suele comenzar a los 2-3 años, con una tasa de matriculación de niños de 3-4 años que supera la media de la OCDE. La escolarización es obligatoria desde los 6 a los 16 años, con una educación unitaria para todos los estudiantes hasta la edad de 16 años.

## **INTRODUCCIÓN**

---

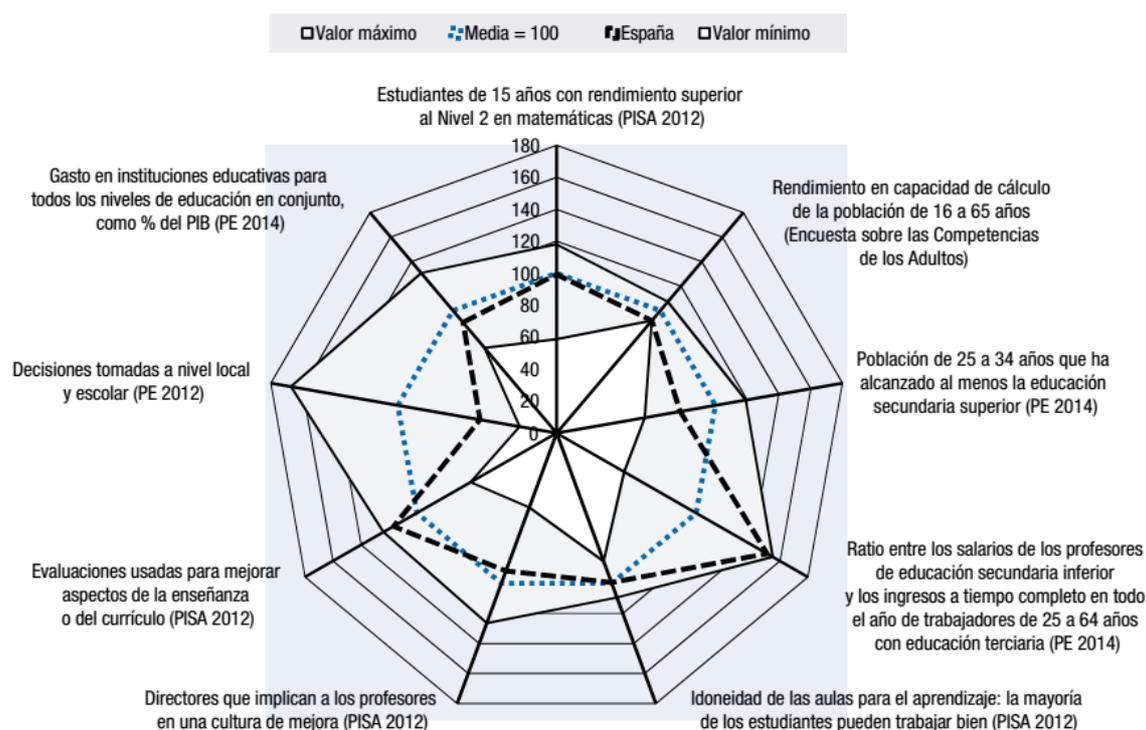
La repetición de curso puede dañar la equidad y la finalización de los estudios, con unas tasas de abandono escolar en educación secundaria superior más altas en estudiantes de entornos socioeconómicos desfavorecidos. La tasa de finalización de la educación secundaria superior está por debajo de la media de la OCDE, y la matriculación en FP tampoco alcanza la media. La graduación en educación terciaria, sin embargo, ha aumentado hasta igualar la media de la OCDE. Por otra parte, España tiene la tasa de desempleo más alta de los países de la OCDE, afectando más a personas con baja formación que en la mayoría de los países de la OCDE. Igualmente, la proporción de jóvenes que ni trabajan ni estudian en 2012 superó la media de la OCDE.

Las políticas españolas a nivel del sistema, como la repetición de curso, pueden contrarrestar la equidad y contribuir al abandono escolar. Unas tasas altas de abandono escolar y de paro juvenil requieren esfuerzos para consolidar competencias básicas y mayor respuesta a las necesidades del mercado laboral, centrándose en la calidad educativa y en la oferta de programas de FP. Esto incluye alinear mejor la educación y la formación con el mercado laboral.

Los centros escolares españoles tienen un nivel de autonomía por debajo de la media de la OCDE en asignación de recursos y en evaluación. Los ambientes de aprendizaje españoles son positivos, según la opinión de los estudiantes de 15 años. A los profesores de educación secundaria inferior en España se les exige superar un programa de formación docente inicial de cinco años que incluye un práctico de enseñanza obligatorio. El ratio de alumnos por profesor es inferior a la media de la OCDE en todos los niveles de educación con unos salarios competitivos en relación con otros trabajadores de similar experiencia (**Fig. 2**). En primaria y secundaria, el número de horas de clase está por encima de la media de la OCDE. Los profesores españoles tienen acceso a desarrollo profesional, pero las oportunidades de evaluación parecen ser menos comunes para ellos que para sus equivalentes en otros países. Los directores escolares son elegidos o seleccionados entre el personal docente y posteriormente siguen un breve curso de adiestramiento. La evaluación está organizada en parte por el gobierno central (en coordinación con las autonomías) y en parte por las autoridades autonómicas. Con una mayor autonomía de los centros escolares, la calidad de profesores y directores puede ser mejorada mediante una formación inicial y continua enfocada a objetivos.

Los centros escolares españoles requieren también apoyo sostenido para responder al rápido y gran aumento de alumnos inmigrantes que están experimentando. También es importante alcanzar un marco de evaluación equilibrada que establezca objetivos y estándares educativos nacionales para ayudar a mejorar a estudiantes y profesores.

El sistema educativo es dirigido conjuntamente por el gobierno nacional de acuerdo con las comunidades autónomas. El gobierno central define el marco y las directrices generales. Los objetivos en materia de educación se alinean con las prioridades de la UE para el año 2020. La mayor parte de las decisiones escolares en secundaria inferior se toman por las autoridades autonómicas y en menor medida por el gobierno central con capacidad de intervención limitada para centros escolares individuales (**Fig. 2**). Aunque la financiación pública haya disminuido como efecto de la crisis económica, el gasto por estudiante continúa siendo superior a la media de la OCDE. La aportación de fondos privados a instituciones educativas es menor que la media de la OCDE.



**Fig. 2: Indicadores OCDE seleccionados comparados con la media en España.** Para cada indicador, el rendimiento absoluto está estandarizado (normalizado) mediante una puntuación normativa de 0 a 180, siendo 100 el valor de la media, teniendo en cuenta todos los países de la OCDE para los que hay datos disponibles. Esta figura se ha creado combinando información de Política educativa en perspectiva: España (OECD, 2013) con los datos de la OCDE (<http://dx.doi.org/10.1787/888933171860>).

España se enfrenta al reto principal de continuar ofreciendo y aumentando la calidad de la educación y de las competencias, siendo especialmente importante para algunos grupos desaventajados. España podría también beneficiarse de una mayor coherencia entre distintas autonomías para cumplir así las prioridades educativas a nivel nacional y revisar los gastos y la asignación de fondos donde es más necesario.

### 3.2 Las problemática con las Leyes Educativas en España.

Contrariamente a la tendencia normal en la mayoría de los países, no solo de Europa sino a nivel global, en España existe un preocupante conflicto vinculado con la imposición de ciertas materias escolares incluidas en el currículo, recomendadas desde directrices de la Unión Europea. Este hecho, lejos de resultar aislado, es una tendencia general en la política española (*El País*, 6 de Octubre del 2015). La polémica más actual reside, con el cambio de la LOE a LOMCE, en la desaparición de las asignaturas de Educación para la Ciudadanía y los Derechos Humanos, y Ciencias para el Mundo Contemporáneo (Gómez & García, 2013). El caso de esta asignatura es especialmente relevante ya que ocupa una parte importante del fundamento de este estudio. Las razones de este conflicto particular y en general la problemática del cambio de Leyes Educativas en España responden a diversas estrategias políticas revanchistas y postulados mayoritariamente sectarios y poco democráticos, sin importar la orientación política del partido gubernamental. Más aun, en el caso concreto de la asignatura de CMC, los medios de comunicación hicieron eco de diversas asociaciones de padres católicos opinaban que esta asignatura puede llegar a ser “más dañina aún que Educación para la Ciudadanía para la libertad de conciencia”, ya que se ofrecía desde posiciones bioéticas “muy definidas” (*El País*, 30 de Septiembre del 2012).

Si bien la nueva asignatura de CC, sustituta de la asignatura de CMC, presenta criterios de evaluación, estándares de aprendizaje y distribución de los bloques y temática de contenidos similares, su aparición quedaría relegada al curso académico 2016-17. Considerando que el calendario de implantación de la LOMCE pospone la eliminación de la asignatura al presente curso académico 2015-16, dicho curso plantea una brecha en educación sobre la ciencia y tecnología actual, y en concreto Biotecnología, que puede perjudicar a dicho alumnado en un futuro próximo.

Por otra parte frente a la obligatoriedad a todo 1º de Bachillerato a cursar la asignatura de CMC, la asignatura de CC recogida en la LOMCE tiene carácter optativo. Esto podría declinar su elección en el alumnado que cursa el itinerario de Ciencias Sociales, a favor del itinerario Biosanitario o Tecnológico. La raíz principal de declinar dicha asignatura radicaría en el desinterés general de este alumnado sobre cualquier temática de índole científico, motivado en gran parte por el desconocimiento de la misma. En cualquier caso este cambio de Ley Educativa podría desencadenar que el alumnado finalizase sus estudios con una visión sesgada e incluso poco crítica de los problemas científicos tecnológicos actuales que pudiera perjudicar en un futuro el ejercicio de su ciudadanía.

No obstante, a raíz de los últimos acontecimientos, polémicas y rechazos generalizados que ha planteado la nueva Ley Educativa existe una tendencia cada vez más acentuada en la necesidad de alcanzar un pacto por la educación que España no ha conseguido cerrar nunca en democracia, con colaboración de todos los Representantes políticos (*El País*, 6 de Octubre del 2015; *El Mundo*, 13 de Junio de 2016; *ABC*, 16 de Abril de 2016).



# ***OBJETIVOS GENERALES***

---



El objetivo principal del presente trabajo es establecer la importancia que tienen asignaturas como Ciencias para el Mundo Contemporáneo (CMC) o Cultura Científica (CC) en el estudio de la Biotecnología y su implicación en la vida diaria, centrándose en un contenido más divulgativo asociado a su componente social, interesante y accesible a todo el alumnado sin enfocarse en temática compleja sobre Biotecnología. Dicho objetivo principal, se puede desglosar en dos apartados.

Primeramente se pretenderá dar un juicio crítico a la problemática de cambio de Ley Educativa en España en relación a dichas materias de divulgación científica y su posible modificación o supresión. Por medio de una encuesta comparativa realizada al alumnado de diferentes cursos y especialidades de Educación Secundaria se establecerá el grado de percepción sobre Biotecnología adquirido en el presente curso 2015-16 en relación a datos previamente publicados del curso 2013-14 (Serrano S., 2014).

En segundo lugar, y en vista de dichos resultados, se establecerá una propuesta educativa con un conjunto de premisas y actividades que seguidamente formaran parte o tendrán relación con el desarrollo de la consecuente Unidad Didáctica sobre la Biotecnología y su papel en la sociedad, incluida en la asignatura de CC, la actual asignatura de la Ley Orgánica para la Mejora de la Calidad Educativa (LOMCE, 2013) que reemplaza a la asignatura de CMC.

Esquemáticamente el objetivo del presente TFM se resume en los siguientes apartados:

1. Determinar la importancia del estudio de la Biotecnología, y de la ciencia en general, en el currículo a través de la asignatura optativa Cultura Científica de 1º Bachillerato.
2. Justificar la necesidad del carácter troncal que debería presentar la asignatura Cultura Científica de acuerdo a la nueva Ley Educativa.
3. 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 en el presente curso 2015-16.

## ***OBJETIVOS GENERALES***

---

4. Comparar los datos de la encuesta realizada en el presente curso 2015-16 con resultados previos del curso 2013-14, justificando la causa de los mismos.
5. Realizar una valoración crítica de la problemática que conlleva el cambio gubernamental de Ley Educativa, en el contexto de enseñanza de las ciencias, en especial la Biotecnología.
6. Establecer la asignatura y el momento más adecuado para impartir la Unidad Didáctica de Biotecnología, así como los posibles requisitos previos del alumnado que ayuden a su asimilación.
7. Proponer una Unidad Didáctica del temario de Biotecnología con los contenidos oportunos en función del Real Decreto vigente.
8. Proponer una serie de actividades o propuestas que optimicen la asimilación de dicha Unidad Didáctica y favorezcan el interés en su aprendizaje por parte del alumnado.

# ***METODOLOGÍA DEL ESTUDIO***

---



## 1. ENCUESTA COMPARATIVA AL ALUMNADO.

---

Se estableció realizar una encuesta sobre los conocimientos e intereses del alumnado en el campo de la Biotecnología. Con el fin de establecer un análisis comparativo de la forma más rigurosa posible se tomaron las mismas directrices que en estudios anteriores (Serrano S., 2014). Para ello se realizó la misma encuesta y en el mismo centro educativo, en concreto a 136 alumnos del Colegio San José de Valladolid, contando con los permisos correspondientes tanto de profesores como el de los alumnos que de manera voluntaria iban a realizar dicha encuesta. La participación no tuvo carácter evaluador y se realizó de forma anónima para el alumnado.

Desglosando en alumnado 52 alumnos cursan la asignatura de Biología y Geología de 4º ESO. En cuanto al alumnado de 1º de Bachillerato, 28 alumnos están en la rama Biosanitaria o bien la rama Tecnológica cursando todos ellos la asignatura de Biología y Geología, 19 alumnos están en la rama Tecnológica sin cursar dicha asignatura y 15 alumnos en la rama de Ciencias Sociales. Finalmente también se evaluaron 22 alumnos correspondientes a Biología de 2º de Bachillerato.

Con el mismo planteamiento que la encuesta realizada en el curso 2013-14, el alumnado de 1º de Bachillerato adquiere una especial importancia ya que es donde se encuentra implantada la asignatura Ciencias para el Mundo Contemporáneo (CMC) que, si bien no se encuentra enmarcada dentro del periodo de educación obligatoria, su contenido se acerca al fundamento principal del presente trabajo.

### 1.1 Objetivos y fundamento de la encuesta.

El cambio de legislación educativa, de la Ley Orgánica de Educación (LOE, 2006) a la Ley Orgánica para la Mejora de la Calidad Educativa (LOMCE, 2013), ha desembocado en la eliminación de la asignatura de CMC de 1º de Bachillerato, impartida hasta el curso 2014-15, a favor de la nueva asignatura denominada Cultura Científica (CC), que se implantará fundamentalmente en el curso 2016-17.

Dichas asignaturas ofrecen, desde un punto de vista principalmente divulgativo, unos contenidos mínimos de las tendencias actuales en la ciencia y tecnología, entre las que se encuentran la Biotecnología, y sobre todo desarrollar una valoración crítica sobre las mismas. Consecuentemente en el presente curso 2015-16, dicha visión va a estar sesgada para el alumnado de 1º de Bachillerato, reduciéndose a aspectos biotecnológicos tratados en otras asignaturas, a diferencia del alumnado de cursos posteriores a los que se les impartió la asignatura de CMC.

El objetivo inicial de esta encuesta es, por tanto, determinar el grado de conocimientos adquiridos, tanto en la etapa educativa como fuera de ella, sobre Biotecnología que tiene el alumnado, así como la motivación y el interés que presentan sobre la misma. Dicho análisis se realizará se forma comparativa entre grupos anotando la posible variabilidad existente, así como especialmente con los resultados publicados con anterioridad en el curso 2013-14 (Serrano S., 2014). De esta forma se establecerá el grado de importancia de obtener una visión crítica de la ciencia actual para todo el alumnado independiente de su formación, así como la necesidad de incorporar la Biotecnología en el currículo.

### **1.2 Descripción de la encuesta.**

El cuestionario propuesto consta de 10 preguntas sobre diferentes aspectos de la Biotecnología tradicional y actual, así como de su importancia en la sociedad y el debate generado en torno a la misma. La encuesta se encuentra recogida, tal cual se presentó a los alumnos, en el correspondiente **ANEXO I**.

### **1.3 Análisis de los resultados.**

El tratamiento de datos se ha llevado a cabo mediante el programa informático Microsoft Excel<sup>®</sup>. Las cuestiones o apartados sin desarrollo se han representado en diagramas de distribución porcentual o diagramas de barras según la cuestión a tratar entre los distintos grupos de análisis. En el caso de aquellas cuestiones o apartados de desarrollo se ha evaluado la presencia de palabras o conceptos “clave” sobre los diferentes aspectos de la Biotecnología y su frecuencia entre los diferentes grupos de análisis.

## 2. PROPUESTA EDUCATIVA.

---

Tras evaluar los resultados de la encuesta, se procederá a elaborar la Unidad Didáctica correspondiente. La asignatura de CC de 1º Bachillerato ha sido la elegida para el desarrollo de la Unidad Didáctica. Dicha asignatura queda recogida dentro de la nueva Ley Orgánica 8/2013, de 9 de diciembre, para la mejora de la calidad educativa (LOMCE, 2013), publicada en el BOE de 10 de Diciembre de 2013.

Como ya se ha mencionado en la Introducción del presente trabajo, ante una sociedad de cambios científico-tecnológicos constantes y acelerados es de vital importancia que el alumnado tenga una buena cultura científica básica que le permita entender el mundo actual, independiente de la rama de estudios que elija. Todos los ciudadanos, tanto futuros científicos, periodistas de divulgación científica, o docentes, como aquellos que se desvinculen más del área de las ciencias deben ejercer un pensamiento crítico para con los avances científicos y tecnológicos de la sociedad actual, permitiendo discernir la veracidad de hechos científicos concretos. En este ámbito, asignaturas como CMC y la más actual asignatura de CC responden a estas necesidades.

Según el Real Decreto 1105/2014, de 26 de diciembre, por el que se establece el currículo básico de la Educación Secundaria Obligatoria y del Bachillerato, en el Anexo II: Materias del bloque de asignaturas específicas, la asignatura de CC queda vinculada tanto a la etapa de ESO como al Bachillerato. *A partir de 4º de ESO, la materia Cultura Científica establece la base de conocimiento científico, sobre temas generales como el universo, los avances tecnológicos, la salud, la calidad de vida y los nuevos materiales. Para 1º de Bachillerato se dejan cuestiones algo más complejas, como la formación de la Tierra y el origen de la vida, la genética, los avances biomédicos y, por último, un bloque dedicado a lo relacionado con las Tecnologías de la Información y la Comunicación.* El estudio de la Biotecnología quedaría por tanto relegado al curso de 1º de Bachillerato.

Dada la importancia que tiene esta materia de divulgación científica se debería considerar el carácter obligatorio de la misma, al menos en el curso de 1º de Bachillerato. De acuerdo a la normativa LOMCE dicha asignatura debería ser de tipo troncal.

Junto a la elaboración de la Unidad Didáctica se desarrollaran una serie de actividades o propuestas que pueden llegar a influir en la mejora de la misma, y de la asignatura en conjunto, su organización o aumentar el grado de interés de la misma por parte del alumnado. Para realizar dicha Unidad Didáctica se ha recurrido a la búsqueda bibliográfica a través de los contenidos de, entre otros, los siguientes libros:

- **Ciencias para el Mundo Contemporáneo.** 1º de Bachillerato. Carlos Elías, Juan Jesús Jiménez de la Fuente, José Antonio Montón Marqués, Pablo José Muñoz Martínez, Jesús Prieto de Paula, Rafael Serrano Marín. Mc Graw-Hill. 2008.
- **Cultura Científica.** 1º de Bachillerato. Juan Jesús Jiménez de la Fuente, Jesús Prieto de Paula, Pablo José Muñoz Martínez, M<sup>a</sup> Luisa Fernández Fernández. Mc Graw-Hill. 2015.
- **Cultura Científica.** 1º de Bachillerato. Serie Explora. Francisco Anguita Virella, Mariano Carrión Vázquez, José Manuel Cerezo Gallego, Luis Fernández García, Ana Isabel Henche Ruiz, Antonio José Hidalgo Moreno, David Sánchez Gómez. Santillana Educación, S.L. 2015.
- **Cultura Científica.** 1º de Bachillerato. Proyecto aprender es crecer en conexión. Nicolás Rubio, Carlos Pulido, Juan Manuel Roiz. ANAYA. 2015.

# ***RESULTADOS Y DISCUSIÓN***

---



## 1. ANÁLISIS COMPARATIVO DE LA ENCUESTA.

---

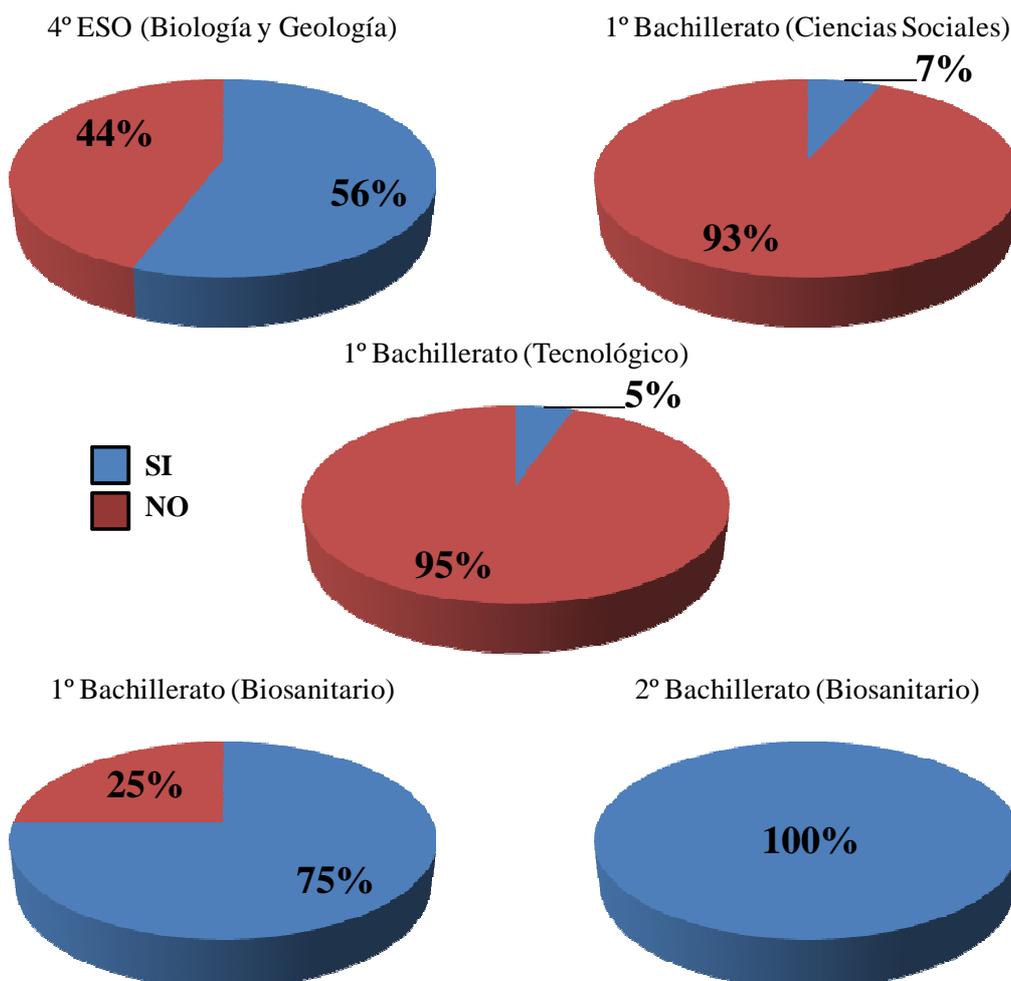
Al igual que en anteriores estudios (Serrano S., 2014) la encuesta se ha analizado de forma independiente para cada curso y especialidad propuesta del alumnado. En una primera visión general se observó una gran heterogeneidad entre dichos grupos en función de las respuestas, condicionando tanto conocimientos como interés del alumnado por el tema en cuestión. A continuación se realizará un estudio comparativo con más detalle en relación a las preguntas planteadas.

### 1.1 Análisis detallado de las cuestiones.

1) *¿En algún momento ha recibido información relacionada con la **Biotecnología** por parte de sus profesores?*

Con esta pregunta se trata de establecer la información sobre Biotecnología recibida por el alumnado, sin profundizar en los conceptos de la misma. En la **Fig. 3** se muestran los resultados según distribución porcentual. En el caso de 4º de ESO un 44% afirmaron que no habían recibido información alguna, siendo este índice considerablemente superior al del curso 2013-14 (15%). No obstante estos datos pueden considerarse poco indicativos ya que la formación en el tema no es relevante hasta el temario de la genética, posterior a la fecha de realización de la encuesta.

Por otra parte se observó que la mayor parte del porcentaje del alumnado que afirmó haber recibido información previa se encontraban cursando la asignatura practica de Ampliación de Biología y Geología. Más relevantes fueron los datos obtenidos en el ámbito de 1º de Bachillerato, existiendo una gran variabilidad de resultados dentro de las especialidades y sobre todo con los del curso 2013-14. Así pues en el presente curso 2015-16, el 93%, 95% y 25% de los alumnos encuestados para las ramas de Ciencias Sociales, Tecnológica y Biosanitaria, respectivamente, afirmaron que no habían recibido información sobre aspectos referentes a la Biotecnología, frente al 30%, 8% y 0% de los alumnos encuestados para las ramas de Ciencias Sociales, Tecnológica y Biosanitaria respectivamente en el curso 2013-14.

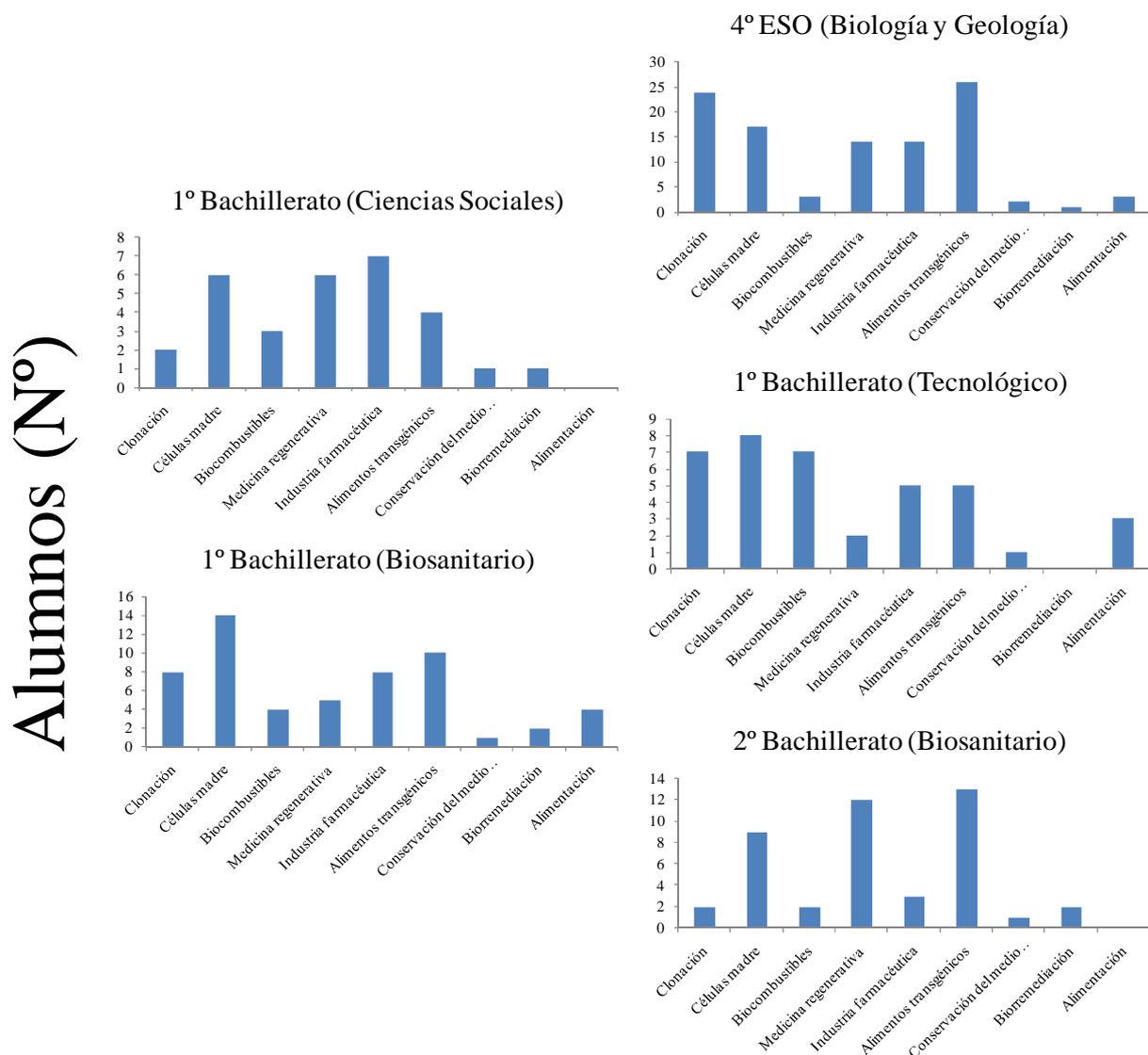


**Fig. 3: Distribución porcentual sobre la información de la Biotecnología transmitida por parte del profesorado.** Los resultados sobre la 1ª pregunta del cuestionario (Ver Metodología del Estudio) se recogen en las siguientes distribuciones porcentuales, evaluadas en función del curso y las especialidades indicadas, con un muestreo total de 136 alumnos correspondientes al Colegio San José de Valladolid, del año 2015-16.

Este hecho es especialmente drástico en el caso del Bachillerato Tecnológico, superando incluso al porcentaje obtenido en Ciencias Sociales. En el caso del alumnado de Biología de 2º de Bachillerato los resultados fueron iguales entre ambos cursos (100% afirman haber recibido información sobre Biotecnología) lo cual es esperado dado el interés del tema en cuestión.

- 2) *Cuándo oye hablar de **Biotecnología**, ¿cuál de las siguientes opciones relaciona o considera más importante sobre el tema?*

La finalidad de esta cuestión es valorar la relación de que conceptos establecidos por el alumnado tienen relación con la Biotecnología o parte de ella. En la Fig. 4 se muestran las respuestas según el número de alumnos evaluados en los diferentes grupos, existiendo heterogeneidad en los resultados obtenidos. A diferencia de los datos del curso 2013-14, donde tenían preferencia la clonación, las células madre y la medicina regenerativa, en el presente curso 2015-16 los alimentos transgénicos ocuparían la primera referencia sobre Biotecnología, seguidos de las células madre y la clonación.



**Fig. 4: Diagrama de barras de la sobre las aplicabilidad de la Biotecnología en diversas áreas, por parte del alumnado.** Los resultados sobre la 2ª pregunta del cuestionario (Ver Metodología del Estudio) se recogen en los siguientes diagramas de barras, evaluados en función del curso y las especialidades indicadas, con un muestreo total de 136 alumnos correspondientes al Colegio San José de Valladolid, del año 2015-16.

Posiblemente el auge de los debates sobre alimentos transgénicos en los medios de comunicación haya podido volver a repercutir en la percepción del alumnado. La industria farmacéutica y la medicina regenerativa se situarían en cuarto lugar de la relación, tomando esta última más predominancia en la encuesta a 2º de Bachillerato, lo cual tendría explicación en función del alumnado que quiera cursar carreras del tipo sanitario. Finalmente, y similar a resultados anteriores, tanto la conservación del medioambiente o la biorremediación apenas fueron relacionados con la Biotecnología por parte del alumnado.

### *3) ¿Conoce alguna aplicación de la **Biotecnología** Tradicional? ¿Cuál es?*

El objetivo de esta pregunta es evaluar el grado de conocimiento del concepto sobre Biotecnología por medio de ejemplos clásicos, a ser posible sin relevancia actual, o bien prácticamente estandarizados. En una visión general, el grado de desconocimiento sobre alguna aplicación de la Biotecnología Tradicional por parte del alumnado encuestado fue alto. Prácticamente la mitad del alumnado que cursa asignaturas de la rama de Biología, tanto de 4º de ESO como 1º y 2º de Bachillerato, y entre un 60-80% para el alumnado de 1º de Bachillerato restante desconocían alguna aplicación clásica. Los conceptos principales con los que el alumnado relacionó la Biotecnología Tradicional fueron la producción de alimentos y aplicaciones biomédicas.

En cuestión de alimentación, los resultados del curso 2013-14 relacionaban este aspecto con la Biotecnología clásica por medio de procesos metabólicos como fermentaciones con microorganismos, típico ejemplo con la obtención de vino, pan y productos lácteos. Sin embargo atendiendo a los resultados del presente curso 2015-16 en torno al 40% del alumnado que respondió a la pregunta, relacionó la alimentación con la ingeniería genética y transgénicos lo cual concuerda con los resultados de la segunda cuestión, pero se alejan de la concepción clásica sobre Biotecnología.

Solo un moderado porcentaje de alumnos de 2º de Bachillerato, los cuales habían cursado previamente la asignatura de Ciencias para el Mundo Contemporáneo (CMC), relacionó alimentación con la obtención de productos alimenticios, así como selección de individuos en agricultura y ganadería. Este porcentaje corresponde a un 30% de los alumnos de 2º de Bachillerato, y menos de un 5% del alumnado total encuestado.

Con respecto a las aplicaciones biomédicas, que suponen alrededor de un 30% del alumnado que respondió a la pregunta, se citó el desarrollo de fármacos así como aspectos relacionados con el descubrimiento de enfermedades, y desarrollo de prótesis. En este ámbito la concepción biotecnológica más clásica expuesta fue la obtención de insulina. Del escaso margen de respuesta del alumnado de la rama de Ciencias Sociales de 1º de Bachillerato este relacionó la Biotecnología clásica con investigación en laboratorio pero no citando aplicaciones concretas.

Finalmente resultó curioso cómo un 30% del alumnado que respondió a la pregunta en el curso de 4º de ESO, porcentaje similar al obtenido en este curso con el concepto de alimentación, relacionó la Biotecnología Tradicional con criminología. Si bien este fue un ejemplo mencionado en clase previo cuestionario, dudando por tanto de su validez, la mayoría del alumnado expuso conceptos como “huella genética” y “perfil de ADN”, que de nuevo se alejan del concepto clásico de Biotecnología. En general se puede argumentar que el alumnado que cursó previamente la asignatura de CMC, siendo mayoritariamente alumnos de 2º de Bachillerato, establecieron una relación de conceptos más cercanos a la Biotecnología Tradicional.

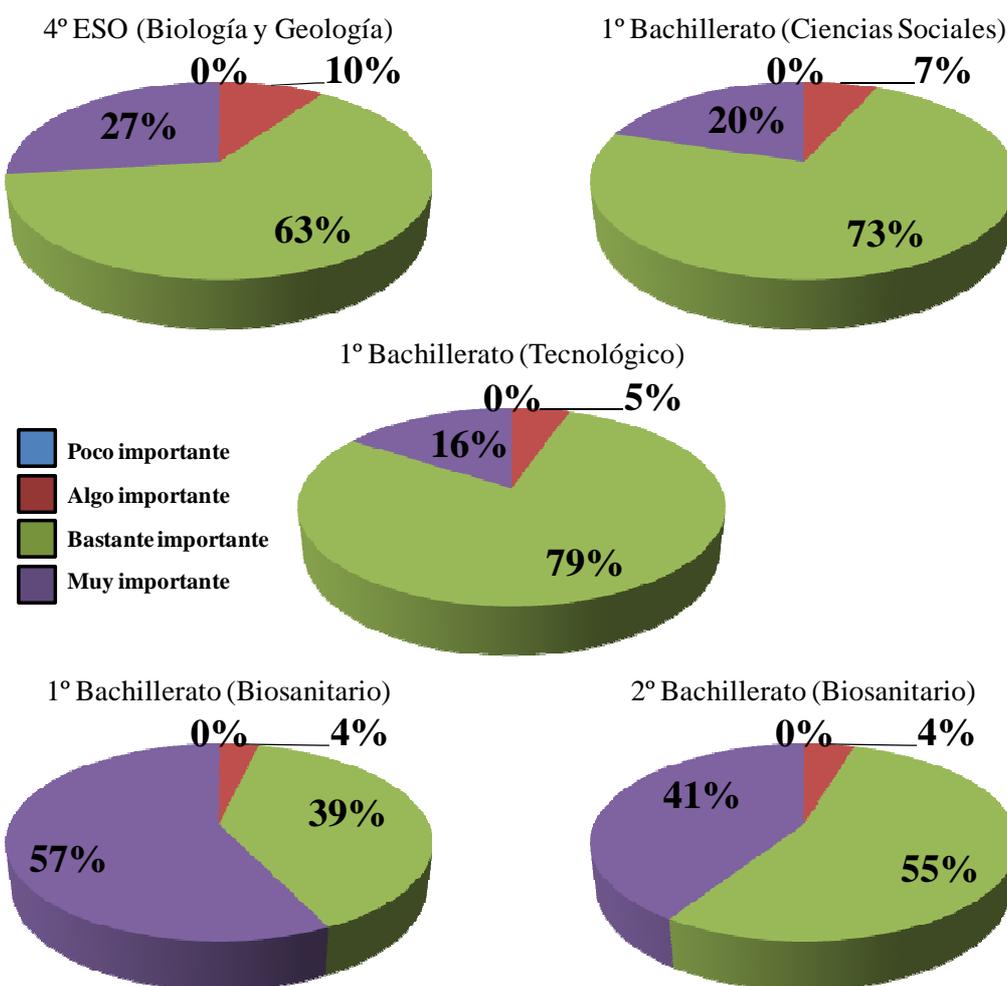
#### 4) ¿Qué entiende por **Biotecnología**?

Como se ha expuesto con anterioridad (Ver Introducción) la Biotecnología se trata de un área multidisciplinar. La gran variedad de conceptos existente hace que resulte complicado para el alumnado establecer una definición extensa y completa de la misma. En este ámbito se buscó por tanto que tipo de relaciones o palabras clave establecían los alumnos encuestados, reconociéndola como ciencia aplicada, dispuesta a la mejora de la calidad de vida de la población, que trabaja en el ámbito de la biología y con esa faceta multidisciplinaria. Similar a los resultados del curso 2013-14, un 70% del alumnado definió la Biotecnología como la ciencia que aplica la tecnología a la biología o viceversa. Otros conceptos incluidos fueron “avances e investigación”, “mejora de nivel de vida” y de nuevo aspectos relacionados con la medicina, su problemática y solución, representando alrededor de un 30% de la terminología usada. Es representativo el número de alumnos, en torno a un 25%, que hablo sobre la “modificación genética” y su impacto en la sociedad a través de desarrollo de combustibles, alimentación, nuevos materiales y, en menor grado, desarrollo sostenible con el medioambiente.

## RESULTADOS Y DISCUSIÓN

5) ¿Qué importancia considera que tiene la **Biología** en la sociedad actual? ¿Por qué?

El propósito de esta pregunta es establecer el grado de importancia que el alumnado otorga a la Biología en la actualidad. En la **Fig. 5** se muestran los resultados según distribución porcentual, con una valoración general de alto grado de importancia considerándose bastante importante o muy importante por más del 90% del alumnado, independiente del curso o la especialidad.

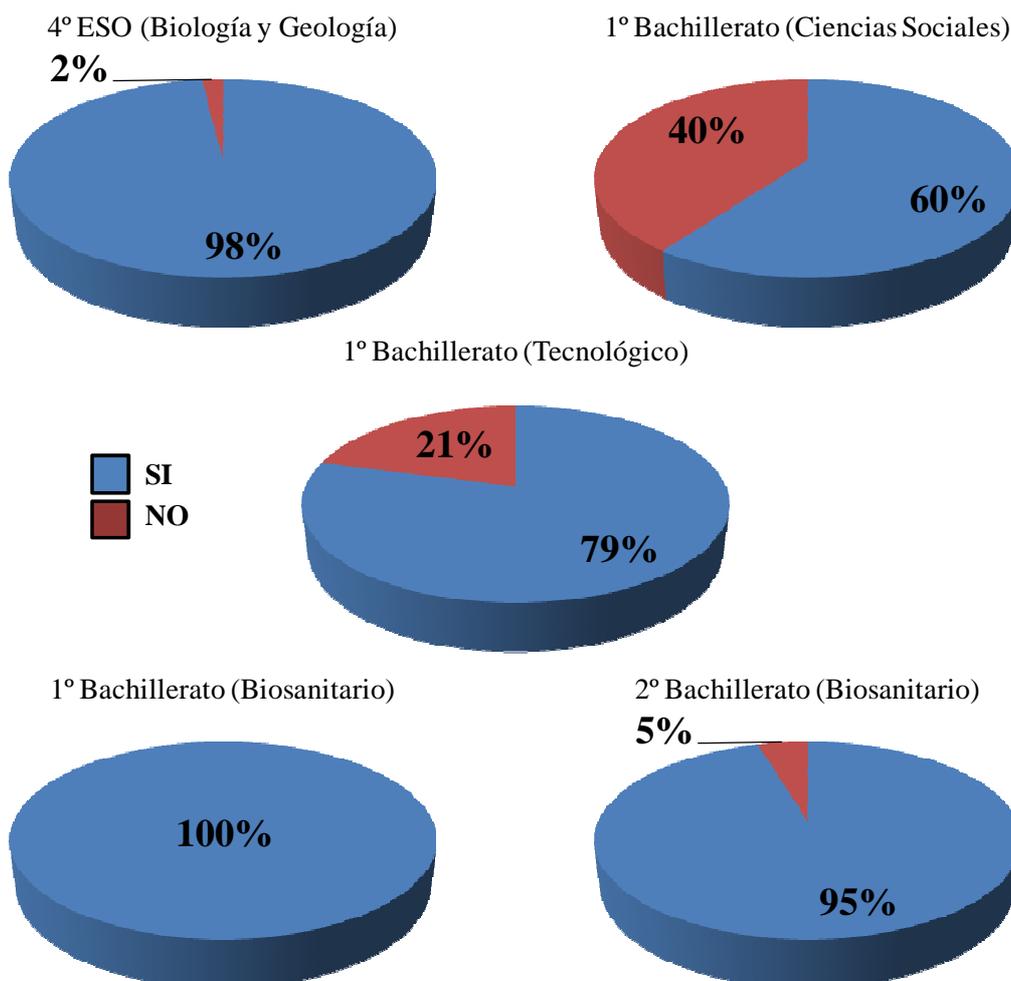


**Fig. 5: Distribución porcentual sobre el impacto de la Biología en la actualidad diaria, por parte del alumnado.** Los resultados sobre la 5ª pregunta del cuestionario (Ver Metodología del Estudio) se recogen en las siguientes distribuciones porcentuales, evaluadas en función del curso y las especialidades indicadas, con un muestreo total de 136 alumnos correspondientes al Colegio San José de Valladolid, del año 2015-16. El porcentaje nulo 0% corresponde a la apreciación poco importante del grado de impacto de la Biología en la actualidad diaria.

Con respecto a los datos del curso 2013-14, en los cuales la peor valoración se estableció en el alumnado del itinerario de Ciencias Sociales de 1º de Bachillerato, en el presente curso 2015-16 el grupo que aportó una peor valoración fue 4º de ESO. De igual forma se observó que la dotación de máxima importancia en las vías Biosanitarias fue ligeramente menor en el presente curso 2015-16 (57% y 41% para 1º de Bachillerato y 2º de Bachillerato respectivamente) con respecto al curso 2013-14 (62% y 63% para 1º de Bachillerato y 2º de Bachillerato respectivamente). Analizando el por qué de la importancia de la Biotecnología, sin embargo, se encontró un posible desconocimiento por parte del alumnado que no supo relacionar o citar algún ejemplo de la importancia de la Biotecnología. Dicho desconocimiento se hizo más patente en el caso de 4º de ESO y la rama de Ciencias Sociales de 1º de Bachillerato. De las respuestas evaluadas los conceptos más citados fueron aquellos relacionados con la mejora de calidad de vida, progreso social e innovación e investigación de nuevos productos sobre todo en el ámbito de medicamentos, estudio de enfermedades y alimentación, en especial cuestiones de alimentos transgénicos. Este último punto concuerda con los datos de la 2º pregunta.

6) *¿Le gustaría o cree conveniente adquirir más conocimientos sobre **Biotecnología**?*

La finalidad de esta pregunta es analizar el interés del alumnado de adquirir y/o mejorar su percepción sobre la Biotecnología y su relevancia actual. En la **Fig. 6** se muestran los resultados según distribución porcentual, clasificados en función del curso e itinerario elegido. Tanto el alumnado de 4º de ESO como el de las ramas Biosanitarias de 1º y 2º de Bachillerato afirmaron querer desarrollar más conocimientos sobre Biotecnología con una valoración ligeramente superior a la obtenida en el curso 2013-14. El pequeño porcentaje de alumnado no interesado en el caso de 2º de Bachillerato se puede deber al estrés generado por la preparación de la Selectividad. Sin embargo, y a diferencia de resultados anteriores (27% para el curso 2013-14), el 41% de los alumnos de la rama de Ciencias Sociales de 1º de Bachillerato afirmó no querer tener más conocimientos biotecnológicos, amparándose en su mayoría en que son alumnos de letras. Este hecho es especialmente preocupante ya que la supresión de la asignatura CMC con el cambio de Ley Educativa, así como la falta de implantación de su homóloga Cultura Científica (CC), ha desembocado en la pérdida del interés científico por parte del alumnado de letras.



**Fig. 6:** Distribución porcentual sobre el interés a la adquisición de conocimientos biotecnológicos, por parte del alumnado. Los resultados sobre la 6ª pregunta del cuestionario (Ver Metodología del Estudio) se recogen en las siguientes distribuciones porcentuales, evaluadas en función del curso y las especialidades indicadas, con un muestreo total de 136 alumnos correspondientes al Colegio San José de Valladolid, del año 2015-16.

Finalmente los resultados para el alumnado correspondiente a la rama Tecnológica de 1º de Bachillerato fueron similares en ambos estudios. El porcentaje de alumnos que afirmó no querer tener más conocimientos biotecnológicos (21%) puede deberse a la relación unívoca que tiene la Biotecnología con la biología.

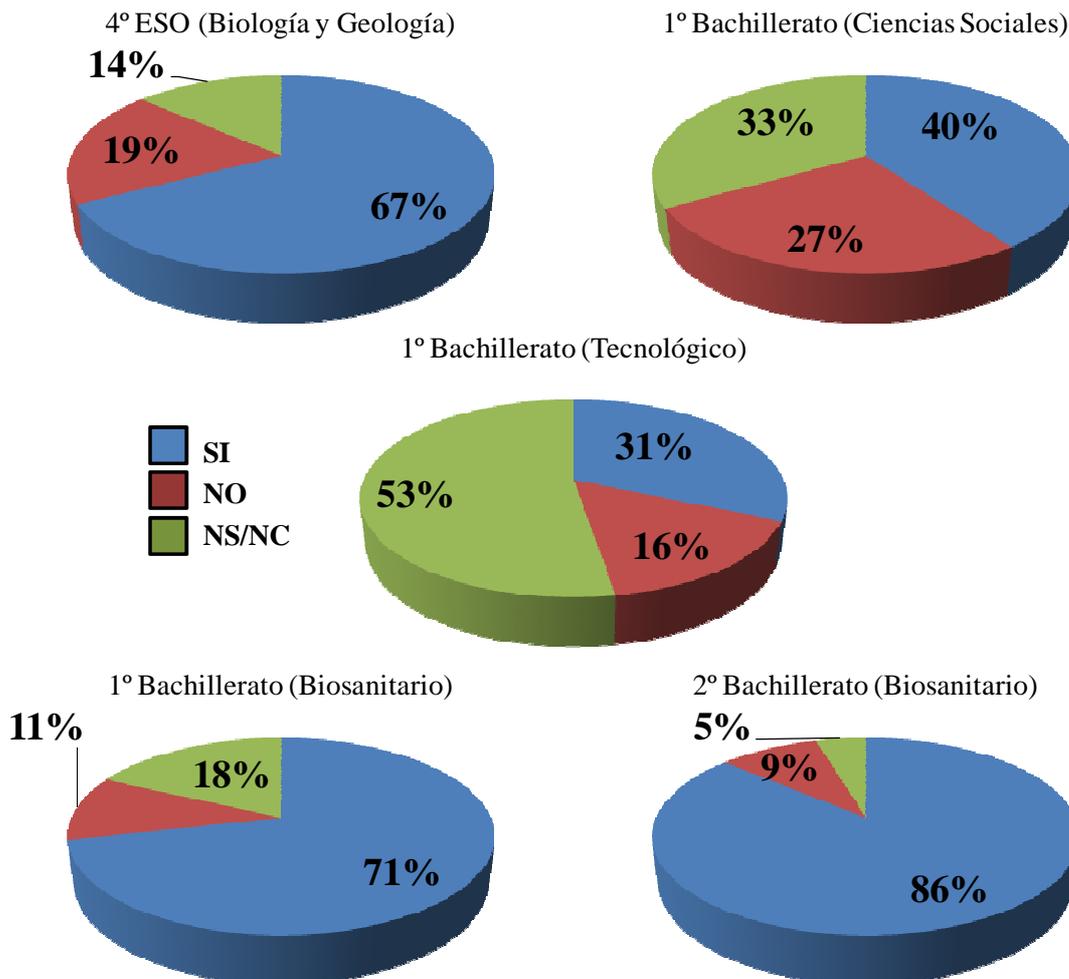
7) *Indique algunas aplicaciones relacionadas con la **Biotecnología** que tengan trascendencia en su vida diaria.*

El propósito de esta cuestión es complementar la información de las preguntas 2 y 3 sobre posibles aplicaciones y conceptos relacionados con la Biotecnología.

De igual forma que en la pregunta 3, existió un desconocimiento generalizado por parte del alumnado, de un 40% del total encuestado, sobre posibles aplicaciones biotecnológicas, en especial de las ramas Tecnológica y de Ciencias Sociales de 1º de Bachillerato, siendo alrededor del 60% del total encuestado para ambas. Para los alumnos que contestaron a esta cuestión los puntos más tratados fueron el desarrollo de alimentos transgénicos, y en menor grado aspectos de la biomedicina como tratamiento de enfermedades y producción de medicamentos, correspondiendo a un 70% y 50% del alumnado que respondió a la cuestión, respectivamente. Según la distribución de la encuesta por cursos y especialidades, las aplicaciones biotecnológicas con mayor transcendencia expuestas fueron reflejo o desarrollo de las tratadas en la cuestión 2.

8) *Si ha estudiado previamente algún contenido sobre **Biotecnología**, ¿cree que estos contenidos de estudio son actuales?*

Esta pregunta fundamentalmente hace hincapié en la relación que establezca el alumno con los contenidos vistos en el aula y aquellos que abarca la Biotecnología actual. En la **Fig. 7** se muestran los resultados según distribución porcentual, clasificados en función del curso e itinerario elegido. Con respecto a los datos obtenidos en el curso 2013-14, en el presente curso 2015-16 la proporción de alumnos que no supo relacionar los conceptos biotecnológicos en el aula se ha incrementado muy notablemente en todos los grupos, en especial en las ramas Tecnológica y de Ciencias Sociales de 1º de Bachillerato. Concretamente estos datos pasaron de ser de 7%, 0%, 5%, 5% y 0% de alumnos del curso 2013-14 que desconocían haber manejado conceptos biotecnológicos, a 14%, 33%, 53%, 18% y 5% para alumnos de 4º de ESO, 1º de Bachillerato de Ciencias Sociales, Tecnológico y Biosanitario, y 2º de Bachillerato respectivamente del curso 2015-16. Por otra parte, la proporción de alumnos que afirmaron que los conocimientos en el ámbito de la Biotecnología vistos eran actuales fue menor en el presente curso 2015-16, con respecto al curso 2013-14. Este hecho es lógico considerando que parte de estos contenidos actuales se estudian en las asignaturas de CMC o CC. Como se puede observar, el planteamiento de esta cuestión ha sido crítico ya que se enfoca directamente en la visión conceptual y crítica del alumnado frente a la ciencia actual que le rodea.

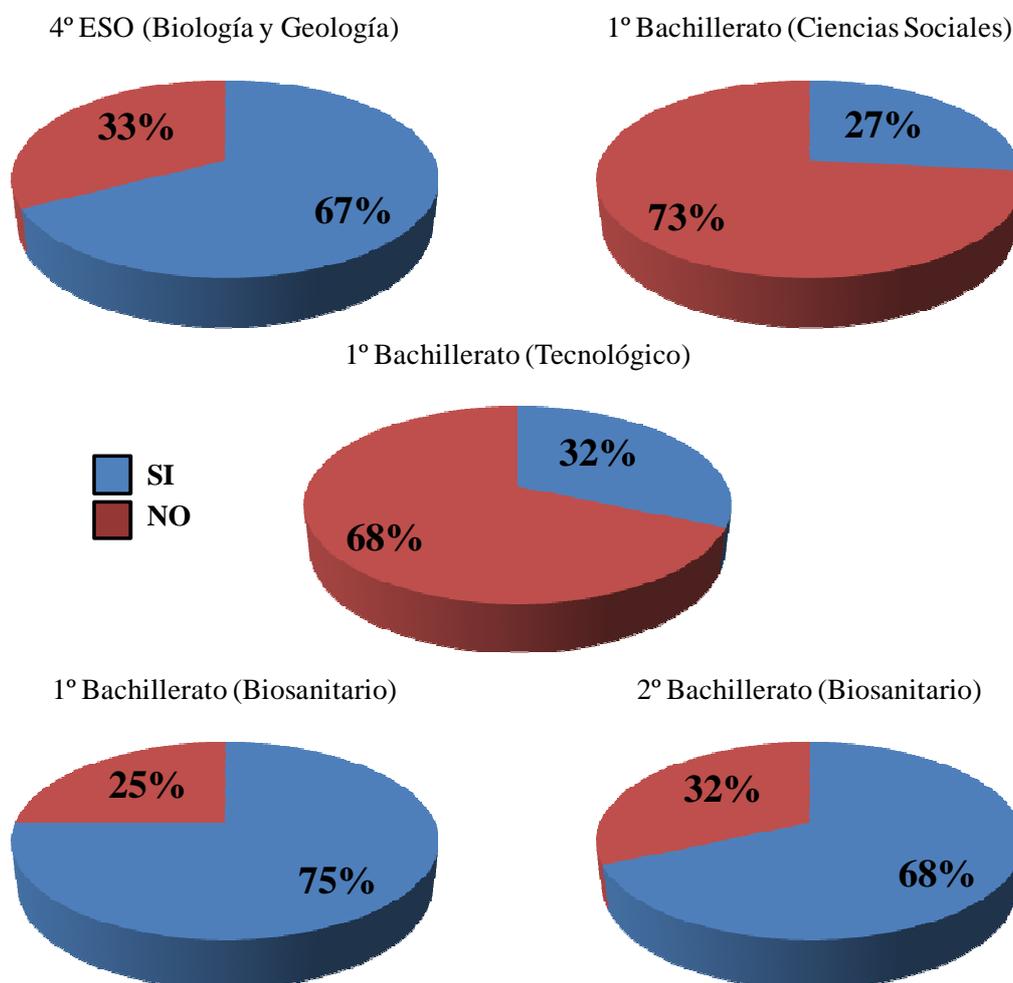


**Fig. 7: Distribución porcentual sobre la actualidad temática de la Biotecnología, por parte del alumnado.** Los resultados sobre la 8ª pregunta del cuestionario (Ver Metodología del Estudio) se recogen en las siguientes distribuciones porcentuales, evaluadas en función del curso y las especialidades indicadas, con un muestreo total de 136 alumnos correspondientes al Colegio San José de Valladolid, del año 2015-16.

La ausencia de asignaturas como CMC o CC que aporta una visión científico-divulgativa actual y necesaria para la integración del alumnado en la sociedad tecnológica, afectan de forma muy negativa a dicha visión crítica y necesaria para entender los avances de la sociedad actual.

9) *¿Conoce los problemas éticos relacionados con algún ámbito de la **Biotecnología**, tales como la **clonación humana**, el uso de **alimentos transgénicos** o las terapias con **células madre**? En caso afirmativo indique que problemas conoce.*

El propósito de esta cuestión es, fuera de contenidos, evaluar la visión crítica que tienen los alumnos sobre cuestiones del ámbito biotecnológico mas debatidas en la actualidad y el grado de conocimiento de las implicaciones éticas y morales de las mismas. En la **Fig. 8** se muestran los resultados según distribución porcentual, clasificados en función del curso e itinerario elegido. Con respecto a los resultados del curso 2013-14, en el curso 2015-16 el grado de alumnos que conocían problemas éticos relacionados con la Biotecnología fue bastante más bajo en todos los grupos encuestados, en especial en las ramas Tecnológica y de Ciencias Sociales de 1º de Bachillerato como viene siendo frecuente durante toda esta encuesta.



**Fig. 8: Distribución porcentual sobre el conocimiento del debate ético en la Biotecnología, por parte del alumnado.** Los resultados sobre la 9ª pregunta del cuestionario (Ver Metodología del Estudio) se recogen en las siguientes distribuciones porcentuales, evaluadas en función del curso y las especialidades indicadas, con un muestreo total de 136 alumnos correspondientes al Colegio San José de Valladolid, del año 2015-16.

Esta pregunta resulta también crítica, al igual que la cuestión 8 ya que aborda los principios de debate informativo que se promulgan en las asignaturas de CMC o CC. No obstante de los alumnos que respondieron afirmativamente a la pregunta, la mayoría reconocieron los problemas éticos que pueden acarrear fundamentalmente la clonación humana, la producción y consumo de alimentos modificados genéticamente y, en menor grado, el uso de terapias con células madre. Las respuestas sobre dichos aspectos variaron entre la problemática ecológica que pueda conllevar la modificación genética de especies animales y vegetales, efectos perniciosos sobre la salud tras el consumo de transgénicos, y el problema ético-moral que supone la clonación y el uso de células madre, también atendiendo a temas de legislación vigente.

10) *¿Podría decir alguna otra asignatura en la que ha visto o podrían tratarse temas relacionados con la **Biotecnología**?*

La finalidad de esta pregunta es evaluar las posibles fuentes de transmisión de conceptos del ámbito biotecnológico en el aula, por parte de los alumnos encuestados. A pesar de que hubo un pequeño porcentaje de alumnos, un 20% del total encuestado, que desconocían la/s asignatura/s que pudieran transmitir conocimientos sobre Biotecnología, la mayoría del alumnado nombró asignaturas como Ciencias Naturales o Biología, y Química y Física como fuentes principales, siendo un 50% y un 30% del alumnado total encuestado, respectivamente.

Destacar que, entre otros grupos, el alumnado de 4º de ESO nombró dentro de las mayoritarias el conjunto de asignaturas de Filosofía, Ciencias Sociales y sobre todo Ética como fuentes de debate sobre aspectos biotecnológicos, correspondiendo a un 20% del alumnado total encuestado en dicho curso. De igual forma el mismo alumnado otorgó como una fuente secundaria la asignatura práctica de Ampliación de Biología y Geología. Merece destacar que aquellos alumnos que nombraron esta asignatura como fuente de conocimientos confirmaron definiciones más precisas sobre la Biotecnología con ejemplos mejor enfocados y en general mostraron un mayor grado de relación de conceptos e interés en la encuesta. Este mismo caso se observó en el alumnado de 2º de Bachillerato con la asignatura de CMC, siendo la principal fuente de conocimientos sobre Biotecnología en ese curso, incluso por encima de la propia biología como tal, correspondiendo a un 70% del alumnado total encuestado en dicho curso.

### 1.2 Discusión de los resultados de la encuesta.

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. No obstante la mayor parte de estos conocimientos no se integran correctamente en una sociedad con una base científica adecuada de carácter reflexivo y crítico frente a estos. Dentro de esta amplia gama de conocimientos la Biotecnología adquiere un papel especial dado la importancia que ejerce en la mejora del nivel de vida de la población actual y el auge acelerado de la misma. La importancia de que asignaturas como CMC o CC se implanten en el currículo educativo es crítica para dotar al alumnado de una visión global sobre los problemas del ámbito biotecnológico en su complejidad real y presentando las formas metodológicas que utiliza la ciencia para abordarlos.

Dicha importancia se ha puesto de manifiesto en estudio anteriores (Serrano S., 2014), donde la mayoría del alumnado tenían una base informativa sobre lo que es la Biotecnología, su campo de aplicación actual, sobre todo en la investigación biomédica, y las disciplinas que lleva asociadas. De igual forma el alumnado consideró la importancia del papel que juega la Biotecnología en la sociedad actual y manifestó la necesidad y el interés por adquirir más conocimientos sobre la misma, sobre todo que les permitieran establecer una visión más crítica en la trascendencia ética que plantean algunas de sus aplicaciones. En el presente trabajo se ha continuado y profundizado más en la necesidad de la implantación dichas asignaturas de divulgación científica actual en el currículo, ofreciendo de forma objetiva las consecuencias que puede desembocar el suprimir esa visión científica en la percepción de la realidad tecnológica actual por parte del alumnado.

Los resultados obtenidos mostraron una falta de información generalizada relacionada con la Biotecnología, y bastante drástica en el caso del alumnado fuera del ámbito biológico. Si bien los alimentos transgénicos, las células madre y la clonación ocupan los puestos de mayor relación biotecnológica, el alumnado siguió sin identificar el concepto de la Biotecnología Tradicional, a excepción del alumnado de 2º de Bachillerato que previamente cursó la asignatura de CMC. Los alumnos presentaron nociones terminológicas ligeramente menos concretas en la definición de Biotecnología y le confirieron un menor grado de importancia que el obtenido en el curso 2013-14.

## ***RESULTADOS Y DISCUSIÓN***

---

Ese desconocimiento, especialmente en las ramas tecnológicas o sociales, influyó en reconocer las aplicaciones biotecnológicas más actuales y también en el interés de adquirir más conocimientos sobre las mismas. Uno de los puntos más críticos fue establecer si la información biotecnológica vista en el aula era actual, no tanto por ese hecho sino por la incapacidad general del alumnado para relacionar en que asignaturas se expusieron contenidos del ámbito biotecnológico. De igual forma un mayor conjunto del alumnado no fue capaz de debatir la trascendencia ética sobre ciertas aplicaciones biotecnológicas, aunque si hubo un mayor número de alumnos que relacionaron dicha trascendencia a asignaturas como Ética, Filosofía o Ciencias Sociales y la asignatura de CMC en el caso de 2º de Bachillerato. Merece la pena destacar en 4º de ESO labor docente de asignaturas prácticas como Ampliación de Biología y Geología que permiten el desarrollo temprano de la competencia científica, importante para comprender los problemas ambientales, médicos, económicos y de otro tipo a los que se enfrentan las sociedades modernas y que dependen enormemente del progreso tecnológico y científico. Dicho alumnado en términos generales expuso definiciones y ejemplos más precisos sobre la Biotecnología así como se mostro con una visión crítica más fundamentada sobre el debate ético generado.

Finalmente recordar que los porcentajes expresados en las preguntas de definición, aplicaciones biotecnológicas, trascendencia ética de las mismas y asignaturas donde se mencionan o imparten son datos cualitativos y si bien son representativos se deben tratar consecuentemente con esa consideración. De ahí que no se hayan representado gráficamente con tal.

Con la asignatura de CMC se hacía realidad no solo una opinión defendida por gran parte de los profesores de ciencias a favor de un conocimiento científico básico como elemento cultural para cualquier alumno de bachillerato, sino también una gran oportunidad para comunicar la Ciencia más allá del libro de texto. Asignaturas como CMC o mas actualmente CC, bien estructuradas e impartidas, son una magníficas herramientas para formar a los alumnos del bachillerato Científico-Tecnológico, en la aplicación de los conocimientos de ciencia que ya estudian en otras asignaturas como Física y Química o Biología y Geología, y al mismo tiempo que aporta un conocimiento científico básico para los alumnos del bachillerato de Humanidades y Ciencias Sociales.

En definitiva estas asignaturas son una forma académica de reflejar que la Ciencia es cultura, más que evidente a tenor de la escasa formación científica que existe en España. Además, y como consideración final de nuevo reincidir en la problemática educativa que lleva arrastrando España con cada cambio gubernamental. Este proceso, explicado con anterioridad en la Introducción del presente trabajo, conlleva a la modificación, sustitución o desaparición de materias como la asignatura de CMC por procesos gubernamentales poco participativos y democráticos, y sobre todo sin la posibilidad de consulta previa a los verdaderos expertos educativos, es decir los propios docentes. Abogar por una Ley Educativa fijada por todos partidos constituyentes y abierta a consulta popular sería una buena manera de conseguir la deseada estabilidad en el sistema educativo y evitar estar trabajando sobre bases inestables que con el tiempo conducen a inmediatos y drásticos cambios educativos.

## 2. ELABORACIÓN DE LA PROPUESTA EDUCATIVA.

---

Sintetizando los resultados de la anterior encuesta se ha observado que una parte del alumnado no considera relevante el estudio de las ciencias durante su formación, y en particular la adquisición de conocimientos sobre un área tan relevante en la sociedad actual como puede llegar a ser la Biotecnología. Las principales causas de este problema es el desconocimiento general que existe sobre las tendencias científico-tecnológicas más relevantes en la sociedad presente así como la falta de interés o poco atractivo que ofrecen al alumnado, en especial el del ámbito de Ciencias Sociales. La propuesta educativa que se presenta a continuación recoge una serie de “sub-propuestas” o actividades, así como la presentación de una Unidad Didáctica con el objetivo fundamental de corregir estos problemas planteados y hacer más atractivo el estudio de los contenidos biotecnológicos y, por extensión, otros contenidos tratados en la nueva asignatura de Cultura Científica.

### 2.1 Propuestas y actividades realizables.

En el presente apartado se expondrán un conjunto de propuestas o actividades realizables para mejorar dicha visión de la enseñanza de la Biotecnología y su contribución al progreso actual. Parte de esas actividades quedarán recogidas en la Unidad Didáctica que se presentará posteriormente en el siguiente apartado, y otras podrían aplicarse como conocimientos previos a la Unidad Didáctica en cuestión o bien representan una reestructuración de la misma, y por extensión a la asignatura de CC.

La introducción a la Biotecnología en los cursos previos a Cultura Científica de 1º de Bachillerato se podría abordar conceptualmente en las asignaturas troncales de Biología y Geología de 1º y 3º de ESO pero hasta 4º de ESO, siendo asignatura optativa, no se entraría en detalle sobre aplicaciones biotecnológicas. Por otra parte, en la asignatura de Valores Éticos podrían plantearse debates sobre la repercusión de la Biotecnología y su problemática. Como base de **conocimientos previos** se propone la siguiente actividad.

Puesto que 4º de ESO es un curso clave a la hora de primeras elecciones profesionalizantes, se podría sugerir la realización de seminarios informativos “*Profesionales de tu Ciudad*”. Dichos seminarios, con carácter educativo informal, se podrían realizar semanalmente y consistirían en charlas cortas de profesionales de diversos campos, no solo el científico, sobre las posibles profesiones a realizar en el entorno de la ciudad o bien extrapoladas al ámbito nacional. El alumnado debería presentar un resumen informativo y, si es posible, participar activamente en un coloquio tras la charla. Concretando en el campo de la Biotecnología, Valladolid dispone de diversos centros de investigación (Instituto de Biología y Genética Molecular, Instituto Universitario de Oftalmobiología Aplicada, BioForge...). Las charlas podrían consistir en una breve introducción de conceptos o terminología, desarrollo y repercusión del campo de trabajo y proyectos actuales de investigación. De esta forma el alumnado, aparte de tomar conciencia en su posible desarrollo laboral, podría adquirir nociones básicas sobre la actualidad socio-económica en su entorno más próximo.

Como propuesta de **reestructuración de la asignatura** de Cultura Científica, ya se había comentado con anterioridad la necesidad de otorgarle el carácter de asignatura troncal de acuerdo a la normativa LOMCE del 2013. Aquí además se plantea una reorganización interna de la misma que consistiría en impartirla en los mismos horarios lectivos con un alumnado por aulas no separadas por especialidades. Las aulas contendrían un conjunto de alumnos heterogéneo de las diferentes especialidades. Puesto que la asignatura es multidisciplinar en el ámbito científico se podría plantear una especie de “docencia compartida” entre los profesores involucrados, con una didáctica similar. Dicha didáctica serviría como formación educativa y debate de la materia entre los docentes, exponiendo así un proyecto común en cada aula. Existen claras evidencias de las ventajas de la docencia compartida y su implantación (López M., 2014). La heterogeneidad de las aulas permitiría que el alumnado reforzara su formación mediante educación por pares, e impulsaría el desarrollo del pensamiento crítico con una exposición de ideas individual y grupal más ampliada en puntos de vista. Por otra parte se podría subsanar en problema de falta de interés de alumnado de la rama de Ciencias Sociales, debido al desconocimiento científico generalizado que presenta dicho grupo. Puesto que dicha propuesta no es el objetivo fundamental del presente trabajo no se entrará en detalle a su explicación, proponiendo lo anteriormente citado como un boceto de un proyecto mucho más amplio a desarrollar.

## ***RESULTADOS Y DISCUSIÓN***

---

Finalmente se desarrollará brevemente las **actividades aplicables** dentro de la propia Unidad Didáctica referente a la Biotecnología.

- Visionado de películas y documentales: El cine es una excelente herramienta de desarrollo del pensamiento crítico, muy adecuada para esta asignatura donde este objetivo prima sobre la adquisición de conceptos mínimos. Dicho material audiovisual queda recogido en ejemplos dentro de la Unidad Didáctica. Profundizando en el caso de películas, son altamente recomendables la realización de actividades (metodología científica, reflexión ética, veracidad del *film* contrastada...) con las siguientes películas:
  - “*And the Band Played On*” (1993): Documental sobre el descubrimiento del virus Ébola y el VIH. Recomendable en el campo de la Investigación Biomédica, la Biotecnología y la Ética Científica.
  - “*La isla*” (2005): Este film fantástico, narrado en una post-apocalíptica isla, expone el debate de un controvertido uso de los avances médicos y la trascendencia ética de la clonación humana.
  - “*Spliced*” (2009): Película que narra las consecuencias de la manipulación genética en humanos para logro científico personal, por encima de los valores éticos.
  
- Prácticas de laboratorio virtuales: Con el fin de concienciar del trabajo actual en el campo de la Biotecnología se propone la realización de dichas prácticas virtuales. La ventaja de los simuladores de laboratorio residen en una mejor organización espacio-temporal a la vez que sirven como formación educativa dinámica e individualizada. Por el contrario las prácticas reales requieren más organización en base a la prevención de riesgos laborales y manejo instrumental con el que cierto alumnado no se encuentra familiarizado. Destacan los siguientes laboratorios virtuales:
  - **Laboratorio virtual de investigación biomédica (amBientech)**:  
<https://www.ambientech.org/ambientech/spa/animation/laboratorio-virtual-en-investigaci%C3%B3n-biom%C3%A9dica>
  - **Bacterial ID lab (Biointeractive)**:  
[http://media.hhmi.org/biointeractive/vlabs/bacterial\\_id/index.html?\\_ga=1.27788980.928669133.1466805893](http://media.hhmi.org/biointeractive/vlabs/bacterial_id/index.html?_ga=1.27788980.928669133.1466805893)
  
- Debates con artículos de investigación y opinión, debidamente seleccionados. Se puede realizar de manera individual o grupal (3-4 alumnos), elaborando un pequeño trabajo de investigación. Los aspectos valorables son la metodología el rigor científico, el interés individual y grupal manifestado, el diseño del trabajo, la exposición al aula en formato *PowerPoint* con representación de ideas clave y argumentación oral de dicho trabajo.
  
- Trabajo de rol dirigido sobre aplicaciones biotecnológicas: Como parte del actual aprendizaje por proyectos, se trataran temas de amplio debate actual, tales como los organismos modificados genéticamente (OMG) en agricultura, ganadería y medioambiente, la reproducción asistida, la investigación con células embrionarias, los avances en terapia génica, la clonación humana, etc. La organización puede consistir en grupos de 4-5 alumnos, estableciendo un tema de debate cada dos grupos, **aceptores** y **detractores**.

Dentro del grupo se debe establecer la organización, diseño y exposición del tema a tratar. Se comenzaría con una búsqueda bibliográfica del tema de acuerdo a la metodología científica, enfocada y orientada por el docente. Las ideas quedarían recogidas en un informe con representación en formato *PowerPoint* y exposición oral, para ambos grupos aceptores y detractores. Seguidamente se procedería al debate argumentado con desarrollo de las ideas clave recogidas en el informe, existiendo moderación por parte del propio docente. Por último, ambos grupos llegarían a una conclusión final sobre el debate en vista de las ideas obtenidas, argumentándola para el resto del aula. La finalidad de esta actividad es el desarrollo de la metodología científica a la hora de la búsqueda contrastada de información para la defensa de un tema concreto, la capacidad de trabajo en equipo, la expresión oral organizada y argumentada con representación escrita de ideas clave y en última instancia el desarrollo del pensamiento crítico por parte del alumnado.

- Cuestionarios interactivos de la Unidad Didáctica: Se podrían establecer actividades de iniciación o bien conclusión de temario que tratan de buscar que los alumnos aprendan de una forma lúdica, entretenida. Por eso, desde que la tecnología ha irrumpido en las aulas, las aplicaciones o Tecnologías de la Información y la Comunicación (TICs) que conjugan el entretenimiento con el aprendizaje han aumentado. En ese aspecto una excelente herramienta es el uso de **Kahoot!** que permite dinamizar el aprendizaje por medio de entretenidos cuestionarios interactivos. Además dicha aplicación, por medio de encuestas de resultados, tiene una triple función evaluadora del alumno individual, el conocimiento general del aula y el planteamiento docente a la de formular los diferentes contenidos conceptuales.

## 2.2 Descripción de la Unidad Didáctica.

### 2.2.1 Introducción y base legal.

En la actual sociedad del siglo XXI la ciencia y la tecnología están presentes en todos los ámbitos de la vida, son los pilares básicos del bienestar, necesarios para que una sociedad pueda afrontar nuevos retos y encontrar soluciones para ellos. El desarrollo de un país, su contribución a un mundo cada vez más complejo y globalizado, así como el bienestar de los ciudadanos en la sociedad de la información y del conocimiento, dependen directamente de su potencial cultural, es decir, de su formación intelectual y, entre otras, de su cultura científica. En los medios de comunicación aparecen continuamente noticias con un gran trasfondo científico. Además, en la vida cotidiana se presentan situaciones en las que se necesita una formación científica básica, como la sanidad, la protección frente a riesgos naturales y el uso de dispositivos electrónicos cada vez más complejos. Se requiere de una auténtica alfabetización científica básica que forme a ciudadanos que se desenvuelvan en un contexto social cada vez más rico en contenidos científicos y tecnológicos.

## ***RESULTADOS Y DISCUSIÓN***

---

En este contexto la asignatura **Cultura Científica** contribuye a que las personas comprendan el presente en el que viven, su salud, su entorno tecnológico, sus oportunidades y sus peligros, logrando unos ciudadanos más capacitados para desenvolverse en el mundo actual, y capaces de comprender la rápida evolución de la ciencia y la tecnología. El aprendizaje debe dirigirse a la consecución de competencias con el desarrollo de diferentes tipos de capacidades cognitivas, conductuales, afectivas e instrumentales. Se deben plantear cuestiones que impliquen resolución de tareas y, en lo posible, emplear actividades y situaciones próximas al entorno del alumnado, no dando respuestas cerradas a los diferentes temas tratados que pudieran transmitir una imagen inexacta del conocimiento científico. Así mismo se debe dar importancia al conocimiento y utilización del método científico, trabajando con aspectos como la búsqueda, clasificación y análisis de información, la argumentación y el debate desde el punto de vista científico, y la influencia del contexto histórico, ético, social, económico, político y ambiental en el que se crea el conocimiento científico-tecnológico, siempre con un papel activo en la construcción de sus conocimientos por parte del alumnado.

La finalidad de la materia es el poder ampliar el conocimiento científico-técnico y su interacción con la sociedad, reflexionar sobre la naturaleza de la Ciencia y la metodología científica para intentar explicar de una forma racional la realidad material, y desarrollar una serie de actitudes científicas positivas como la curiosidad, la tolerancia, la argumentación, etc., todo ello a través del desarrollo de contenidos seleccionados en temas de repercusión global que interesan a los ciudadanos, objeto de debate social y tratados desde diferentes perspectivas, lo que facilita la comprensión de que la ciencia forma parte del acervo cultural de todos.

La elaboración de esta Unidad Didáctica se fundamenta en la legislación educativa vigente a nivel estatal regulada por la Ley Orgánica 8/2013, de 9 de diciembre, para la mejora de la calidad educativa, (BOE, 10 de Diciembre de 2013), en el ámbito autonómico en la ORDEN EDU/363/2015, de 4 de mayo, por la que se establece el currículo y se regula la implantación, evaluación y desarrollo del bachillerato en la Comunidad de Castilla y León (BOCyL, 8 de mayo de 2015) y, en último término, por el Proyecto Educativo de Centro donde se imparta la materia en cuestión. Tal como establece la legislación vigente, la asignatura de CC de 1º de Bachillerato, se impartirá en tres horas semanales.

### 2.2.2 Conocimientos previos.

El alumnado general debería presentar conocimientos previos en el ámbito de Las Ciencias Naturales o Biología y Geología en el primer ciclo de la ESO (regulado con el Decreto 52/2007, de 17 de mayo, por el que se establece el currículo de la Educación Secundaria Obligatoria en la Comunidad de Castilla y León para el vigente año 2015-16 o bien el Real Decreto 1105/2014, de 26 de diciembre, por el que se establece el currículo básico de la Educación Secundaria Obligatoria y del Bachillerato, para los siguientes cursos) que se centran en proporcionar una imagen del mundo natural así como potenciar una mentalidad investigadora, la aplicación del método científico y en la adquisición herramientas para el estudio y aprendizaje de las ciencias experimentales. Además el alumnado Biología y Geología de 4º de ESO debería presentar conocimientos más concretos sobre la evolución de la vida partiendo de la estructura y funcionamiento del material hereditario, aspectos básicos de la genética mendeliana, especialmente genética humana y finalmente sobre la Biotecnología e Ingeniería Genética, principalmente aquellas relacionadas con la salud humana. Por otra parte el alumnado puede haber evaluado la transcendencia ética de ciertas aplicaciones biotecnológica es las asignaturas de Religión o Valores Éticos a lo largo de los ciclo de ESO, tanto en la LOE como en la vigente LOMCE. Finalmente el alumnado de futuros cursos académicos de 4º de ESO que haya cursado el primer ciclo de la asignatura CC dispondrá de base de conocimiento científico, sobre temas generales como el universo, los avances tecnológicos, la salud, la calidad de vida y los nuevos materiales.

### 2.2.3 Objetivos didácticos.

Los objetivos generales de la etapa de Bachillerato quedan dispuestos en el artículo 25 del Real Decreto 1105/2014, de 26 de diciembre, por el que se establece el currículo básico de la Educación Secundaria Obligatoria y del Bachillerato.

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

- a) 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.*

## RESULTADOS Y DISCUSIÓN

---

- b) *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.*
- c) *Fomentar la igualdad efectiva de derechos y oportunidades entre hombres y mujeres, analizar y valorar críticamente las desigualdades y discriminaciones existentes, y en particular la violencia contra la mujer e impulsar la igualdad real y la no discriminación de las personas por cualquier condición o circunstancia personal o social, con atención especial a las personas con discapacidad.*
- d) *Afianzar los hábitos de lectura, estudio y disciplina, como condiciones necesarias para el eficaz aprovechamiento del aprendizaje, y como medio de desarrollo personal.*
- e) *Dominar, tanto en su expresión oral como escrita, la lengua castellana y, en su caso, la lengua cooficial de su Comunidad Autónoma.*
- f) *Expresarse con fluidez y corrección en una o más lenguas extranjeras.*
- g) *Utilizar con solvencia y responsabilidad las tecnologías de la información y la comunicación.*
- h) *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.*
- i) *Acceder a los conocimientos científicos y tecnológicos fundamentales y dominar las habilidades básicas propias de la modalidad elegida.*
- j) *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.*
- k) *Afianzar el espíritu emprendedor con actitudes de creatividad, flexibilidad, iniciativa, trabajo en equipo, confianza en uno mismo y sentido crítico.*
- l) *Desarrollar la sensibilidad artística y literaria, así como el criterio estético, como fuentes de formación y enriquecimiento cultural.*
- m) *Utilizar la educación física y el deporte para favorecer el desarrollo personal y social.*
- n) *Afianzar actitudes de respeto y prevención en el ámbito de la seguridad vial.*

Por otra parte la enseñanza de la asignatura Cultura Científica 1º de Bachillerato tendrá los siguientes objetivos específicos:

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 actual.

2. Plantearse preguntas sobre cuestiones y problemas científicos de actualidad y tratar de buscar sus propias respuestas, utilizando y seleccionando de forma crítica y objetiva información proveniente de diversas fuentes, sabiendo discriminar aquellas que son confiables.
3. Adquirir un conocimiento coherente y crítico de las tecnologías de la información, la comunicación y el ocio presentes en su entorno, propiciando un uso sensato y racional de las mismas para la construcción del conocimiento científico, la elaboración del criterio personal y la mejora del bienestar individual y colectivo.
4. Argumentar, debatir y evaluar propuestas y aplicaciones de los conocimientos científicos de interés social relativos a la salud y a las técnicas reproductivas, la ingeniería genética, las tecnologías de información y comunicación, el ocio, etc., para poder valorar la veracidad de las informaciones científicas y tecnológicas de los medios de comunicación de masas y adquirir independencia de criterio.
5. 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.
6. Reconocer en algunos ejemplos concretos la influencia recíproca entre el desarrollo científico y tecnológico y los contextos históricos, sociales, políticos, económicos, religiosos, educativos y culturales en que se produce el conocimiento y sus aplicaciones.
7. Valorar y defender la diversidad de opiniones frente a cuestiones científicas y tecnológicas polémicas, como un principio democrático y de justicia universal, en el que se debe actuar no por imposición, sino por consenso y negociación objetiva.

Finalmente, se han desarrollado los siguientes objetivos de la propia Unidad Didáctica:

1. Reconocer los principales hitos en la historia de la genética y sus aportaciones científicas.
2. Interpretar el ADN como la unidad de información genética y el dogma de la Biología Molecular.
3. Diferenciar los conceptos de gen, cromosoma y epigenética.
4. Enumerar y reconocer las principales herramientas y técnicas de la Biotecnología.
5. Reconocer los principales tipos de Biotecnología en relación a sus aplicaciones.
6. Comprender la importancia del Proyecto Genoma Humano: Logros, expectativas y futuros enfoques.
7. Reconocer el concepto de Organismo Modificado Genéticamente, su obtención y aplicaciones.
8. Reconocer y diferenciar los mecanismos y procesos de Reproducción Asistida así como su regulación.
9. Reconocer el concepto de Clonación y Célula Madre, sus mecanismos, tipos, aplicaciones y relación.
10. Reconocer el concepto de Terapia Génica y su aplicación.
11. Enumerar los principios que rigen la Bioética y la actividad de los profesionales sanitarios.

12. Valorar las repercusiones sociales y riesgos de las aplicaciones biotecnológicas más reconocidas.

### 2.2.4 Contenidos y Estándares de aprendizaje evaluables.

Los contenidos y estándares de aprendizaje de la Unidad Didáctica se encuentran expuestos en el *bloque 4: La revolución genética* de la asignatura CC de 1º de Bachillerato (ORDEN EDU/363/2015, de 4 de mayo, por la que se establece el currículo y se regula la implantación, evaluación y desarrollo del Bachillerato en la Comunidad de Castilla y León). Estos conceptos, recogidos en la siguiente tabla han sido ligeramente modificados de acuerdo a los objetivos de la Unidad Didáctica.

<b>CONTENIDOS</b>		
<b>CONCEPTUALES</b>	<b>PROCEDIMENTALES</b>	<b>ACTITUDINALES</b>
<p><b>1.-</b> Historia de la investigación genética. Mendel. Watson &amp; Crick.</p> <p><b>2.-</b> El ADN composición y estructura. Flujo de información genética. Epigenética.</p> <p><b>3.-</b> Biotecnología. Tecnología del ADN recombinante. Reacción en Cadena de la polimerasa (PCR). Identificación génica.</p> <p><b>4.-</b> Biotecnología aplicada. Biotecnología médica. Biotecnología industrial. Biotecnología agrícola, ganadera y biorremediación. Laboratorio virtual.</p> <p><b>5.-</b> El Proyecto Genoma Humano. <i>HapMap</i> y <i>Encode</i>.</p> <p><b>6.-</b> Organismos Modificados Genéticamente. Tipos y aplicaciones.</p> <p><b>7.-</b> La Reproducción Asistida. Tipos. Selección de Embriones. Normativa.</p> <p><b>8.-</b> Clonación y Células madre. Tipos. Técnicas. Aplicaciones.</p> <p><b>9.-</b> Terapia Génica.</p> <p><b>10.-</b> Bioética. Riesgos de la Biotecnología. Repercusión social. La Biotecnología en los medios de comunicación.</p>	<p><b>1.</b> Explicar los principales hitos en la historia de la genética.</p> <p><b>2.</b> Reconocer la molécula de ADN, gen, cromosoma, sus funciones y la relación con la Epigenética.</p> <p><b>3.</b> Representar e interpretar el flujo de información genética: replicación, transcripción y traducción.</p> <p><b>4.</b> Definir el concepto de Biotecnología.</p> <p><b>5.</b> Enumerar y reconocer las principales técnicas y herramientas: Tecnología del ADN recombinante y Reacción en Cadena de la Polimerasa (PCR).</p> <p><b>6.</b> Interpretar el concepto de huella genética y su aplicación.</p> <p><b>7.</b> Describir los principales tipos de Biotecnología aplicadas y enumerar dichas aplicaciones.</p> <p><b>8.</b> Simular el trabajo científico-biotecnológico más actual.</p> <p><b>9.</b> Reconocer los logros del Proyecto Genoma Humano y enfoques actuales, <i>HapMap</i> y <i>Encode</i>.</p> <p><b>10.</b> Definir el concepto de Organismo Modificado Genéticamente (OMG) y sus aplicaciones.</p> <p><b>11.</b> Describir los mecanismos de Reproducción Asistida y Selección de Embriones.</p> <p><b>12.</b> Definir y relacionar los conceptos de Clonación y Células madre con sus tipos y orígenes, técnicas de obtención y posibles aplicaciones.</p> <p><b>13.</b> Describir el concepto y usos de la Terapia Génica.</p> <p><b>14.</b> Enumerar los principios de la Bioética.</p> <p><b>15.</b> Identificar algunos problemas sociales y dilemas morales debidos a algunas aplicaciones biotecnológicas.</p> <p><b>16.</b> Utilizar el vocabulario científico-biotecnológico necesario.</p> <p><b>17.</b> Resolver las actividades del contenido del texto.</p> <p><b>18.</b> Elaborar un trabajo de investigación con noticias de prensa oral y/o escrita sobre avances biotecnológicos actuales.</p>	<ul style="list-style-type: none"> <li>- Reconocer que el desarrollo de la Biotecnología va asociada a una serie de logros científicos.</li> <li>- Valorar la implicación de la Biotecnología en la vida cotidiana.</li> <li>- Relacionar la importancia de la Biotecnología como solución a diferentes problemas socio-económicos así como su relación con el desarrollo sostenible.</li> <li>- Desarrollar una actitud crítica y razonada frente a las ventajas y riesgos que suponen las innovaciones relacionadas con la Biotecnología.</li> <li>- Valorar los posibles problemas éticos que conllevan algunas prácticas como el uso de células madre, clonación, la fecundación <i>in-vitro</i>, o el uso de los OMG.</li> <li>- Desarrollar de una actitud crítica, analítica y contrastada de las informaciones recibidas en los medios de comunicación.</li> </ul>

### ESTÁNDARES DE APRENDIZAJE EVALUABLES

1. Conoce y explica el desarrollo histórico-científico de los estudios llevados a cabo dentro del campo de la genética.
2. Sabe ubicar la información genética que posee todo ser vivo, estableciendo la relación jerárquica entre las distintas estructuras, desde el nucleótido hasta los genes responsables de la herencia.
3. Describe el flujo de la información genética desde el ADN hasta las proteínas, justificando la necesidad de obtener el genoma completo de un individuo y descifrar su significado.
4. Conoce y explica el concepto de Biotecnología como área multidisciplinar con aplicaciones en la obtención de fármacos, transgénicos, biorremediación y terapias génicas.
5. Enumera y conoce las principales herramientas y técnicas de la Biotecnología y su aplicación inmediata en la identificación génica.
6. Explica las ventajas e inconvenientes de los alimentos transgénicos, razonando la conveniencia o no de su uso.
7. Establece las repercusiones sociales y económicas de la reproducción asistida, la selección y conservación de embriones.
8. Reconoce los diferentes tipos de células madre en función de su procedencia y capacidad generativa, estableciendo en cada caso las aplicaciones principales.
9. Describe y analiza las posibilidades que ofrece la clonación en diferentes campos.
10. Valora, de forma crítica, los avances científicos relacionados con la genética, sus usos y consecuencias médicas y sociales.
11. Argumenta la veracidad de un texto de opinión científica sobre algún campo de la Biotecnología, basándose como herramienta en la metodología científica.

#### 2.2.5 Competencias básicas y elementos transversales.

Según la Orden ECD/65/2015, de 21 de enero, por la que se describen las relaciones entre las competencias, los contenidos y los criterios de evaluación de la educación primaria, la educación secundaria obligatoria y el Bachillerato, se valorará la utilización de las siguientes competencias básicas:

1. La comunicación lingüística da cuenta de las habilidades y conocimientos para expresar e interpretar conceptos, hechos y opiniones de forma oral y escrita (escuchar, hablar, leer y escribir), y para interactuar con otros individuos en sociedad.

En el presente caso, se introduce una amplia terminología científica y su significado, tanto en lengua materna como extranjera (inglés principalmente), que dota al alumnado de un léxico básico para interpretar textos científicos, así como comunicarse y opinar sobre un tema relacionado.

2. La competencia matemática y científico-técnica expone las habilidades y conocimientos para desarrollar y aplicar el razonamiento matemático con el fin de resolver problemas en situaciones cotidianas, y proporcionar al individuo un acercamiento al mundo físico y la interacción responsable con él. La comprensión de los avances en genética, en medicina, en técnicas de reproducción asistida, etc. genera una actitud positiva hacia la salud. Se adquieren así criterios éticos razonados frente a cuestiones como el empleo de la Biotecnología en la medicina.
3. La competencia digital engloba el conjunto de habilidades y conocimientos para usar de manera segura y crítica de las tecnologías de la sociedad de la información (TSI) para el trabajo, el ocio y la comunicación. En el presente caso, se disponen de diversos medios audiovisuales así como programas informáticos que permiten al alumnado la creación y difusión de nuevos contenidos y experiencias, acercándolo a las nuevas tecnologías. La materia asienta la búsqueda de información biotecnológica y la discriminación entre fuentes confiables de las que no lo son.
4. El proceso de aprender a aprender engloba el conjunto de habilidades y conocimientos para motivarse por aprender, fomentar la curiosidad y la necesidad de aprender. El alumnado debe ser protagonista del proceso y del resultado de su aprendizaje y finalmente alcanzar sus metas propuestas. En este sentido se aplican los estándares y contenidos definidos, sobre todo en las prácticas de laboratorio, extrapolables a procesos naturales que permiten fomentar la curiosidad del alumnado y su motivación al aprendizaje. Debido a que muchos temas se prestan a debatir distintos planteamientos, puede ser una oportunidad para fomentar el intercambio de puntos de vista, permitiendo de este modo la coeducación entre iguales.
5. El sentido de iniciativa y espíritu emprendedor, engloba el conjunto de habilidades y conocimientos para transformar las ideas en actos. En este caso, el desarrollo de las prácticas de laboratorio en grupo permite al alumnado coordinar diferentes acciones en conjunto para lograr un objetivo común, elaborando diversas hipótesis contrastadas (reconocer la estructura y funcionalidad de diversos tejidos previamente preparados). Se presenta la Biotecnología como algo imbricado en la sociedad, en el día a día, en la que empresas energéticas, farmacéuticas, biomédicas, etc. están cada vez más entrelazadas con los nuevos avances científicos.
6. Las competencias sociales y cívicas implican la habilidad y capacidad para utilizar los conocimientos y actitudes sobre la sociedad para interpretar y resolver fenómenos y problemas sociales en contextos cada vez más diversificados y preparar a las personas para ejercer la ciudadanía democrática. En el presente caso se puede considerar la importancia del papel colaborativo de la ciencia como estrategia para mejorar, partiendo siempre de los que otros investigadores han descubierto previamente. Conviene incidir en la evolución del pensamiento científico, en la necesidad de argumentación y en los conflictos de intereses entre diversos colectivos (industria farmacéutica, biomédica, medios de comunicación y ciudadanos). El alumno debe conocer las potencialidades de la Biotecnología, pero también sus riesgos.

7. La competencia en conciencia y expresión cultural implica conocer, comprender, apreciar y valorar con espíritu crítico y una actitud abierta y respetuosa, las diferentes manifestaciones culturales y artísticas, utilizarlas como fuente de enriquecimiento y disfrute personal y considerarlas y contribuir a su conservación como parte de la riqueza y patrimonio de los pueblos. La puesta en valor de la diversidad genética como fuente de supervivencia frente a enfermedades, permite valorar la necesidad de preservar la biodiversidad como fuente futura de genes para su aplicación en medicina o producción de alimentos y energía. Valorar el desarrollo de la Biotecnología, permite recordar su inclusión en el panorama histórico-cultural, reconociendo la labor artística de los primeros investigadores en el campo de la genética.

Los elementos transversales que se han de tener en cuenta son los establecidos en el artículo 6 del Real Decreto 1105/2014, de 26 de diciembre, específicamente para esta etapa. En el contexto de esta Unidad Didáctica se han englobado los siguientes elementos transversales:

- La comprensión lectora y la expresión oral y escrita de textos de contenido y vocabulario científico.
- La comunicación audiovisual y TICs mediante programas informáticos adaptados al contenido.
- El emprendimiento y fomentar la creatividad, la autonomía, la iniciativa y el trabajo en equipo mediante prácticas grupales en trabajo de rol dirigidos.
- La argumentación razonada de ideas y puntos de vista fomentarán el aprendizaje de la prevención y resolución pacífica de conflictos en todos los ámbitos de la vida personal, familiar y social.
- El desarrollo del concepto de Epigenética conciencia en la adopción de medidas para que la actividad física y la dieta equilibrada formen parte del comportamiento juvenil.

### 2.2.6 Metodología, actividades y organización didáctica.

El *artículo 8: Principios pedagógicos* de la ORDEN EDU/363/2015 expone que la **metodología didáctica** en esta etapa educativa será fundamentalmente activa y participativa, favoreciendo el trabajo individual, cooperativo y en equipo del alumnado, así como el logro de los objetivos y competencias correspondientes. La asignatura de CC es principalmente divulgativa y debe presentar la ciencia como algo dinámico e inmerso en la más reciente actualidad. Por ello, deben estar presentes las informaciones sobre distintos temas científicos y tecnológicos de repercusión social que aparecen constantemente en los medios de comunicación. Se puede comenzar el tema recomendando la visualización de numerosos films y documentales con atractivas presentaciones sobre los temas de Biotecnología a tratar y noticias relacionados.

## ***RESULTADOS Y DISCUSIÓN***

---

Además, contribuyendo a la formación de una opinión racional, contrastada y con desarrollo del pensamiento crítico por parte del alumnado, se fomentará la consulta de revistas científicas en soporte impreso, con el objetivo de desarrollar unas capacidades relacionadas con la investigación científica, análisis, contraste y veracidad de información entre otras. Sin embargo, hay que evitar el riesgo de reproducir en esta materia una forma de trabajo puramente conceptual, distando de su objetivo principal. 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. De acuerdo a este contexto, tanto en las sesiones magistrales y sobre todo en las actividades prácticas, se hará participe al alumnado de su aprendizaje por medios de cuestiones y aclaraciones sobre la materia así como su aplicación a la situación científica actual, buscando en todo momento la curiosidad y motivación del alumnado a su propio aprendizaje. Al principio de la Unidad Didáctica se expondrá un esquema sobre el desarrollo de la misma, realizando al comienzo de cada sesión un repaso de los contenidos de sesiones anteriores. Los trabajos de investigación, debates, y exposición tanto individuales como de carácter grupal se convierten en la herramienta por excelencia de esta asignatura, que permite la ampliación conceptual del alumnado a través de la educación por pares. El fin último es 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. Desde este apartado y continuando con lo anteriormente expuesto se proponen una serie de **actividades** programadas con el fin de que el alumnado comience a trabajar de una manera autónoma en la búsqueda de la información adecuada, y así el desarrollo de una mentalidad crítica y una capacidad investigadora. Los **recursos** de todas estas actividades nombradas quedan recogidos al final del este trabajo, en el **ANEXO V**. De igual, forma se expone un ejemplo de trabajo de rol a desarrollar en el **ANEXO II**.

- **Actividades de introducción - motivación:** Su finalidad es valorar los conocimientos previos del alumnado. En vista de la heterogeneidad del alumnado que cursa la asignatura, dichas actividades establecen un baremo inicial de conocimientos entre en alumno individual y el aula. Además permiten solucionar las deficiencias del alumno y poder proporcionarle un aprendizaje significativo. Una excelente herramienta es el diseño y uso de cuestionarios interactivos como la aplicación informática **Kahoot!** Esta aplicación ya se comentó con anterioridad y debe ser igualmente considerada en la parte final de la Unidad Didáctica, para repaso y asentamiento de ideas. Aquí entraría también la visualización de películas y documentales así como pequeños coloquios participativos.

- Actividades docentes: Consistirán en el desarrollo de los contenidos de la Unidad Didáctica por parte del docente o docentes, fundamentada en clases magistrales con apuntes de libro o elaborados por el docente y exposición del temario en formato *PowerPoint*, reforzando las sesiones con recursos audiovisuales, ejemplos y resolución de dudas, estableciendo una participación muy activa. Las actividades expositivas serán más dinámicas en base a lo mencionado con anterioridad.
- Actividades prácticas: Fomentarán el trabajo en individual y en equipo, permitiendo al alumnado poner en práctica las nociones adquiridas a cerca de la metodología científica en un ámbito concreto.
- Actividades de refuerzo: Sirven para consolidar conocimientos, siendo consultas voluntarias pero altamente aconsejables, en especial al alumnado de la rama biosanitaria. En este ámbito se encuentran las revistas científicas y artículos de investigación más avanzados.
- Actividades de investigación - ampliación: Con la elaboración de un pequeño trabajo de investigación individual, así como la actividad de fin de tema correspondiente al trabajo del rol se pretende incentivar la mentalidad investigadora del alumno, el poder establecer y aplicar la relación entre lo aprendido en el aula y los eventos que ocurren en la sociedad actual que le rodea, y elaborar grupalmente una opinión común, argumentada, organizada y objetiva acerca de un tema propuesto.

La **organización temporal** de la Unidad Didáctica, consistente en 9 sesiones de trabajo de 50min/sesión, queda recogida en la siguiente tabla, donde se muestra el tipo de actividad a realizar: De introducción-motivación (AI o AM), docente (AD), de refuerzo (AR), práctica (AP) o de investigación-ampliación (AA). No obstante dicha distribución está sujeta a variaciones de acuerdo a la dinámica del aula en cuestión.

Sesiones	Apartado didáctico	Descripción y duración de la actividad
1 <sup>a</sup>	Autoevaluación inicial. Historia de la investigación genética. Mendel. Watson & Crick. El ADN composición y estructura. Flujo de información genética. Epigenética.	<u>AI (10min)</u> : Autoevaluación inicial del alumnado mediante cuestionario interactivo con la aplicación informática <b>Kahoot!</b> <u>AR (5min)</u> : Se ofrece un listado de recursos utilizables para completar la UD. <u>AD (35min)</u> : Clase magistral con apuntes de libro y propios, y <i>PowerPoint</i> dinámico, reforzando con ejemplos y dudas. Los alumnos deberán tomar breves anotaciones. Se les preguntan dudas y cuestiones sobre la materia. Se realizan actividades asociadas al contenido, con participación activa.
2 <sup>a</sup>	Biología. Tecnología del ADN recombinante. Reacción en Cadena de la polimerasa (PCR). Identificación génica.	<u>AI1 (10min)</u> : Pequeño debate sobre la concepción de la Biotecnología como área multidisciplinar. <u>AD (45min)</u> : Clase magistral con apuntes de libro y propios, y <i>PowerPoint</i> dinámico, reforzando con ejemplos y dudas. Los alumnos deberán tomar breves anotaciones. Se les preguntan dudas y cuestiones sobre la materia. Se realizan actividades asociadas al contenido, con participación activa. Se proporciona el guión de prácticas virtuales para lectura en casa.
3 <sup>a</sup> (Aula de informática)	Biología aplicada. Biología médica. Biología industrial. Biología agrícola, ganadera y biorremediación. Laboratorio virtual.	<u>AI2 (5min)</u> : Repaso breve de los conocimientos adquiridos con anterioridad. <u>AP (45min)</u> : Simulación práctica en laboratorio virtual, con supervisión docente. Se debe entregar un informe individual de dicha práctica.

## RESULTADOS Y DISCUSIÓN

Sesiones	Apartado didáctico	Descripción y duración de la actividad
4 <sup>a</sup>	El Proyecto Genoma Humano. <i>HapMap</i> y <i>Encode</i> .  Terapia Génica.	<p><u>AI (10min)</u>: Pequeño coloquio sobre la importancia del Proyecto Genoma Humano, logros y expectativas futuras.</p> <p><u>AD (35min)</u>: Clase magistral con apuntes de libro y propios, y <i>PowerPoint</i> dinámico, reforzando con ejemplos y dudas. Los alumnos deberán tomar breves anotaciones. Se les preguntan dudas y cuestiones sobre la materia. Se realizan actividades asociadas al contenido, con participación activa.</p> <p><u>AA (5min)</u>: Se propone la realización de trabajos individuales en formato <i>Word</i> con artículos de investigación y divulgación científica referente a los cuatro temas principales de las aplicaciones biotecnológicas, sus ventajas y riesgos, que se expondrá y evaluará en las próximas sesiones: - Selección de embriones. - Clonación. - Células madre. - Transgénicos.</p>
5 <sup>a</sup>	La Reproducción Asistida. Tipos. Selección de Embriones. Normativa.	<p><u>AI (5min)</u>: Repaso breve de los conocimientos adquiridos anteriormente.</p> <p><u>AD1 (40min)</u>: Clase magistral con apuntes de libro y propios, y <i>PowerPoint</i> dinámico, reforzando con ejemplos y dudas. Los alumnos deberán tomar breves anotaciones. Se les preguntan dudas y cuestiones sobre la materia. Se realizan actividades asociadas al contenido, con participación activa.</p> <p><u>AD2 (10min)</u>: Clase magistral con apuntes de libro y propios, y <i>PowerPoint</i> dinámico, reforzando con ejemplos y dudas. Los alumnos deberán tomar breves anotaciones. Se les preguntan dudas y cuestiones sobre la materia. Se realizan actividades asociadas al contenido, con participación activa.</p>
6 <sup>a</sup>	Clonación y Células madre. Tipos. Técnicas. Aplicaciones. Riesgos, repercusión social y transcendencia ética.	<p><u>AA1 (20min)</u>: Entrega y breve exposición de los trabajos individuales correspondientes a los cuatro temas principales de las aplicaciones biotecnológicas.</p> <p><u>AM (15min)</u>: Debate sobre las ventajas, riesgos, repercusión social y trascendencia ética de la Selección de Embriones, uso de Células madre y la Clonación.</p> <p><u>AA2 (5min)</u>: Organización de los trabajos de rol referentes a los temas tratados en los trabajos individuales. Establecimiento de grupos de debate y su organización interna. Recopilación de ideas clave en formato <i>PowerPoint</i> con exposición en las próximas sesiones.</p>
7 <sup>a</sup>	Organismos Modificados Genéticamente. Tipos y aplicaciones. Riesgos, y repercusión socio-económica.  Bioética.	<p><u>AI (10min)</u>: Pequeño coloquio sobre las ventajas, riesgos, y repercusión socio-económica de los Organismos Modificados Genéticamente.</p> <p><u>AD (25min)</u>: Clase magistral con apuntes de libro y propios, y <i>PowerPoint</i> dinámico, reforzando con ejemplos y dudas. Los alumnos deberán tomar breves anotaciones. Se les preguntan dudas y cuestiones sobre la materia. Se realizan actividades asociadas al contenido, con participación activa.</p> <p><u>AA (15min)</u>: El resto de sesión se destina a matizar los trabajos de rol grupales, iniciados previamente.</p>
8 <sup>a</sup>	Trabajos de rol sobre las aplicaciones biotecnológicas.	<p><u>AA1 (50min)</u>: Exposición de trabajos de rol. Cada grupo aceptor y detractor dispondrá de 5-10 minutos para exponer su trabajo, seguido de 5-10min de debate y conclusión final conjunta. El resto de los grupos deberán ejercer participación activa sobre el tema expuesto.</p>
9 <sup>a</sup>	Autoevaluación final.	<p><u>AA2 (50min)</u>: Exposición de trabajos de rol. Cada grupo aceptor y detractor dispondrá de 5-10 minutos para exponer su trabajo, seguido de 5-10min de debate y conclusión final conjunta. El resto de los grupos deberán ejercer participación activa sobre el tema expuesto.</p> <p><u>AM (10min)</u>: Autoevaluación final del alumnado mediante cuestionario interactivo con la aplicación informática <b>Kahoot!</b></p>

### 2.2.7 Materiales y recursos necesarios.

Según lo expuesto en el *artículo 22. Materiales y recursos de desarrollo curricular* de la ORDEN EDU/363/2015, los materiales y recursos necesarios para el desarrollo curricular de cada una de las materias serán múltiples, incorporando aquellos de carácter tradicional con innovadores que integren diferentes soportes instrumentales, fomentando la búsqueda crítica de fuentes de diversa naturaleza y procedencia y el desarrollo de la capacidad de aprender por sí mismo y en equipo. En el desarrollo de esta Unidad Didáctica se debe disponer, entre otros, de los siguientes tipos de recursos.

- Recursos materiales: Modelos representativos del ADN, gen, cromosomas..., recomendable ordenadores portátiles para matizar los trabajos de investigación.
- Recursos didácticos: Libro de texto de Cultura Científica de 1º Bachillerato, apuntes docentes, diapositivas de la Unidad Didáctica en *PowerPoint* y guía de prácticas virtuales.
- Recursos audiovisuales: Pizarra digital con conexión a internet o sistemas de reproducción de video.
- Tecnologías de la información y la comunicación (TICs): Recursos informáticos y simuladores de laboratorio virtuales.
- Recursos humanos: Conjunto de profesores del departamento.
- Recursos espaciales: Aula lectiva, con proyector o sala de audio-visuales, sala de informática.

### 2.2.8 Criterios y procedimientos de evaluación.

El *artículo 3: Objetividad en la evaluación* de la ORDEN EDU/363/2015 expone que el profesorado de las distintas materias, al comienzo del curso escolar, dará a conocer al alumnado los contenidos, criterios de evaluación y estándares de aprendizaje evaluables del curso respectivo para su materia, los conocimientos y aprendizajes mínimos necesarios para que alcance una evaluación positiva al final de cada curso, así como los procedimientos de evaluación del aprendizaje y los criterios de calificación que vayan a aplicarse, todo ello de acuerdo con la programación didáctica de cada departamento de coordinación didáctica. La información además versará sobre el grado de adquisición de las competencias. Los **criterios de evaluación** aplicados son los siguientes:

1. Reconocer los hechos históricos más relevantes para el estudio de la genética.
2. Obtener, seleccionar y valorar informaciones sobre el ADN, el código genético, la ingeniería genética y sus aplicaciones médicas.

## ***RESULTADOS Y DISCUSIÓN***

---

3. Evaluar las aplicaciones y herramientas de la ingeniería genética en la obtención de fármacos, transgénicos, identificación genética y terapias génicas.
4. Conocer los proyectos que se desarrollan actualmente como consecuencia de descifrar el genoma humano, tales como HapMap y Encode.
5. Valorar las repercusiones sociales de la reproducción asistida, la selección y conservación de embriones.
6. Analizar los posibles usos de la clonación.
7. Establecer el método de obtención de los distintos tipos de células madre, así como su potencialidad para generar tejidos, órganos e incluso organismos completos.
8. Identificar algunos problemas sociales y dilemas morales debidos a la aplicación de la genética: obtención de transgénicos, reproducción asistida y clonación.
9. Obtener, seleccionar y valorar informaciones sobre distintos temas en el ámbito de la Biotecnología de repercusión social y comunicar conclusiones en distintos soportes a públicos diversos, utilizando eficazmente las TICs, para formarse opiniones propias argumentadas.
10. Demostrar actitudes como la reflexión crítica, el antidogmatismo científico, la creatividad, y el respeto a la vida y al medio ambiente.

Bajo todo este contexto, los **procedimientos de evaluación** se exponen a continuación. Como instrumento principal durante la evaluación en el aula se dispondrá de una lista de anotación con el alumnado correspondiente, donde se establecerán diferentes grados de valoración oral, escrita, actitudinal, etc.

### **Evaluación inicial:**

Mediante el cuestionario interactivo, realizado con la aplicación Kahoot!, se establece un baremo de conocimientos existente entre en alumno individual y el conjunto del aula, permitiendo así orientar el enfoque didáctico y la profundidad de los nuevos contenidos.

### **Evaluación continúa:**

Se monitoriza el progreso del alumnado mediante la observación directa, evaluando la asistencia a clase, la puntualidad, el comportamiento en las sesiones magistrales y demás normas de disciplina, los intercambios orales en relación a los contenidos y la capacidad de expresión oral en la exposición, y el trabajo en equipo e individual en las sesiones prácticas. En observación indirecta se prestará a la expresión escrita y asimilación de contenidos a través de las diversas tareas y actividades, al manejo de fuentes de referencia, los informes de práctica y trabajos de investigación propuestos.

### **Evaluación final:**

Se tratará de una prueba escrita componiéndose de la interpretación de un texto en el ámbito de la Biotecnología y cuestiones breves tanto de las sesiones magistrales como de los trabajos de investigación realizados, siendo parte de la asignatura general de CC (ver **ANEXO III**).

La calificación final consistirá en un 60% la evaluación continua, que recoge a su vez un 10% del resto de las actitudes expuestas en los instrumentos de evaluación, y un 40% de la prueba escrita. La calificación final se hará como media entre las evaluaciones continua y final, siendo la evaluación inicial de carácter orientativo. La recuperación constará de un examen de contenidos mínimos trabajados, suponiendo en este caso entre un 60-100% de la calificación en función de la calificación previa de la evaluación continua.

La evaluación tendrá también un carácter continuo y formativo e incluirá referencias a aspectos tales como la organización del aula, la coordinación en el equipo, el aprovechamiento de los recursos del centro, la relación docente-alumnado, y la convivencia entre alumnos. En este sentido es conveniente recordar que la aplicación informática **Kahoot!** permite no solo trabajar la evaluación por parte del profesor, sino aspectos como la autoevaluación, la coevaluación docente. No obstante en el **ANEXO IV** queda recogido un cuestionario de evaluación de la práctica docente.

### 2.2.9 Medidas de atención a la diversidad.

Las medidas de atención a la diversidad se pueden clasificar ordinarias, especiales y extraordinarias en función del grado de adaptación curricular que se imponga como respuesta a las mismas. El *artículo 28: Medidas generales u ordinarias de atención a la diversidad* y el *artículo 29: Medidas especializadas y extraordinarias de atención a la diversidad* de la ORDEN EDU/363/2015 recogen ejemplos de las diferentes propuestas curriculares a realizar en el aula. En respuesta a las diferentes capacidades y ritmos de aprendizaje, se propondrán actividades de diferente grado de complejidad, orientadas a todo el alumnado evitando cualquier tipo de discriminación. De igual forma se adaptará el contenido de manera individual y general a la dinámica del aula, respondiendo a las necesidades educativas concretas de los alumnos. Se considerarán así cuatro grupos de alumnado, evaluando en todos los casos la colaboración con el Departamento de Orientación, la familia del alumno y la cooperación entre centros docentes.

### **Alumnado con dificultades en el aprendizaje:**

Para este grupo el nivel de exigencia en la ampliación de contenidos será menor, centrándose más en el aprendizaje de contenidos mínimos, pero siempre en relación con las capacidades del alumno y el interés en la realización de las tareas encomendadas. El alumno contará con la ayuda del profesor para superar, en la medida de lo posible, sus problemas de aprendizaje siempre y cuando estos no deriven de la falta de estudio. Las actividades de apoyo y refuerzo estarán orientadas, junto a una mayor participación en las tutorías, para resolver las posibles dudas y profundizar en las posibles técnicas de estudios de los contenidos. En ciertos casos se podrá plantear el contrato de aprendizaje de forma que, siempre cumpliendo los estándares de aprendizaje fijados en el currículo, se refuercen ciertos contenidos de mayor motivación para el alumno en decremento de otros.

### **Alumnado de altas capacidades:**

Se tomarán medidas curriculares que tengan como fin el enriquecimiento, curiosidad y motivación del alumnado en el aula, en función de la solicitud o el interés del alumno en ampliar sus conocimientos. Estas medidas puede ser la realización de proyectos (lectura e interpretación de artículos), ampliación con bibliografía, etc., siempre en relación con la materia. Otra opción igualmente significativa y compatible con la ampliación de conocimientos es introducir la figura del mentor escolar, que sirva como refuerzo para aquellos compañeros que tengan más dificultades con la materia. Se podrían considerar en este caso tutorías especializadas.

### **Alumnado con necesidad educativa especial:**

Se puede considerar en este ámbito a aquel alumnado con condiciones personales de discapacidad (física, psíquica o sensorial) o graves trastornos de la personalidad o conducta. En estos casos las adaptaciones curriculares de carácter significativo se darán en colaboración íntima con la familia del alumno, el Departamento de Orientación, y las asociaciones especializadas en cada una de estas discapacidades. En ciertos casos la concienciación y el apoyo del resto del aula puede ser muy beneficioso.

### **Alumnado con necesidad de compensación educativa:**

En estos casos y puesto que la evaluación del aprendizaje es un proceso continuo, la valoración final de la asignatura se hará teniendo en cuenta el trabajo realizado por el alumno durante todo el curso académico. Se propondrán actividades de refuerzo que faciliten la adquisición de determinados conceptos y trabajos adaptados aquellos alumnos con evaluación negativa en alguna evaluación, centrándose en facilitar la revisión de aquellos contenidos en los que el alumno encuentre dificultades. En este caso la aplicación del contrato de aprendizaje es más factible.

# ***CONCLUSIONES FINALES***

---



De la ejecución del presente Trabajo Fin de Máster: **Biología, Sociedad y Educación** se han sacado las conclusiones que se presentan a continuación.

1. La Biología se trata de una ciencia de gran relevancia en el contexto social, económico y cultural actual. Por tanto resulta vital desarrollar un buen pensamiento crítico para con sus aplicaciones, y de ahí su necesaria integración en el currículo a través de asignaturas de divulgación científica, como son Ciencias para el Mundo Contemporáneo (CMC) y la más actual Cultura Científica (CC) de 1º Bachillerato.
2. El cambio de Ley Educativa en España ha propiciado que en el presente curso académico 2015-16 no se imparta ninguna asignatura de divulgación científica. La consecuente encuesta realizada al alumnado demuestra que el grado de conocimiento sobre Biología ha sido drásticamente menor que en estudios anteriormente realizados, quedando patente la importancia de la implantación de asignaturas que aborden su contenido.
3. La asignatura CC, si bien tiene una similar estructuración de los contenidos con su asignatura homóloga CMC, tiene carácter optativo de acuerdo a la nueva Ley Educativa vigente, que propiciaría la declinación de la misma por el alumnado más alejado del ámbito científico. En vista de la importancia de su contenido se ha abordado la posibilidad de reconfigurarla como asignatura troncal según la actual normativa.
4. El momento más adecuado para impartir conocimientos sólidos sobre Biología y su relevancia social, económica y ética, es 1º de Bachillerato ya que el alumnado debe haber adquirido la suficiente madurez intelectual, en base a aspectos previos que deben haberse tratado en asignaturas como Ciencias Naturales o Ética.
5. Uno de los principales problemas que plantea la enseñanza de la Biología, y por extensión la asignatura de CC, es el desinterés que muestra el alumnado más alejado del ámbito científico, debido al desconocimiento generalizado frente a este campo de conocimiento. Propuestas como seminarios de profesionales y la reestructuración de aulas son interesantes puntos de partida para mostrar más atractiva la enseñanza divulgativa de la ciencia actual.

## ***CONCLUSIONES FINALES***

---

6. En el presente trabajo se ha desarrollado una Unidad Didáctica en el ámbito de la Biotecnología. Dicha Unidad Didáctica se ha enfocado en promocionar el debate y la investigación científica, frente a un decremento en la profundidad de los contenidos. Puesto que la finalidad última es el desarrollo del pensamiento crítico se han propuesto una serie de actividades que permitan una mayor interacción del alumnado en el aula. De estas actividades destacan el uso de TICs como los laboratorios virtuales y cuestionarios interactivos con **Kahoot!**, así como trabajos de rol dirigidos.

# ***BIBLIOGRAFÍA***

---



## Bibliografía

### Comunicaciones Oficiales.

1. Naciones Unidas. (1992). *Artículo 2 del Convenio sobre diversidad biológica*. Río de Janeiro: Secretaría del Convenio sobre la Diversidad Biológica.
2. Johnson, GB. (1996). *How scientist think?* Dubuque, IA: Wm. C. Brown Publishers. USA.
3. Krauzer, H. & Massey, A. (2001). *Recombinant DNA and Biotechnology*. Washington D.C.: ASM Press. USA.
4. Bernal, JM., Fernández-Mayoralas, J., García, JL., Gil D., Pedrinaci, E., Pérez, AA., Vilches, A. & Zamora, J. (2008). *Ciencias para el Mundo Contemporáneo: Aproximaciones didácticas*. Madrid: Fundación Española para la Ciencia y la Tecnología (FECYT). España.
5. Rodríguez y Días, M. d. (2011). *Pensamiento Crítico y Aprendizaje: una competencia de alto nivel en la educación básica*. México: Noriega Editores.
6. Navarro, F. & Turégano, JC. (2010). *Ciencias para el Mundo Contemporáneo. Guía de recursos didácticos*. Canarias: Agencia Canaria de Investigación, Innovación y Sociedad de la Información (ACIISI). España.
7. Brunello, G. y de Paola, M. (2013). *The costs of early school leaving in Europe*. Germany: IZA Discussion Paper, No. 7791.
8. Equipo docente del Programa Educativo Por Qué Biotecnología de ArgenBio. (2014). *Consideraciones didácticas para enseñar Biotecnología a niños y jóvenes entre 12 y 17 años*. Buenos Aires: Consejo Argentino para la Información y Desarrollo de la Biotecnología. Argentina.
9. OCDE. (2015). *Política educativa en perspectiva 2015*. España: Fundación Santillana 2015 para la edición española.

### Legislación.

1. España. *Ley Orgánica 2/2006, de 3 de mayo, de Educación (LOE)*. Boletín Oficial del Estado, **4 de mayo de 2006**, núm. 106, pp. 17158-17207.
2. España. *Decreto 52/2007, de 17 de mayo, por el que se establece el currículo de la Educación Secundaria Obligatoria en la Comunidad de Castilla y León*. Boletín Oficial de Castilla y León, **23 de mayo de 2007**, núm. 99 (suplemento).

## ***BIBLIOGRAFÍA***

---

3. España. *Ley Orgánica 8/2013, de 9 de diciembre, para la mejora de la calidad educativa (LOMCE)*. Boletín Oficial del Estado, **10 de diciembre de 2013**, núm. 295, pp. 97858-97921.
4. España. *Real Decreto 1105/2014, de 26 de diciembre, por el que se establece el currículo básico de la Educación Secundaria Obligatoria y del Bachillerato*. Boletín Oficial del Estado, **3 de enero de 2015**, núm. 3, pp. 169-546.
5. España. *Orden ECD/65/2015, de 21 de enero, por la que se describen las relaciones entre las competencias, los contenidos y los criterios de evaluación de la educación primaria, la educación secundaria obligatoria y el bachillerato*. Boletín Oficial del Estado, **29 de enero de 2015**, núm. 25, pp. 6986-7003.
6. España. *ORDEN EDU/363/2015, de 4 de mayo, por la que se establece el currículo y se regula la implantación, evaluación y desarrollo del bachillerato en la Comunidad de Castilla y León*. Boletín Oficial de Castilla y León, **8 de mayo de 2015**, núm. 86, pp. 32481-32524.

### **Libros de consulta.**

1. Muñoz, E. (2001). *Biología y sociedad: Encuentros y desencuentros*. Madrid: Cambridge University Press. España.
2. Aran J.M. & Marías I. (2008). *Ciencias para el mundo contemporáneo. 1º de Bachillerato*. Barcelona: Editorial Octaedro. España.
3. Elías, C., Jiménez, J.J., Montón, J.A., Muñoz, P.J., Prieto, J. & Serrano R. (2008). *Ciencias para el Mundo Contemporáneo. 1º de Bachillerato*. España: Mc Graw-Hill.
4. Jiménez, J.J., Prieto, J., Muñoz, P.J. & Fernández, M. (2015). *Cultura Científica. 1º de Bachillerato*. España: Mc Graw-Hill.
5. Anguita, F., Carrión, M., Cerezo, J.M., Fernández, L., Henche, A.I., Hidalgo, A.J. & Sánchez, D. (2015). *Cultura Científica. 1º de Bachillerato. Serie Explora*. España: Santillana Educación, S.L.
6. Rubio, N., Pulido, C. & Roiz, J.M. (2015). *Cultura Científica. 1º de Bachillerato. Proyecto aprender es crecer en conexión*. España: ANAYA.

### **Publicaciones científicas.**

1. Bud, R. (1991). *Biotechnology in the twentieth century*. Social Studies of Science, 21, 415-457.
2. Muñoz, E. & Plaza, M. (2004). *Instantáneas y paisajes sobre biotecnología en la prensa española. Análisis de prensa de tres aplicaciones biotecnológicas en el año 2002: alimentos y cultivos transgénicos, terapia génica y clonación*. Revista CTS, 1 (3), 183-219.

3. Escribano, M. & Quintanilla, M. (2005). *La biotecnología y los medios de comunicación en España*. Revista CTS, 2 (4), 21-39.
4. Hernández, M. (2008). *Propuesta de apoyo para una gestión eficiente de la biotecnología*. Revista EA, 62, 5-26.
5. Arroyo, G. (2011). *La enseñanza y capacitación en Biotecnología desde la perspectiva de la Educación general*. Revista Umbral, 4, 66-78.
6. Sánchez, J.M. (2011). *Biotecnología: Presente y Futuro*. Anales de la Real Academia Nacional de Farmacia, 77 (4), 52-59.
7. Moreno, O t. (2011). *Didactics Higher Education: New Challenges in the XXI century*. Perspectiva Educacional, 50 (2), 26-54.
8. Acosta, R. (2012). *Configuración del conocimiento didáctico profesional del profesor de ciencias para la Enseñanza de la Biotecnología en Colombia: Propuesta de investigación*. Revista EDUCyT, Vol. Extraordinario, Diciembre, 19.
9. Bellver-Capella, V. (2012). *Biotecnología 2.0: Las nuevas relaciones entre la Biotecnología aplicada al ser humano y la sociedad*. Persona y Bioética, 16 (2), 87-107.
10. Gómez, AE. & García, CR. (2013). *The Debate on the Citizenship Education in Spain: A Curricular or an Ideological Question*. Enseñanza de las Ciencias Sociales, 12, 127-140.
11. García, R. (2014). *Biotecnología y Energía sostenible: Estudio de percepciones y actitudes; y propuesta de actividades para Educación Secundaria* (trabajo de máster). Universidad Complutense de Madrid (UCM), Madrid. España.
12. López, M. (2014). *La docencia compartida para impulsar el aprendizaje cooperativo en un centro educativo* (trabajo de máster). Universidad CEU Cardenal Herrera, Valencia. España.
13. Serrano, S. (2014). *Biotecnología y sociedad* (trabajo de máster). Universidad de Valladolid (UVa), Valladolid. España.
14. Hernández S. (2015). *Desarrollo del pensamiento crítico para la enseñanza y el aprendizaje de biotecnología en alimentos transgénicos en la educación superior* (trabajo de grado) Universidad Militar Nueva Granada (UMNG), Bogotá. Colombia.

### Webgrafía

1. **Federación Española de Biotecnólogos. 2014, Año de la Biotecnología.**  
<http://www.febiotec.es/proyectos/ano-biotecnologia?id=ano-biotecnologia&lang=es>
2. **Assam Agricultural University. Department of Agricultural Biotechnology.**  
<http://www.aau.ac.in/?q=node/111>
3. **Aplicación informática Kahoot!**  
<http://www.theflippedclassroom.es/tutorial-como-preparar-un-kahoot/>  
<http://bibliotecaescolardigital.es/comunidad/BibliotecaEscolarDigital/recurso/kahoot-un-gran-aprendizaje-comienza-por-hacer/a219230b-d4cf-4515-99cc-c7982a883eb6>  
<https://en.wikipedia.org/wiki/Kahoot!>
4. **El País, 30 de Septiembre de 2012. Las asignaturas perdedoras.**  
[http://sociedad.elpais.com/sociedad/2012/09/30/actualidad/1349022252\\_108236.html](http://sociedad.elpais.com/sociedad/2012/09/30/actualidad/1349022252_108236.html)
5. **El País, 6 de Octubre de 2012. Asignaturas dañinas y extravagantes.**  
[http://elpais.com/elpais/2012/10/05/opinion/1349463600\\_805071.html](http://elpais.com/elpais/2012/10/05/opinion/1349463600_805071.html)
6. **El País, 7 de Octubre de 2012. Rescatemos el espíritu científico.**  
[http://elpais.com/elpais/2012/10/05/opinion/1349461618\\_851386.html](http://elpais.com/elpais/2012/10/05/opinion/1349461618_851386.html)
7. **Biodeluna. 11 de Noviembre de 2012. Las Ciencias también sufren la LOMCE.**  
<https://biodeluna.wordpress.com/2012/11/11/las-ciencias-tambien-sufren-la-lomce/>
8. **El País, 6 de Octubre de 2015. 35 años y siete leyes escolares.**  
[http://sociedad.elpais.com/sociedad/2013/11/26/actualidad/1385489735\\_160991.html](http://sociedad.elpais.com/sociedad/2013/11/26/actualidad/1385489735_160991.html)
9. **El País, 6 de Octubre de 2015. Los grandes partidos apuestan por el pacto educativo.**  
[http://politica.elpais.com/politica/2015/10/01/actualidad/1443727424\\_830902.html](http://politica.elpais.com/politica/2015/10/01/actualidad/1443727424_830902.html)
10. **ABC, 16 de Abril de 2016. El Congreso puede dar hoy el primer paso para el Pacto por la Educación.**  
[http://www.abc.es/sociedad/abci-congreso-puede-primer-paso-para-pacto-educacion-201604122218\\_noticia.html](http://www.abc.es/sociedad/abci-congreso-puede-primer-paso-para-pacto-educacion-201604122218_noticia.html)
11. **El Mundo, 13 de Junio de 2016. Marina impulsa un Pacto Educativo para afrontar los retos del futuro.**  
<http://www.elmundo.es/sociedad/2016/06/13/575ec5fd46163f0b1f8b4653.html>

***ANEXOS***

---



Los resultados de esta encuesta son **TOTALMENTE ANONIMOS.** **Al final del cuestionario NO ponga el nombre, solo el curso y sección en la que se encuentra.** Rodee o ponga una cruz en la respuesta que quiera marcar.

1) ¿En algún momento ha recibido información relacionada con la **biotecnología** por parte de sus profesores?

*Si*

*No*

2) Cuando oye hablar de **biotecnología**, ¿cuál de las siguientes opciones relaciona o considera más importante sobre el tema? (Marque **SOLO DOS** de las opciones posibles)

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

3) ¿Conoce alguna aplicación de la **biotecnología** tradicional? ¿Cuál es?

4) ¿Qué entiende por **biotecnología**?

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

*Poco importante*

*Algo importante*

*Bastante importante*

*Muy importante*

6) ¿Le gustaría o cree conveniente adquirir más conocimientos sobre biotecnología?

*Si*

*No*

7) Indique algunas aplicaciones relacionadas con la biotecnología que tengan trascendencia en su vida diaria.

8) Si ha estudiado previamente algún contenido sobre biotecnología, ¿cree que estos contenidos de estudio son actuales?

*Si*

*No*

9) ¿Conoce los problemas éticos relacionados con algún ámbito de la biotecnología, tales como la **clonación humana**, el uso de **alimentos transgénicos** o las terapias con **células madre**? En caso afirmativo indique que problemas conoce.

*Si*

*No*

10) ¿Podría decir alguna otra asignatura en la que ha visto o podrían tratarse temas relacionados con la biotecnología?

**CURSO:**

**SECCIÓN:**

**¡MUCHAS GRACIAS POR SU COLABORACIÓN!**

# DOLLY: 20 YEARS LATER



(Trabajo de rol dirigido)

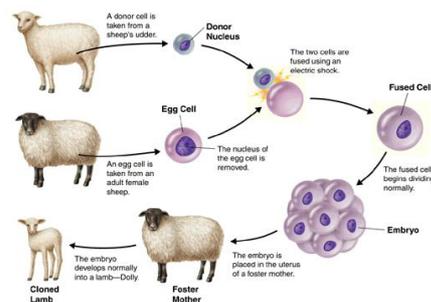
## Introducción.

Hace casi 20 años, el 27 de febrero de 1997, la revista científica *Nature* publicaba el informe sobre la primera clonación de un mamífero a partir del núcleo de una célula adulta de otro individuo. La “presentación en sociedad” de la oveja Dolly es uno de esos momentos en los que la ciencia espolea una plétora de reacciones emocionales de todo tipo, despertando sueños (o pesadillas) y reavivando mitos y viejos fantasmas. La clonación de organismos en laboratorio ha sido conseguida. ¿Se pueden clonar humanos? Esta pregunta, no sólo tiene una respuesta técnica, sino también ética. En un lado se encuentran científicos, agencias gubernamentales e industrias. En el otro lado se encuentran grupos ecologistas, defensores religiosos, medios de comunicación de masas y el público en general.

## Procedimiento.

Se propone una tarea de investigación utilizando como herramienta la información que se puede obtener a través de Internet. Mediante una metodología científica se contrastará la opinión fiable de aquella meramente especulativa. Se debe dar respuesta a las siguientes cuestiones.

- Aplicaciones de la clonación en la medicina. Relación Clonación-Células Madre.
- Aplicaciones de la clonación en la biodiversidad.
- Aplicaciones de la clonación en la industria.
- Limitaciones de la técnica.
- Riesgos socio-económicos y de la salud.
- Trasfondo ético de la clonación.
- Normativa reguladora sobre la clonación en La Unión Europea y en España.



Con la información obtenida vamos a preparar un debate sobre el tema. Para ello se formaran dos grupos de 4-5 alumnos: **Aceptores** y **Detractores**. Se elaborará un informe, con una presentación en formato recomendable *PowerPoint*, en el que se recojan las respuestas a las preguntas planteadas y los argumentos a favor de su postura. Seguidamente se expondrán las ideas clave de dicho informe, y argumentaran en el posterior debate. Los tiempos de exposición y argumentación deben ser de entre 5-10min.

Tras el debate se dará participación al resto del aula, recogiendo las ideas de ampliación. Todas las ideas clave se sintetizarán en un conjunto de conclusiones finales que permitan discernir en una postura u otra sobre el tema en cuestión. (Tiempo estimado 5-10min). Se recomienda buscar en las direcciones de internet expuestas a continuación, **ASÍ** como cualquier ampliación encontrada, **previamente consultada al docente/s**. (Recordar palabras clave; *Rubrica en ingles*)

## Recursos disponibles.

- Clonación: Aspectos Científicos. (**Ampliación del Temario**)  
<http://personaybioetica.unisabana.edu.co/index.php/personaybioetica/article/view/2389/pdf>
- Proyecto Biosfera: La clonación. (**Ampliación del Temario**)  
<http://recursos.cnice.mec.es/biosfera/alumno/1bachillerato/animal/contenidos23.htm>
- Educ.ar: La clonación. (**Video Explicativo**)  
<http://www.educ.ar/sitios/educar/recursos/ver?id=40776>
- Bioteconología 2.0: Las nuevas relaciones entre la Bioteconología aplicada al ser humano y la sociedad.  
<http://personaybioetica.unisabana.edu.co/index.php/personaybioetica/article/view/2389/pdf>
- Secuenciado por primera vez el genoma de un animal extinguido: el mamut. Noviembre 20, 2008. (**Artículo científico**).  
<http://www.elmundo.es/elmundo/2008/11/19/ciencia/1227112829.html>
- Obtenidas por clonación células productoras de insulina. Abril 28, 2014. (**Artículo científico**)  
[http://sociedad.elpais.com/sociedad/2014/04/28/actualidad/1398683058\\_460776.html](http://sociedad.elpais.com/sociedad/2014/04/28/actualidad/1398683058_460776.html)
- El genoma al rescate del lince. Junio 25, 2015. (**Artículo científico**)  
<http://www.elmundo.es/ciencia/2015/06/24/558ae67e46163fef6e8b4594.html>
- Diez años después de Dolly, la clonación sigue en deuda. Julio 9, 2006. (**Opinión**)  
<http://www.eltiempo.com/archivo/documento/MAM-2095790>
- Clonación de animales a gran escala. Junio 7, 2016. (**Opinión**)  
<http://www.elobservador.com.uy/clonacion-animales-gran-escala-n919028>
- A 20 años de Dolly, avanza la clonación de animales en riesgo. Julio 4, 2016. (**Opinión**)  
<http://www.perfil.com/ciencia/A-20-anos-de-Dolly-avanza-la-clonacion-de-animales-en-riesgo-20160702-0021.html>
- Clonación terapéutica de células madre. (**Artículo científico**)  
<http://lascelulasmadre.es/clonacion>

# Cultura Científica 1º de Bachillerato.

## 1. Lea detenidamente el siguiente texto y responda a las preguntas planteadas a continuación.

Todos hemos oído hablar de las enormes expectativas que la investigación en células madre ofrece para el tratamiento de un amplio tipo de enfermedades y condiciones. Sin embargo, todavía se necesita un enorme trabajo para conseguir que esta investigación sea útil en tratamientos seguros y eficaces. La Sociedad Internacional para la Investigación con Células Madre (The International Society for Stem Cell Research, ISSCR\*) es consciente que terapias con células madre están siendo usadas y vendidas en todo el mundo antes de que hayan sido probadas como seguras y efectivas. Las terapias con Células Madre, son prácticamente todas nuevas y experimentales. En estas primeras fases, puede que no funcionen, y podrían incluso mostrar efectos negativos. Por tanto, debemos estar seguros de que entendemos lo que estamos buscando antes de considerar la aplicación terapéutica con células madre. Recuerde que la mayoría de los descubrimientos médicos se basan en años de investigación desarrollados en universidades y empresas. Hay un largo proceso que comienza con un trabajo de laboratorio y luego con una investigación clínica para demostrar que el proceso es seguro y funciona. Al igual que ocurre con un nuevo fármaco, las terapias con células madre deben de ser evaluadas y alcanzar ciertos estándares antes de su aprobación por las agencias reguladoras nacionales y de poder ser usadas en el tratamiento de pacientes. ¿Qué significado tiene esto para usted como paciente, médico, amigo o familiar? A continuación le ofrecemos una serie de respuestas para algunas de las preguntas más frecuentes sobre células madre y terapias utilizando células madre, con el fin de ofrecerle las claves que usted y su médico necesitan para tomar la mejor decisión a la hora de afrontar un posible tratamiento. [...]

### 1. ¿QUE SON LAS CÉLULAS MADRE?

---

Las células madre se definen a través de dos de sus propiedades. La primera es que son capaces de auto-renovarse, es decir que pueden dividirse y generar más células madre del mismo tipo. La segunda, es que pueden madurar o diferenciarse en células especializadas capaces de llevar a cabo funciones específicas, como la piel, el músculo o la sangre. Hay muchos tipos diferentes de células madre. Estas incluyen las células madre embrionarias que existen solo en los primeros estadios del desarrollo y varios tipos de células madre “tejido específicos” (también denominadas células madre adultas o somáticas) que se encuentran en distintos tejidos del cuerpo humano. Recientemente, se han generado por ingeniería genética células con propiedades similares a las células madre embrionarias pero derivadas de células ya especializadas como las células de la piel, y que se denominan “*células pluripotentes inducidas*” (o células iPS). [...]

### 2. ¿QUE ES UNA TERAPIA CON CÉLULAS MADRE?

---

Una terapia con células madre es un tratamiento que usa células madre o células que derivan de células madre, para reemplazar o reparar células dañadas de pacientes. Las células madre podrían ser puestas en la sangre, trasplantadas directamente en el tejido dañado, o reclutadas de los tejidos del propio paciente para su auto-reparación.

### 3. ¿PARA QUE TIPO DE ENFERMEDADES O CONDICIONES SE ESTAN UTILIZANDO TRATAMIENTOS CON CÉLULAS MADRE?

---

El rango de enfermedades para las cuales hay tratamientos establecidos basados en células madre es aún muy pequeño. Algunos problemas hematológicos y del sistema inmune y en caso de trasplante de células de médula ósea, pueden, en algunos casos ser tratados eficazmente con células madre del sistema hematopoyético. Los médicos han estado transfiriendo células progenitoras hematopoyéticas mediante trasplantes de células madre sanguíneas desde hace más de 50 años, y se ha avanzado mucho en las técnicas de recolección de células madre sanguíneas que se usan clínicamente en la actualidad. El cordón umbilical, al igual que las células de la médula ósea, se usa actualmente como fuente de células madre sanguíneas y está siendo utilizado experimentalmente como una alternativa a los trasplantes realizados con células de la médula ósea. Otras células madre tejido-específicas podrían jugar también un papel en el trasplante de tejidos que han sido llevados a cabo en los últimos años. En tejidos y órganos, como la piel o la cornea, las células madre presentes en estos tejidos contribuyen a su regeneración a largo plazo. Otros tratamientos con células madre siguen siendo experimentales, lo que significa que todavía no ha sido demostrado que sean seguros y/o funcionales. [...]

Fuente: *Manual del Paciente sobre Terapias con Células Madre.*  
(ISSCR)

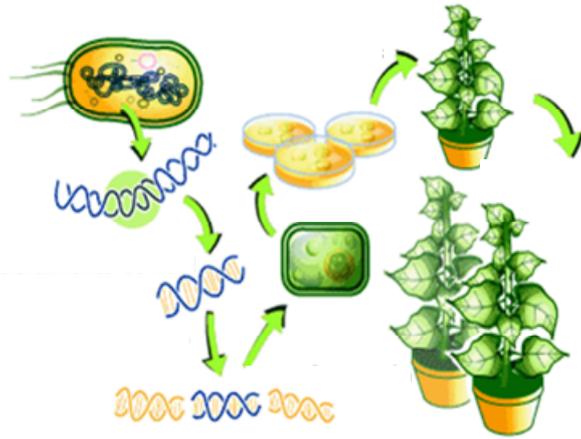
- a) Explique con sus propias palabras que son las células madre. Señale las posibles diferencias entre los diversos tipos de células madre.
- b) ¿Qué medidas deben tomarse antes de comenzar un tratamiento a un enfermo mediante células madre?
- c) Explique la última frase del documento, y cite un ejemplo al respecto.

**2. Cite tres ejemplos que demuestre la importancia de la ingeniería genética dentro de la Biotecnología.**

**3. Indique si las siguientes afirmaciones son verdaderas o falsas. Si son falsas entonces justifique su respuesta:**

- 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. En la siguiente ilustración se observa los pasos necesarios para obtener una planta transgénica. Ordene y nombre los procesos y estructuras que aparezcan.



5. Cite las principales aplicaciones de la clonación e indique que problemas éticos plantean.



# Cuestionario de Evaluación de la práctica Docente

VALORACIÓN	ESTANDARES EVALUABLES DEL DOCENTE
1 2 3 4 5	Asiste normalmente a clase y si falta lo justifica.
1 2 3 4 5	Cumple adecuadamente (comienza y acaba) el horario de clase.
1 2 3 4 5	Cumple con sus obligaciones de atención a los estudiantes.
1 2 3 4 5	La materia te parece fácil.
1 2 3 4 5	Conoce, domina y está al día, en la materia que imparte.
1 2 3 4 5	Sabe transmitir sus conocimientos.
1 2 3 4 5	Procura hacer interesante la asignatura.
1 2 3 4 5	La estructura de la clase es clara, lógica y organizada.
1 2 3 4 5	Se preocupa de los problemas de aprendizaje de sus alumnos/as.
1 2 3 4 5	Utiliza un sistema de clases flexible y adaptado a las necesidades de la asignatura.
1 2 3 4 5	Nos motiva para que participemos crítica y activamente en el desarrollo de la clase.
1 2 3 4 5	Se nos incita a reflexionar en las implicaciones o aplicaciones prácticas de lo tratado en clase.
1 2 3 4 5	Consigue transmitir la importancia y utilidad que los contenidos teóricos y prácticos de la asignatura tienen para nuestras actividades futuras y nuestro desarrollo profesional.
1 2 3 4 5	La comunicación profesor/a-estudiante es fluida y espontánea, creando un clima de confianza.
1 2 3 4 5	Consigue que estemos motivados/as e interesados/as por la materia.
1 2 3 4 5	Explica y razona los contenidos de la asignatura.
1 2 3 4 5	Los materiales recomendados (bibliografía, documentación, etc.) me sirvieron de ayuda y son fácilmente accesibles.
1 2 3 4 5	Fomenta el uso de recursos (bibliográficos o de otro tipo) adicionales a los utilizados en la clase y me resultan útiles.
1 2 3 4 5	La utilización de material didáctico complementario (retroproyector, video, ordenador...) facilita la comprensión de la materia.

1 2 3 4 5	Es accesible y está dispuesto/a a ayudarnos.
1 2 3 4 5	Conozco los criterios y procedimientos de evaluación en esta materia.
1 2 3 4 5	Explica la calificación y es capaz de revisarla si considera que puede haber error.
1 2 3 4 5	El nivel exigido en la evaluación se corresponde con el que se imparte en clase.
1 2 3 4 5	Las clases prácticas (laboratorios, excursiones, trabajo de investigación...) son un buen complemento de los contenidos teóricos de la asignatura.
1 2 3 4 5	En general, estoy satisfecho/a con las clases prácticas que recibí.
1 2 3 4 5	En general, estoy satisfecho/a con la labor docente de este/a profesor/a.

Si consideras realizar alguna sugerencia sobre la dinámica y evolución de las siguientes clases, puedes realizarla aquí de forma ordenada:

**¡MUCHAS GRACIAS POR SU COLABORACIÓN!**

# Listado de recursos de actividades

## **Películas y documentales.**

- Actividad. Biotecnología en el cine.

<http://es.slideshare.net/nedemarte/actividad-5-cine-biotecnologa>

- Biotecnología: la revolución invisible.

<http://www.youtube.com/watch?v=F2sGW3CTiq4>

- Comando Actualidad - Agarrados a la ciencia.

<http://www.rtve.es/alacarta/videos/comando-actualidad/comando-actualidadagarrados-ciencia/2485547/>

- Europa abierta - Debate sobre la nueva normativa de la UE sobre transgénicos entre Asaja y Amigos de la Tierra.

<http://www.rtve.es/alacarta/audios/europaabierta/europa-abierta-debate-sobre-nueva-normativa-sobre-transgenicos-entre-asajaamigos-tierra/2617558/>

- Eureka - Agricultura y alimentos transgénicos.

<http://www.rtve.es/alacarta/audios/eureka/eureka-agricultura-alimentostransgenicos-13-02-14/2394172/>

- La Vida Humana a Través del Cine.

<http://www.aebioetica.org/bioetica-en-elcine.html>

- Redes - La importancia de investigar en equipo.

<http://www.rtve.es/alacarta/videos/redes/redes-reto-investigar-equipovo/1851490/>

- Redes - Rediseñaremos a los seres humanos.

<http://www.rtve.es/alacarta/videos/redes/redes-redisenaremos-seres-humanos/1206633/>

- "SEMILLAS ESCLAVAS" - Ingeniería Genética, Biotecnología en los Cultivos (transgénicos).

<https://www.youtube.com/watch?v=GfCNOBn4IJE>

- tres14 - Carlos López Otín.

<http://www.rtve.es/alacarta/videos/tres14/tres14-carlos-lopez-otin/629506/>

## **Laboratorios virtuales.**

- Laboratorio virtual de investigación biomédica (amBientech):

<https://www.ambientech.org/ambientech/spa/animation/laboratorio-virtual-en-investigaci%C3%B3n-biom%C3%A9dica>

- Bacterial ID lab (Biointeractive):

[http://media.hhmi.org/biointeractive/vlabs/bacterial\\_id/index.html?\\_ga=1.27788980.928669133.1466805893](http://media.hhmi.org/biointeractive/vlabs/bacterial_id/index.html?_ga=1.27788980.928669133.1466805893)

### **Entidades de Biotecnología y otras web de interés.**

- Biotecnología. Consejo Argentino para la información.

[www.porquebiotecnologia.com.ar](http://www.porquebiotecnologia.com.ar)

- Biotecnología y Sociedad.

<http://cies.files.wordpress.com/2011/02/biotecnolog3ada-y-sociedad.pdf>

- Centro de Biotecnología. Universidad de Concepción.

<http://www.centrobiotecnologia.cl/>

- Centro Nacional de Biotecnología.

[www.cnb.uam.es](http://www.cnb.uam.es)

- National Center for Biothecnology Information

[www.ncbi.nlm.nih.gov/](http://www.ncbi.nlm.nih.gov/)

- Sociedad Española de Bioquímica y Biología Molecular.

[www.sebbm.es/](http://www.sebbm.es/)

- Sociedad Española de Biotecnología.

[www.sebiot.org](http://www.sebiot.org)

- Sociedad Internacional de Bioética (SIBI):

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

### **Artículo de Investigación y Opinión.**

- Clonación: Aspectos Científicos.

<http://personaybioetica.unisabana.edu.co/index.php/personaybioetica/article/view/2389/pdf>

- Iáñez Pareja, Enrique: Departamento de Microbiología del Instituto de Biotecnología de la Universidad de Granada. Clonación: aspectos científicos.

<http://www.ugr.es/~eianez/Biotecnologia/Clonacion.html>

- Usos industriales y energéticos de la biotecnología.

<http://www.madrimasd.org/cienciaysociedad/resenas/ensayos/resena.asp?id=225>

- ABC, 19 de Mayo de 2010. El primer toro de lidia clonado abre las puertas a los bancos de tejido de animales en extinción.

[http://www.abc.es/hemeroteca/historico-19-05-2010/abc/Sociedad/el-primer-toro-de-lidia-clonado-abre-puerta-a-los-bancos-de-tejido-de-animales-en-extincion\\_140179720364.html](http://www.abc.es/hemeroteca/historico-19-05-2010/abc/Sociedad/el-primer-toro-de-lidia-clonado-abre-puerta-a-los-bancos-de-tejido-de-animales-en-extincion_140179720364.html)

- El País, 22 de Mayo de 2010. Hora de regular la vida sintética.

[http://elpais.com/diario/2010/05/22/sociedad/1274479203\\_850215.html](http://elpais.com/diario/2010/05/22/sociedad/1274479203_850215.html)

- ABC, 13 de Junio de 2010. Genoma humano, la revolución empieza ahora.

[http://www.abc.es/hemeroteca/historico-23-06-2010/abc/Ciencia/genoma-humano-la-revolucion-empieza-ahora\\_140308399141.html](http://www.abc.es/hemeroteca/historico-23-06-2010/abc/Ciencia/genoma-humano-la-revolucion-empieza-ahora_140308399141.html)

- El País, 17 de Marzo de 2011. Nace el primer bebé de España libre del ge que predispone a heredar el cáncer de mama.

[http://sociedad.elpais.com/sociedad/2011/03/17/actualidad/1300316401\\_850215.html](http://sociedad.elpais.com/sociedad/2011/03/17/actualidad/1300316401_850215.html)

- El País, 1 de Febrero de 2013. Genes contra el hambre.

[http://sociedad.elpais.com/sociedad/2013/01/31/actualidad/1359652170\\_705166.html](http://sociedad.elpais.com/sociedad/2013/01/31/actualidad/1359652170_705166.html)

- El País, 24 de Mayo de 2013. Clonación, ciencia y ética.

[http://ccaa.elpais.com/ccaa/2013/05/24/valencia/1369395630\\_699132.html](http://ccaa.elpais.com/ccaa/2013/05/24/valencia/1369395630_699132.html)

- El País, 10 de Marzo de 2014. Una terapia génica ayuda a reducir la infección por VIH.

[http://sociedad.elpais.com/sociedad/2014/03/10/actualidad/1394468682\\_768197.html](http://sociedad.elpais.com/sociedad/2014/03/10/actualidad/1394468682_768197.html)

- El País, 25 de Junio de 2014. La hepatitis C muestra una vía contra el rechazo en los trasplantes.

[http://sociedad.elpais.com/sociedad/2014/06/25/actualidad/1403695478\\_721549.html](http://sociedad.elpais.com/sociedad/2014/06/25/actualidad/1403695478_721549.html)

- El País, 6 de Octubre de 2014. El Supremo anula el decreto de bancos de células madre por una cuestión de forma.

[http://politica.elpais.com/politica/2014/06/18/actualidad/1403094951\\_225840.html](http://politica.elpais.com/politica/2014/06/18/actualidad/1403094951_225840.html)





