

# LA PRESENCIA DE LA BIOTECNOLOGÍA DENTRO Y FUERA DE LA ESCUELA. PRIMEROS RESULTADOS DE UN ESTUDIO DIAGNÓSTICO

---

*Carmen Enrique Mirón*

Dpto. de Química Inorgánica. Universidad de Granada

*José M. Cabo Hernández*

Dpto. de Didáctica de las Ciencias Experimentales. Universidad de Granada

*José Ramón Cortiñas Jurado*

C.E.I.P. Juan Caro. Melilla

## RESUMEN

En este artículo se analizan diversas fuentes de información (estudios sociológicos y de opinión sobre Biotecnología, prensa escrita, revistas especializadas de divulgación científica y tecnológica), opiniones del profesorado no universitario sobre cuestiones generales y específicas de Biotecnología y la propia historia de la Biotecnología. Las conclusiones apuntan a la influencia de los medios de comunicación en la opinión del profesorado, al igual que en el caso del público en general, así como a la identificación de visiones deformadas hacia la Biotecnología que suele reducirse frecuentemente a la Ingeniería Genética.

*Palabras clave:* Biotecnología, educación informal, CTS, formación del profesorado.

## ABSTRACT

This paper considers different information resources (sociological and different points of view about Biotechnology, written press, popular science and technology magazines), points of view given by primary and secondary teachers about general and specific questions of Biotechnology and the history of the Biotechnology. The conclusions aim at the influence of mass media in the teachers' opinion, as in case of the public in general, as well as at the identification of deformed visions towards the Biotechnology, to which comes down frequently to the genetic engineering.

*Key words:* Biotechnology, informal education, STS, teacher training.

## INTRODUCCIÓN

La educación informal de Ciencias está cobrando un cierto auge. El interés por la educación informal se centra no sólo en el efecto que presenta sobre el alumnado, sino en el que tendrá posteriormente sobre los ciudadanos. Desde una orientación Ciencia-Tecnología-Sociedad (CTS), una de las finalidades de la enseñanza de las Ciencias es la formación de futuros ciudadanos y no exclusivamente de futuros científicos. Desde esta perspectiva, la educación de Ciencias asume el concepto de alfabetización científico-tecnológica de la ciudadanía para la participación social en la toma de decisiones (Acevedo *et al.*, 2005; Gil y Vilches, 2005; Martín, 2005).

Sin embargo, numerosos trabajos ponen de manifiesto la existencia de dificultades para sistematizar el uso de las actividades de aula. Entre las causas citadas, se cita al profesorado (Acevedo, 1996; Solbes y Vilches, 1997; Lumpe, Haney y Czerniak, 1998; Solbes, Vilches y Gil, 2001; Acevedo *et al.*, 2002).

En el presente trabajo queremos llamar la atención sobre el hecho de que el profesorado, al igual que el alumnado y la ciudadanía en general de la que forman parte, también está expuesto a un proceso de aprendizaje informal y, si es legítimo para la Didáctica de las Ciencias preguntarse por el efecto de los medios de comunicación y las nuevas tecnologías pensando en el alumnado, también lo es preguntarse por el mismo asunto desde el punto de vista del efecto que tiene en el profesorado.

Dicho de otro modo, la perspectiva CTS para la enseñanza de las Ciencias implica un modelo de Ciencia y Tecnología abierto a las influencias sociales y culturales, en definitiva, al contexto social.

La Biotecnología es una de las áreas científicas y tecnológicas más dinámicas y con repercusiones de gran importancia en diferentes ámbitos (económico, salud, agricultura y alimentación, medio ambiente, etc.). Sus diversas aplicaciones suscitan expectativas claramente positivas pero también reservas significativas en el plano ético y moral y en el de las percepciones de posibles riesgos asociados a sus avances.

Aunque desde hace ya algún tiempo este campo de trabajo ha sido y es objeto de un alto nivel de atención, debate y regulación, su incorporación al currículo oficial es relativamente reciente. Aparece en los Reales Decretos de 1992 de la LOGSE sobre contenidos mínimos y las reformas posteriores han consolidado su presencia en el currículum con la inclusión de algunos temas controvertidos. De acuerdo con esto, y por cuestiones de edad, una parte del profesorado actualmente en activo no ha recibido instrucción sobre Biotecnología por lo que es lógico pensar que el peso que el contexto social en general y la educación informal en particular tienen sobre las ideas del profesorado en Biotecnología sea mayor que en otros campos específicos de conocimiento científico y tecnológico.

## ANTECEDENTES

En la Segunda Encuesta Nacional sobre Percepción Social de Ciencia y Tecnología publicada en España (FECYT, 2005) se preguntaba, entre otras cosas, por el nivel de

educación científica y técnica recibido en la etapa escolar. El 65.5% de los encuestados confesaba un nivel bajo o muy bajo y solo el 10.6% reconocía un nivel alto o muy alto. Además, el grupo de indecisos que no contestan era sólo del 1.7%. Porcentajes similares se encuentran en el avance de resultados presentados recientemente por la Ministra Mercedes Cabrera el 30 de enero de 2007 relativos a la Tercera Encuesta Nacional sobre Percepción Social de Ciencia y Tecnología (FECYT, 2007). Así, el porcentaje de encuestados que considera que su nivel de formación científica ha sido bajo o muy bajo desciende ligeramente (53%) pero se mantiene muy próximo el porcentaje de aquellos que afirman haber recibido un alto o muy alto nivel de formación (11%) así como los indecisos (1.0%). Los datos citados sólo vienen a confirmar el bajo nivel de alfabetización científico-tecnológica de la ciudadanía en los países desarrollados de corte democrático (Miller, 2004).

El problema relevante ahora es determinar si el profesorado, entendido de forma genérica, comparte las características de falta de alfabetización científico-tecnológica de la ciudadanía en general o se trata de un "público específico" con sus propias características.

Fernández *et al.* (2003) reflexionan sobre la propia enseñanza de las Ciencias como causa de las visiones deformadas en el caso de la Tecnología. Acevedo *et al.* (2002), además de encontrar deficiencias en la formación del profesorado de Primaria, Secundaria y Universidad, consideran que las causas deben estar relacionadas con la educación informal que divulgan diversos medios de comunicación.

De esta manera tenemos un doble origen de las visiones deformadas de Ciencia y Tecnología (CyT), una interna, la transmisión por el propio profesorado, y otra externa, el contexto social, mediante la educación informal a través de los medios de comunicación.

Si existen visiones deformadas por parte del profesorado de ciencias, debemos entender que los responsables de los medios de comunicación también presentan sus propias "deformaciones" que son transmitidas por dichos medios. En cualquier caso, la existencia de ideas, concepciones, preconcepciones, creencias... según la terminología que se prefiera, implica la existencia de teorías espontáneas o implícitas frente a las teorías "oficiales" de la comunidad científica y de la Ciencia escolar.

### **La imagen social de la Biotecnología**

Las encuestas de opinión pública sobre Biotecnología se inician a finales de los años 80 en Europa. Dinamarca e Irlanda serán pioneros en este sentido (Borre, 1990), seguidos por los Países Bajos ya al comienzo de la década de los 90 (Hamstra, 1991). A partir de 1991, se incorporan como tema específico en los Eurobarómetros<sup>1</sup>, encuestas de opinión pública realizadas por la Comisión Europea entre sus estados miembros, con

<sup>1</sup> Los Eurobarómetros pueden consultarse en [http://europa.eu.int/comm/public\\_opinion/archives/eb\\_special\\_en.htm](http://europa.eu.int/comm/public_opinion/archives/eb_special_en.htm)

el EB 35.1 “*Opiniones de los Europeos sobre Biotecnología en 1991*”. Los siguientes se han publicado en 1993<sup>2</sup>, 1997<sup>3</sup>, 2000<sup>4</sup>, 2003<sup>5</sup> y 2006<sup>6</sup>. Algunos temas concretos como los Organismos Modificados Genéticamente (OMG) aparecen también incluidos en los últimos Eurobarómetros dedicados a Ciencia y Tecnología de forma general publicados en 2001<sup>7</sup> y 2005<sup>8</sup>.

En EEUU, el primer estudio sobre opinión pública en torno a la Biotecnología también se lleva a cabo a finales de los 80, concretamente en relación al Proyecto Genoma Humano (OTA, 1987). Posteriormente, en 1996 y 1998, será la Ingeniería Genética el tema de interés en los estudios sobre indicadores de CyT (*Science and Engineering Indicators*) realizados por la National Science Foundation (NSF), en particular los referidos a “Comprensión y actitudes del público hacia la Ciencia y la Tecnología” (*Science and Technology: Public Attitudes and Public Understanding*). A partir del año 2000, será la Biotecnología en general el objeto de análisis de dichos indicadores.

En el ámbito español, el Instituto de Estudios Sociales Avanzados (IESA), dependiente del Consejo Superior de Investigaciones Científicas (CSIC), inicia en 1989 una serie de estudios sobre la percepción social de las nuevas biotecnologías (Moreno *et al.* 1992) a los que siguen la encuesta “*Opiniones y actitudes de los españoles hacia la Biotecnología*”<sup>9</sup> realizada por el Centro de Investigaciones Sociológicas (CIS) en 2001 y la llevada a cabo por la Fundación BBVA en 2003 en donde, junto a España, participan ocho países europeos más (Italia, Polonia, Francia, Reino Unido, Alemania, Dinamarca, Holanda y Austria)<sup>10</sup>.

Desde un punto de vista cualitativo, también es en la década de los 90 cuando se inician experiencias sobre evaluación de opiniones y actitudes públicas en torno a las aplicaciones biotecnológicas mediante grupos focales, conferencias de consenso y entrevistas en profundidad (Corporate Impacts Pty Ltd., 1990; Lemkow, 1993; Science Museum, 1994; Office of Consumer Affairs, 1996; Grice y Lawrence, 2004).

El debate hacia la Biotecnología comienza a hacerse visible en la prensa española a mediados de los 90. En la editorial del nº 172 de la revista *Mundo Científico* de 1996 se reconocía que las aplicaciones de la Biotecnología y la Ingeniería Genética no habían suscitado todavía un debate social en España. Será a raíz de los episodios de protesta contra la importación de soja transgénica procedente de los Estados Unidos a España

<sup>2</sup> EB39.1 “*Biotecnología e Ingeniería Genética: qué piensan los europeos en 1993*”.

<sup>3</sup> EB 46.1 “*Los europeos y la moderna biotecnología*”.

<sup>4</sup> EB 52.1 “*Los europeos y la moderna biotecnología*”.

<sup>5</sup> EB 58.0 “*Europeos y biotecnología en 2002. Los ciudadanos de la Unión europea y la Biotecnología en 2002*”.

<sup>6</sup> EB 64.3 “*Europeans and Biotechnology in 2005: Patterns and Trends*”.

<sup>7</sup> EB 55.2 “*Europeos, Ciencia y Tecnología*”.

<sup>8</sup> EB 63.1 “*Europeos, Ciencia y Tecnología*”.

<sup>9</sup> Disponible en [http://www.cis.es/cis/export/sites/default/-Archivos/Marginales/2400\\_2419/Es2412.pdf](http://www.cis.es/cis/export/sites/default/-Archivos/Marginales/2400_2419/Es2412.pdf)

<sup>10</sup> Disponible en <http://www.upf.edu/occ/documents/BBVA.doc>

cuando se puede dar por iniciado el debate social sobre la Biotecnología en nuestro país. Esto sucede con cuatro o cinco años de retraso respecto a Alemania o Dinamarca y básicamente con la información recabada por los *media* de organizaciones ecologistas.

Uno de los primeros estudios realizados sobre análisis de contenido de noticias vinculadas a la Biotecnología en diferentes periódicos de tirada nacional fue el llevado a cabo por el Instituto de Estudios Sociales Avanzados del CSIC, actualmente Grupo de Ciencia, Tecnología y Sociedad, que bajo el título "*Ingeniería Genética Humana en la prensa*" analiza las noticias relacionadas con este tópico en el periodo comprendido entre 1988 y 1993 en los diarios *ABC*, *El País* y *La Vanguardia*, estudio publicado en noviembre de 1996<sup>11</sup>.

Ya como Grupo de Ciencia, Tecnología y Sociedad (CSIC) publica en 2002 el informe "*La Biotecnología en la prensa española en el año 2002*" en donde se analizan tres aplicaciones biotecnológicas (alimentos y cultivos transgénicos, terapia génica y clonación) en *El País*, *El Mundo*, *La Vanguardia* y *La Voz de Galicia*<sup>12</sup>.

Un grupo importante de informes sobre análisis de prensa son los conocidos como *Informes Quiral*<sup>13</sup> publicados desde 1996 por la Fundación Privada Vila Casas y el Observatorio de la Comunicación Científica de la Universitat Pompeu Fabra (Barcelona) que recogen y analizan las informaciones de sanidad publicadas en los grandes medios de comunicación escritos de nuestro país. Ya en su segundo informe correspondiente a 1997 encontramos referencias acerca de la presencia de noticias en la prensa que tratan la "clonación" siendo, además, uno de los temas más tratados junto con los relacionados con la agricultura y la alimentación tal y como se puede apreciar en los diferentes informes publicados hasta ahora.

Junto a estos estudios, hemos de mencionar los realizados por Moreno (1996), Muñoz (1998), Humanes (2001), Moreno (2001, 2004), Plaza (2004), Quintanilla *et al.* (2005) y Escribano y Quintanilla (2005) en donde se realizan diversas interpretaciones y análisis sobre la biotecnología en los medios de comunicación.

Así pues, desde 1996 la Biotecnología y sus aplicaciones se han convertido en protagonistas de numerosos artículos de prensa. Reportajes, entrevistas, artículos de opinión e incluso viñetas humorísticas han tenido como tema esta tecnología lo que ha hecho que las noticias publicadas referidas a ella hayan aumentado considerablemente durante este periodo de tiempo (Enrique *et al.*, 2005; Cabo, Enrique y Cortiñas, 2005; Enrique, Cabo y Cortiñas, 2006; Escribano y Quintanilla, 2005).

### Breve Historia de la Biotecnología

Para describir sintéticamente una evolución histórica de la Biotecnología es necesario delimitarla conceptualmente con el fin de discriminar lo que es y lo que no es, así

<sup>11</sup> Disponible en <http://www.iesam.csic.es/doctrab1/dt-9604.pdf>

<sup>12</sup> Disponible en <http://www.iesam.csic.es/doctrab2/dt-0316.pdf>

<sup>13</sup> Disponibles en <http://www.fundacionvilacasas.com/informequiralc.htm>

como sus fases de desarrollo. De acuerdo con Muñoz (2001) la Biotecnología es “un conjunto de técnicas que permiten la aplicación de las propiedades de los seres vivos para producir bienes y servicios”. Se puede aclarar sobre esta definición que las propiedades de los seres vivos se refieren tanto a seres vivos completos, como sus partes, entendidas como órganos, tejidos, células, moléculas o incluso partes de células, como por ejemplo cromosomas o incluso un solo gen.

Siguiendo a este mismo autor, podemos considerar las siguientes fases en el desarrollo de esta tecnología:

### ***1. Fase precientífica: Desde el Neolítico hasta el siglo XIX***

El uso de las fermentaciones de microorganismos para la producción de alimentos y bebidas se realiza desde tiempos inmemoriales. La aparición de cerveza y vino, productos biotecnológicos ya que suponen la transformación de partes de plantas (frutos) por la acción de microorganismos, miles de años antes de Cristo, junto al yogur o el pan, implica que primero se desarrollaron las técnicas y muchos siglos después, en el siglo XIX con los estudios de Luis Pasteur sobre microorganismos, se obtuvo el conocimiento científico que permitía comprender el por qué y el cómo de las técnicas desarrolladas hasta el momento. Este caso podría utilizarse como ejemplo histórico de que la tecnología no es siempre ciencia aplicada, pues muchas tecnologías se han puesto en funcionamiento para responder a necesidades humanas antes de conocer los fundamentos científicos en los que se basaban. La aparición de la brújula en Asia antes de que supiéramos qué es el magnetismo es otro ejemplo. Se sabía que funcionaba, pero no se sabía por qué.

### ***2. Fase científica: siglo XIX***

Durante esta fase podemos diferenciar varios aspectos:

#### ***2.1. Dominio de las fermentaciones***

El siglo XIX no solo es el siglo en el que Pasteur hace posible comprender el proceso de las fermentaciones, sino que pone las bases de futuros desarrollos biotecnológicos con sus experimentos sobre la vacuna de la rabia, abriendo paso a las aplicaciones en el campo de la medicina y la salud. Es decir, se abre la vía para utilizar microorganismos en defensa de los intereses humanos tanto en los beneficiosos como en los patógenos.

#### ***2.2. Agricultura científica***

Pero el siglo XIX también es el siglo en el que se consolida la agricultura científica. Ya no se trata de una agricultura de supervivencia, sino que interesa la rentabilidad y el aumento de producción de alimentos por lo que se aúnan esfuerzos interdisciplinarios en este sentido. El desarrollo científico ligado a este ámbito no ha hecho sino aumentar hasta posibilitar en la mitad del siglo XX la llamada “revolución verde” con la selección de semillas y variedades que obtuvo el reconocimiento social con el Premio Nobel de

Norman E. Borlaug en 1970 por la obtención de trigo de tallo corto. Los avances realizados en este campo se extendieron a la producción animal y a la selección de animales.

### **2.3. Biotecnología ambiental**

El tratamiento de los seres vivos para eliminar la contaminación es una práctica bastante antigua que también se desarrolla de forma precientífica, pues ya existía tratamiento de aguas residuales en la antigua Roma. Sin embargo, es a partir del siglo XIX cuando se ponen las bases para la aplicación de microorganismos en la depuración de aguas residuales, técnica que se continúa usando actualmente.

## **3. La Nueva Biotecnología: siglo XX**

En esta fase podemos diferenciar claramente dos periodos:

### **3.1. Hasta 1983: Ingeniería Genética**

Todos los ámbitos anteriores, más los usos industriales, fueron afectados por la posibilidad de identificar, alterar y transferir material genético de unos seres vivos a otros con el fin de conseguir resultados programados. La Ingeniería Genética viene a abrir puertas a nuevas aplicaciones de forma que se pueda redefinir la Nueva Biotecnología como la aplicación de las propiedades estructurales y funcionales de las macromoléculas biológicas y de las células, así como la capacidad de modificarlas para obtener productos, bienes o servicios. Inicialmente se trataba de introducir material hereditario mediante la inserción de moléculas de ácido nucleico en algún microorganismo en el que no se encuentra de forma natural, lo que tuvo efectos inmediatos en la selección y mejora de organismos para producción de alimentos y para la producción de antígenos.

### **3.2. A partir de 1983**

Es consecuencia del desarrollo de la fase anterior y podemos considerarla la fase actual. Coincide con la aparición de animales y plantas transgénicas y se continúa con el Genoma humano. Curiosamente, también en la fase actual podemos encontrar antecedentes precientíficos de aplicaciones biotecnológicas controvertidas actualmente como la clonación. McLaren (2003) define la clonación como la creación de animales o plantas genéticamente idénticos. Desde esta definición, la vieja técnica de reproducción de plantas por esquejes es una técnica de clonación. Es decir, algunas técnicas de clonación son muy antiguas y aceptadas socialmente, por lo que las controversias sobre la clonación se producen no tanto por la idea de obtener seres vivos idénticos sino por la aplicación y finalidad del proceso. Es la clonación en seres humanos lo controvertido, o la destrucción de embriones para obtener células troncales (o células madre para la prensa), por lo que la controversia se centra en los valores contextuales y no en el conocimiento científico y/o tecnológico implicado en sí mismo.

La Ingeniería Genética ya se realizaba en la década de los 70 mediante la técnica del ADN recombinante en bacterias. Sin embargo, comienza a ser visible en los estudios sociales, encuestas de opinión y medios de comunicación, cuando sus aplicaciones

ya son susceptibles de ser empleadas en seres superiores, especialmente en la especie humana (proyecto Genoma Humano). Las aplicaciones tradicionales sin implicar Ingeniería Genética y posteriormente utilizando a seres unicelulares para la producción de bienes y servicios mediante ADN recombinante no han llamado la misma atención del público ni se han convertido en controversias públicas, aunque sí lo fueron en la comunidad de investigadores tal y como demuestra la moratoria establecida durante la Conferencia de Asilomar<sup>14</sup> (1975) por los propios científicos en relación al uso de la técnica experimental que permitía el trasplante de genes de un organismo a otro.

## OBJETIVOS

Tal y como hemos comentado, la incorporación de la Biotecnología al currículo oficial es relativamente reciente como también lo es la situación controvertida de algunas de sus aplicaciones. En estas circunstancias es lógico pensar que el peso que el contexto social tiene sobre las ideas del profesorado en Biotecnología sea mayor que en otros campos específicos de conocimiento científico y tecnológico.

Debido a ello, nos proponemos recoger información empírica sobre las opiniones, creencias y actitudes del profesorado hacia la Biotecnología así como información sobre su presencia en los medios de comunicación, especialmente periódicos de tirada nacional y revistas de divulgación científico-tecnológica ya que desde un modelo complejo de relaciones Ciencia, Tecnología Sociedad, la educación científica y tecnológica no es una actividad independiente y aislada de la sociedad sino que recibe su influencia siendo, en este sentido, los medios de comunicación una de las variables más influyentes en lo que se ha venido denominando educación informal. Al mismo tiempo, comprobaremos la existencia de visiones deformadas en ambos casos y su grado de similitud.

En consecuencia, y como objetivos específicos del trabajo, nos planteamos las siguientes preguntas:

1. ¿Las fuentes de información utilizadas por nuestra muestra de profesorado, en el caso de la Biotecnología, proceden de medios de comunicación general o de otras opciones más profesionales y especializadas?
2. ¿Las fuentes de información utilizadas aportan una visión real o sesgada de la Biotecnología y sus aplicaciones?
3. ¿El contexto de cada aplicación biotecnológica es significativo y genera en el profesorado una actitud diferente para diversas aplicaciones biotecnológicas?

<sup>14</sup> Declaración de Asilomar. Disponible en <http://www.unav.es/humbiomedicas/deontologiaBiol/asilomar.pdf>



## METODOLOGÍA

Para dar respuesta a las preguntas anteriores necesitamos conocer las opiniones, creencias y actitudes del profesorado hacia la Biotecnología. Para ello realizamos un estudio diagnóstico, siendo la muestra participante en el mismo incidental y compuesta por 162 profesores no universitarios pertenecientes a las etapas de Infantil, Primaria y Secundaria que participaron en el VIII Curso de Intercultura organizado por el sindicato SATE-Stes y celebrado en la Ciudad de Melilla entre noviembre y diciembre de 2004.

Como instrumento para la recogida de datos se utilizó un cuestionario *Ad hoc* (Anexo) compuesto por varios ítems en donde se incluía la definición y aspectos de la vida cotidiana relacionados con la Biotecnología siguiendo un formato de pregunta abierta de respuesta breve. Además, siguiendo el formato de respuesta múltiple de las encuestas nacionales de percepción social de Ciencia y Tecnología (FECYT, 2005, 2007) se preguntó sobre valoraciones de beneficios y perjuicios de la Biotecnología y sobre las fuentes de información personal, eligiendo en una lista cerrada, así como sus intenciones de conducta hacia cuatro aplicaciones biotecnológicas concretas. Para mayor explicación, consultar Cabo, Enrique y Cortiñas (2006).

Por otro lado, para el análisis de la presencia de la Biotecnología en medios de comunicación escritos y dado que la información sobre el profesorado se recogió entre noviembre y diciembre del 2004, se seleccionó ese año para analizar la información aparecida en los dos diarios de mayor tirada nacional según el Estudio General de Medios y la Oficina de Justificación de la Difusión (*El País* y *El Mundo*) y en dos revistas de divulgación, *Muy Interesante*, por ser la de mayor tirada igualmente, y la ya clásica *Investigación y Ciencia*.

Si bien en el ámbito de la educación informal de Ciencias la televisión es la fuente de información más utilizada por los españoles (Pro y Ezquerro, 2005), los datos publicados por el Estudio General de Medios en relación a la audiencia en general (<http://www.aimc.es/aimc.php>) señalan que en España existen porcentajes nada despreciables de lectores que utilizan los medios de comunicación escritos para informarse. Si a ello unimos el hecho de que estos medios son los más interpretativos y tratan las informaciones con más profundidad y detalle, se justifica que hayamos centrado nuestro estudio en este tipo de medios.

Se identificaron un total de ochenta y seis noticias con contenidos biotecnológicos, treinta y cinco en el diario *El País* y cincuenta y uno en *El Mundo*. En las revistas seleccionadas se encontraron sólo diecisiete artículos generales, ocho en *Investigación y Ciencia* y nueve en *Muy Interesante*. No se incluyeron los breves, preguntas más frecuentes ni secciones menores. Las noticias y artículos encontrados se clasificaron en bloques de contenidos homogéneos.

## RESULTADOS

### Opiniones, creencias y actitudes del profesorado no universitario sobre la Biotecnología

En cuanto a la definición de Biotecnología, se infirieron siete tipos de definiciones a partir de las respuestas dadas junto con un 7.4% que no respondió a la pregunta. En la tabla 1 se recogen las definiciones dadas junto con sus respectivos porcentajes.

DEFINICIONES DE BIOTECNOLOGÍA	(%)
Bio+Tecnología	37,7
Producción bienes y servicios con seres vivos como mediadores	10,5
Transgenia...es el estudio de la transgenia.. de los seres transgénicos	4,3
Genética, genes... La Biotecnología se encarga del estudio de los genes... de la genética	19,1
Investigación...la Biotecnología es un campo de investigación	1,8
Ciencia...la Biotecnología es una ciencia	9,9
Otras	9,3
NS/NC	7,4

Tabla 1.- Porcentajes correspondientes a las definiciones de Biotecnología aportadas

Tal y como podemos apreciar en la tabla 1, la respuesta más frecuente fue la que relaciona los términos Tecnología con la vida o seres vivos (Bio+Tecnología), por ejemplo, "*Biotecnología es la tecnología de los seres vivos*". Más de un tercio de la muestra respondió de esta manera.

Un segundo bloque de definiciones agrupa a las respuestas que relacionan la Biotecnología con la Genética, ya sea utilizando el término *transgenia* o haciendo referencia a genes. En este segundo bloque se encuentran el 23.4% de los encuestados.

Algunas definiciones señalaban que la Biotecnología es una Ciencia, o un campo de investigación científica, sin hacer ninguna aclaración sobre tecnología. El 11.7% respondió en este sentido.

Las contestaciones más correctas desde el punto de vista de la propuesta realizada por Muñoz antes referida sólo fueron expresadas por el 10.5% de la muestra.

La relación entre la vida cotidiana y la Biotecnología tradicional a través de alimentos y bebidas (ver ítem 2, anexo) solo fue señalado por alrededor del 10% de la muestra.

Con respecto a las fuentes de información sobre Biotecnología, la tabla 2 sintetiza los resultados obtenidos referidos a cada uno de los cuatro casos consultados (Caso 1: *Clonación con fines reproductivos*. Caso 2: *Clonación terapéutica*. Caso 3: *Bacterias modificadas genéticamente*. Caso 4: *Alimentos transgénicos*).

FUENTES DE INFORMACIÓN	CASO 1 (%)	CASO 2 (%)	CASO 3 (%)	CASO 4 (%)
Televisión	85	76	52	76
Radio	29	30	25	34
Revistas	36	34	15	37
Periódicos	39	37	27	40
Otras personas	26	21	11	25
Libros	9	11	3	7
Estudios	8	8	4	12
Internet	14	17	9	14
Exposiciones y museos	0,8	0,8	0,8	0,8
Otras	0,8	0	0,8	0,8

Tabla 2.- Fuentes de información del profesorado sobre aplicaciones biotecnológicas expresadas en porcentajes redondeados por defecto

La televisión es el medio de comunicación más citado como fuente de información en todos los casos, siempre por encima del resto (radio, revistas, periódicos). Libros, exposiciones y la propia formación académica (Estudios) presentan menores porcentajes que los medios de comunicación. Si bien las tendencias generales coinciden en los cuatro casos, se pueden observar porcentajes claramente más bajos en las bacterias modificadas genéticamente.

En cuanto a las valoraciones generales sobre los beneficios y perjuicios de la Biotecnología en general, la tabla 3 expresa los porcentajes según las tres categorías de respuesta posibles. Destacamos el alto porcentaje de respuestas No sabe/No contesta. Sólo un 30% está convencido de que la Biotecnología aporta más beneficios que perjuicios o problemas ocasiona.

CATEGORÍAS DE RESPUESTA	(%)
Más beneficios que perjuicios	30
Beneficios y perjuicios equilibrados	17
Más perjuicios que beneficios	16
No sabe/ no contesta	37

Tabla 3.- Valoraciones personales del profesorado sobre beneficios y perjuicios ocasionados por la Biotecnología

Para completar los datos obtenidos sobre las posturas personales hacia casos concretos se preguntó igualmente sobre las intenciones que se tenían hacia la utilización personal de los cuatro casos concretos seleccionados en el supuesto de que la decisión fuera dependiente exclusivamente de la voluntad personal. Las respuestas obtenidas se reproducen en la tabla 4.

UTILIZACIÓN PERSONAL	CASO 1 (%)	CASO 2 (%)	CASO 3 (%)	CASO 4 (%)
SI	6	62,7	79,5	30
NO, en ningún caso	68,1	37,3	20,5	70
NO, por falta de control social	26	0	0	0

Tabla 4.- Intenciones conductuales sobre casos de aplicaciones biotecnológicas  
(Caso 1: *Clonación con fines reproductivos*. Caso 2: *Clonación terapéutica*.  
Caso 3: *Bacterias modificadas genéticamente*. Caso 4: *Alimentos transgénicos*).

Tal y como observamos en la tabla 4, las intenciones conductuales varían según los casos dándose dos situaciones diferentes. En dos de los casos (casos 1 y 4), las intenciones son negativas. En el caso 1 sólo el 6% se clonaría a sí mismo si dependiera de su voluntad, si bien hemos de considerar que el 26% que rechaza la clonación reproductiva no lo hace por motivos éticos sino por el miedo a la utilización de esta biotecnología con fines no deseados, es decir, por falta de control social sobre las aplicaciones, mientras que en el caso 4, más realista desde el punto de vista cotidiano, el 70% no consumiría alimentos transgénicos. En el caso 2, referido a la utilización personal de terapias para curar enfermedades que hayan implicado la destrucción de embriones humanos en la investigación y desarrollo, así como en el caso 3 (uso de bacterias modificadas genéticamente para eliminar contaminación), la mayoría utilizaría estas aplicaciones en su vida cotidiana sin mayores problemas en caso de ser necesario.

### Análisis de contenido de noticias de prensa y artículos de revistas

Con respecto a la aparición durante el año 2004 de noticias de prensa y revistas especializadas en divulgación científica y tecnológica exponemos a continuación los resultados describiendo en primer lugar las noticias en los periódicos y posteriormente en las revistas. Las tablas 5 y 6 sintetizan los porcentajes de noticias clasificadas según bloques homogéneos.

En el caso de los diarios, podríamos dividir los contenidos en los puramente científicos y tecnológicos, los que tratan sobre el contexto del sector, especialmente económico, y los que tratan las relaciones con la sociedad.

BLOQUES DE CONTENIDO DE NOTICIAS	El País N (%)	El Mundo N (%)	TOTAL N (%)
Estudios universitarios sobre Biotecnología	5 (14,0)	0 (0)	5 (5,8)
Ingeniería genética, genes, Genética	5 (14,0)	3 (5,9)	8 (9,3)
Transgénicos	0 (0,0)	2 (4,0)	2 (2,3)
Alimentos vegetales	7 (20,0)	6 (11,7)	13 (15,1)
Granjas farmacéuticas	1 (3,0)	4 (8,0)	5 (5,8)
Virus, vacunas	1 (3,0)	2 (4,0)	3 (3,5)
Descubrimientos y avances básicos	4 (11,0)	5 (10,0)	9 (10,5)
Clonación células madre (troncales)	2 (6,0)	14 (27,0)	16 (18,6)

Economía, empresas biotecnológicas	3 (9,0)	7 (13,7)	10 (11,6)
Biotecnología sociedad: Hambre en el mundo, grupos de investigación, financiación...	7 (20,0)	7 (13,7)	14 (16,3)
Vinos	0 (0,0)	1 (2,0)	1 (1,1)
TOTAL	35 (100)	51 (100)	86 (100)

Tabla 5.- Noticias sobre Biotecnología publicadas en diarios (*El Mundo y El País*) durante el año 2004

Los conocimientos científicos básicos están presentes pero en un porcentaje muy inferior al de las aplicaciones prácticas (10.5% frente al 54.6% sumando todas las categorías) especialmente bien representadas en el caso de la salud y la alimentación.

Más de la mitad de las noticias tienen que ver con aplicaciones relacionadas con Genética, transgenia, clonación... frente a una sola referida al vino como producto biotecnológico tradicional. Además, cuando se habla de vinos se hace como si fuera una novedad la utilización de la clonación en la producción de vinos.

Con respecto al análisis de contenidos de revistas (tabla 6), los artículos publicados tratan mucho más de contenidos científicos y tecnológicos que del contexto social y/o empresarial, que prácticamente desaparecen. La relación entre avances básicos y aplicados es más equilibrado, con porcentajes del 35.3% y del 58.8% respectivamente, aunque se mantiene el predominio de las aplicaciones prácticas relacionadas con genes y aplicaciones sanitarias.

Las diferencias observadas en la prensa diaria y las revistas especializadas reflejan la distinta percepción de los medios hacia los intereses de los públicos hacia los que se dirigen.

BLOQUES DE CONTENIDO DE ARTÍCULOS	Investigación y Ciencia N (%)	Muy Interesante N (%)	TOTAL N (%)
Genética	2 (25,0)	2 (22,2)	4 (23,5)
Transgenia	1 (12,5)	1 (11,1)	2 (11,7)
Clonación células madre (troncales)	1 (12,5)	2 (22,2)	3 (17,7)
Avances y descubrimientos básicos	3 (37,5)	3 (33,4)	6 (35,3)
Bioinformática	1 (12,5)	0 (0,0)	1 (5,9)
Vinos	0 (0,0)	1 (11,1)	1 (5,9)
TOTAL	8 (100)	9 (100)	17 (100)

Tabla 6.- Artículos relacionados con Biotecnología aparecidos en revistas de divulgación científica (*Investigación y Ciencia y Muy Interesante*) durante el año 2004

## DISCUSIÓN Y CONCLUSIONES

Comenzando por la primera de las cuestiones objeto de estudio en este trabajo, nos planteamos el papel de los medios de comunicación tradicionales y generalistas, dirigidos al gran público, en la información que los profesores poseen sobre Biotecnología en general y en algunas de sus aplicaciones específicas.

Los datos sobre las fuentes de información (o desinformación) utilizadas por el profesorado sobre Biotecnología indican que los medios que informan al público en general (televisión, prensa y radio) son aquí también los mayoritarios, lo que plantea nuevos interrogantes.

La televisión es el medio más citado, como suele ser habitual en este tipo de encuestas, sin embargo, en España no son frecuentes los programas televisivos de divulgación científica y tecnológica, salvo los documentales sobre medio ambiente. El programa REDES es una excepción, pero un repaso por las franjas horarias en las que este programa ha transitado (horario de madrugada y en cualquier caso muy alejado de las horas de máxima audiencia) no hace pensar en una audiencia significativa. Probablemente las fuentes de información a las que se refieren los profesores al pensar en Biotecnología son los noticiarios, en donde en algunos segundos o como mucho minutos se da cuenta de algún descubrimiento o de alguna controversia. Es decir, nos permiten informarnos de que hay polémica sobre algo, pero no nos permiten saber por qué es la polémica ni el contexto del problema. La aparición de una mayor oferta divulgativa en televisión como propuesta de mejora choca con el hecho de que menos del 10% de los españoles ve programas de divulgación de Ciencia y Tecnología frente a los aproximadamente dos tercios que ven las noticias (FECYT, 2005, 2007).

Otro dato interesante sobre la validez de este tipo de datos es el pensar en los porcentajes de profesorado que reconoce utilizar los periódicos como fuente de información. En los cuatro casos controvertidos analizados, este porcentaje se sitúa en una horquilla entre el 27% y el 40%. El porcentaje más bajo de la horquilla, 27%, se refiere a la información sobre bacterias modificadas genéticamente para la lucha contra la contaminación. Sin embargo, cuando hemos consultado la prensa y revistas del año 2004 no hemos encontrado ninguna noticia ni artículo sobre esta cuestión. Además, hemos comprobado que ninguno de los tres periódicos locales ha publicado artículos de divulgación sobre este tema (Enrique *et al.*, 2007). ¿De qué periódicos habrán sacado la información más de una cuarta parte del profesorado sobre este tema? Obviamente este tipo de reflexiones pone en duda la validez de las encuestas de opinión que se vienen realizando.

Además, existe una tendencia a valorar el papel de los periódicos como fuente de información por encima de la televisión, a pesar de que su frecuencia de uso es menor en las encuestas. El concepto de alfabetización científica se relaciona directamente con la competencia para leer noticias de Ciencia y Tecnología. Igualmente existe tradición de utilización de la prensa como recurso educativo, a pesar de que las edades de los escolares que estudian en etapas obligatorias de escolarización no se encuentran entre los que más periódicos leen.

Cabe preguntarse, pues, por qué este interés hacia los medios escritos frente a los medios audiovisuales, aparentemente más atractivos y con más posibilidades comunicativas. Sin embargo, en el futuro este debate probablemente sea estéril por la aparición de las nuevas tecnologías de la comunicación y de la tendencia de los sectores de población más jóvenes hacia el uso de internet y en general, de las TIC's, lo que nos transmite la necesidad de aplicar lo que sabemos sobre los medios de comunicación tradicionales en las nuevas tecnologías de la comunicación como tendencia en investigaciones futuras.

Sin embargo, los datos son claros al poner de manifiesto la existencia de una educación informal del profesorado respecto a temas socio-tecnológicos como la Biotecnología, aunque un porcentaje importante de profesorado manifieste más bien su desinformación como se desprende de sus definiciones.

Es importante señalar el peligro de cometer un sesgo de generalidad al hablar de la Biotecnología como algo problemático o como un asunto controvertido, pues lo que se deduce de nuestros datos no es más que la existencia de una diversidad de técnicas y desarrollos de tipo biotecnológico de las cuales algunas aplicaciones han resultado controvertidas. Sin embargo, al extender la imagen controvertida de la Biotecnología en general se produce una reducción del término a las aplicaciones actuales orientadas hacia el ser humano con implicación de la Ingeniería Genética.

Esta reducción de la Biotecnología a lo aspectos de Ingeniería Genética parece coincidir con las ideas expresadas por el profesorado a la hora de definirla. Las ideas asociadas a Genética, transgenia, Ingeniería Genética, clonaciones, células madre, etc. están presentes en el 23.4% de los encuestados. No obstante, no deja de ser preocupante que más del 37% del profesorado utilice reglas de inferencia y/o deduzca etimológicamente el significado del término. Este alto porcentaje de respuestas *ad hoc*, junto con el bajo dato de respuestas más correctas, sobre el 10%, parece encajar bien en el hecho de que el 37% no sea capaz de valorar los beneficios y perjuicios de la Biotecnología. Es evidente que no se pueden hacer valoraciones de temas en los que no está claro de qué estamos hablando.

Consideramos que las definiciones sobre Biotecnología, o incluso la incapacidad para valorar globalmente la Biotecnología de muchos de los encuestados, pueden utilizarse como un indicador de información sesgada o parcial, que provoca visiones deformadas de la Biotecnología.

Sin embargo, a pesar de la transmisión de una idea general sesgada, esto no parece manifestarse a la hora de determinar las intenciones personales hacia cuestiones específicas en las que se puede precisar algo más el contexto de aplicación de las mismas. Es decir, la toma de decisiones no se realizaría a partir de sólidos conocimientos y posturas informadas ni a partir de informaciones sesgadas, sino por otros motivos, en la que el contexto es importante para tomar decisiones.

Esto nos plantea un importante problema, ¿cuál es el papel de la alfabetización científico-tecnológica en la toma de decisiones de los ciudadanos en estos casos? Hace décadas que los manuales de Psicología Social destacan el hecho de que las dimensiones contextuales de un asunto influyen más en las percepciones y juicios de la gente que los aspectos centrales en cuestión (Pérez, 1989).

Consideramos que esta problemática tiene que ver no solo con la necesidad de ofrecer una versión “contextualizada” de la alfabetización científico-tecnológica, ya sea formal, no formal o informal, sino que tiene que ver con el papel de las actitudes en el aprendizaje.

¿Existe una actitud general hacia la Biotecnología o existen actitudes específicas hacia cada tipo de aplicación? Según estos resultados el profesorado discrimina cada caso y tiene intenciones positivas para unas cosas y negativas para otras. Las medidas de creencias, actitudes e intenciones generales hacia la Ciencia y la Tecnología o hacia la Biotecnología en general no permitirían predecir, por tanto, las creencias, actitudes e intenciones hacia cuestiones específicas de Ciencia y la Tecnología o de aplicaciones biotecnológicas específicas.

En síntesis, las fuentes de información mayoritarias del profesorado melillense para informarse sobre Biotecnología son los medios de comunicación generales. El análisis de contenidos de lo publicado tanto en revistas especializadas como en la prensa diaria muestra que más de la mitad de las noticias de prensa (54.6%) y más de la mitad de los artículos de revistas especializadas (52.9%) que tratan cuestiones biotecnológicas se relacionan con Ingeniería Genética, transgénicos y células madre, coincidiendo con las respuestas más frecuentes del profesorado, exceptuando las respuestas *ad hoc*.

Podemos deducir, por tanto, que existe una influencia en porcentajes importantes de profesorado, aunque no mayoritarios, de la educación informal de Ciencias de la que son responsables los medios de comunicación y que afecta al profesorado de forma similar a como lo hace en el público en general, pues las fuentes de información citadas por los españoles para informarse sobre CyT en las últimas encuestas nacionales (FECYT, 2005, 2007) coinciden en los cuatro medios más citados por el profesorado melillense: televisión, prensa, radio e Internet, siendo las fuentes más fiables (libros y revistas especializadas) las que menos porcentajes presentan.

El concepto de alfabetización científico-tecnológica se justifica, lo diremos una vez más, por la necesidad de contar con una ciudadanía informada para la toma de decisiones en asuntos socio-tecnológicos. Se ha discutido sobre la definición de alfabetización científico-tecnológica, sobre su conveniencia y sobre la cantidad de información científica mínima que una persona debería tener (Acevedo *et al.* 2005; Gil y Vilches, 2005) pero creemos que no se ha destacado suficientemente la necesidad de que la información científica se presente de forma contextualizada.

Sadler (2004) señala que el conocimiento científico escolar no es significativo para el alumnado en contextos no escolares y por tanto, no es utilizado para la toma de decisiones en la vida cotidiana. Según nuestros datos, esta afirmación puede extenderse al profesorado. La idea de que el conocimiento es situado, que depende del contexto, es una vieja idea que aparece en los manuales de Psicología Social. Así, la percepción de los asuntos periféricos de una cuestión puede ser más decisiva para la toma de decisiones que la de los aspectos centrales. Es decir, el contexto social de una controversia biotecnológica es más decisivo para la toma de decisiones que la información técnica sobre Biotecnología con la que se cuenta. Lo decisivo en la clonación humana con fines reproductivos, por ejemplo, probablemente sean las cuestiones éticas, la percepción del



riesgo, o la confianza o desconfianza hacia las instituciones, más que el conocimiento de la técnica concreta con la que se pretende clonar a un ser humano.

El caso de la Biotecnología y de su imagen social en el profesorado nos remite a la necesidad de introducir reformas de fondo en las aulas. No se trata de discutir la cantidad de información que es necesaria porque no sabemos qué clase de información será necesaria para el futuro. Mucho más importante que eso es la integración de los conocimientos científicos y las cuestiones contextuales caso a caso y del desarrollo de competencias genéricas y específicas sobre búsqueda y utilización crítica y reflexiva de la información, pues no podemos enseñar en este momento los conocimientos científicos que serán controvertidos en el futuro cuando se desarrollen y tengamos que tomar decisiones.

## BIBLIOGRAFÍA

- Acevedo, J.A. (1996). La formación del profesorado de enseñanza secundaria y la educación CTS. Una cuestión problemática. *Revista Interuniversitaria de Formación del Profesorado*, 26, 131-144.
- Acevedo, J.A.; Vázquez, A.; Acevedo, P. y Manassero, M.A. (2002). Un estudio sobre las actitudes y creencias CTS del profesorado de primaria, secundaria y universidad. *Tarbiya*, 30, 5-27.
- Acevedo, J.A.; Vázquez, A.; Martín, M.; Oliva, J.M.; Acevedo, P.; Paixao, M.F. y Manassero, M.A. (2005). Naturaleza de la Ciencia y educación científica para la participación ciudadana. Una revisión crítica. *Revista Eureka sobre Enseñanza y Divulgación de las Ciencias*, 2, 2, 121-140.
- Borre, O. (1990). *Public Opinion on Gene TEchnology in Denmark, 1987-89*. Aarhus University.
- Cabo, J.; Enrique, C. y Cortiñas, J.R. (2005). La prensa escrita en internet y el aprendizaje informal de Ciencias. *Alambique*, 43, 21-28.
- Cabo, J.; Enrique, C. y Cortiñas, J.R. (2006). Opiniones e intenciones del profesorado sobre la participación social en Ciencia y Tecnología. El caso de la Biotecnología. *Revista Eureka* 3, 3 349-368.
- Corporate Impacts Pty Ltd (1990). *A Report on a Media Analysis and Qualitative Research Findings into Genetic Engineering*, Canberra, CSIRO.
- Enrique, C.; Cortiñas, J.R.; Cabo, J.M. y García-Peña, H. (2005). Medios de comunicación escritos y aprendizaje no formal de ciencias. *Enseñanza de las Ciencias*, nº extra 2005, VII Congreso Internacional sobre Investigación en la Didáctica de las Ciencias. Educación Científica para la Ciudadanía.
- Enrique, C.; Cabo, J.M. y Cortiñas, J.R. (2006). Divulgación de la Ciencia y la Tecnología en la Ciudad Autónoma de Melilla. Análisis preliminar de medios de comunicación escritos. En Núñez, R.: *Sin Ciencia no hay cultura. III Congreso sobre Comunicación Social de la Ciencia*. 242-257. La Coruña, Ayuntamiento de La Coruña.
- Enrique, C.; Morales, C. y Cabo, J.M. (2007). Ciencia y Tecnología a través de la prensa escrita local de la Ciudad Autónoma de Melilla. *Actas I Congreso Internacional de*

- Divulgación de Conocimientos* (155-169). Granada: Grupo Editorial Universitario.
- Escribano, M. y Quintanilla, M.A. (2005). La biotecnología y los medios de comunicación. *Revista Iberoamericana de Ciencia, Tecnología y Sociedad*, 4, 2, 21-39.
- FECYT (2005). *Percepción social de Ciencia y Tecnología en España - 2004*. Madrid, FECYT.
- FECYT (2007). Avance de resultados de la Tercera Encuesta nacional sobre Percepción Social de la Ciencia y la Tecnología. Disponible en <http://www.fecyt.es>
- Fernández, I.; Gil, D.; Vilches, A.; Valdés, P.; Cachapuz, A.; Praia, J. Y Salinas, J. (2003). El olvido de la tecnología como refuerzo de las visiones deformadas de la Ciencia. *Revista Electrónica de Enseñanza de las Ciencias*, 2, 3, 1-22.
- Gil, D. y Vilches, A. (2005). Inmersión en la cultura científica en la toma de decisiones ¿Necesidad o mito? *Revista Eureka sobre Enseñanza y Divulgación de las Ciencias*, 2, 3, 302-329.
- Grice, J. y Lawrence, G. (2004). Encuestas a consumidores sobre biotecnología: ¿formular preguntas hasta obtener las respuestas deseadas, o facultar al público para expresar su opinión? *Revista Iberoamericana de ciencia, Tecnología y Sociedad*, 1, 3, 157-181.
- Hamstra, A. (1991). *Impact of the development of the New Biotechnology on consumers in the Field of food Products*. SWOKA, La Haya.
- Humanes, M.L. et al. (2001). La información sobre ciencia y tecnología en la prensa española. Un análisis de contenido de los diarios El País y El Mundo. *I Congreso Ibérico de Comunicación: la sociedad de la comunicación en el siglo XXI*, Málaga, Mayo.
- Lemkow, L. (1993). *Public Attitudes to Genetic Engineering: some European Perspectives*, Luxemburgo, European Foundation for the Improvement of Living and Working Conditions.
- Lumpe, A.T.; Haney, J.J. y Czerniak, C.M. (1998). Science teacher beliefs and intentions to implement Science-Technology-Society (STS) in the classroom. *Journal of Research in Science Teaching*, 9, 1,1-24.
- Martín, M. (2005). Las decisiones científicas y la participación ciudadana. Un caso CTS en la investigación biomédica. *Revista Eureka sobre Enseñanza y Divulgación de las Ciencias*, 2, 1, 38-55.
- Mclaren, A. (Coord.) (2003). *Clonación*. Madrid, Ed. Complutense.
- Miller, J.D. (2004). Public understanding of, and attitudes toward, scientific reserach: what we know and what we need to know. *Public understanding of Science*, 13, 273-294.
- Moreno, C. (2001). La biotecnología en la prensa diaria (1988-1998): Análisis y tendencias, Tesis, Universidad Complutense.
- Moreno, C. (2004). Medios de comunicación e información científica. *Sistema*, 179-180.
- Moreno, L.; Lemkow, L. y Lizón, A. (1992). *Biotechnología y Sociedad. Percepción y actitudes públicas*. Ministerio de Obras Públicas y Transportes.
- Moreno, L. (1996). La opinión pública y los avances en genética, en Daniel Borrillo (comp.), *Genes en el estrado: límites jurídicos e implicaciones sociales del desarrollo de la genética humana*. Madrid, Consejo superior de Investigaciones Científicas.
- Muñoz, E. (1998). La complejidad de la biotecnología y la percepción pública: una inevitable relación, *Quark*, 12,14-18.

- Muñoz, E. (2001). *Biotecnología y sociedad. Encuentros y desencuentros*. Madrid, Cambridge University Press.
- Office of Consumer Affairs (1996). *Focus Groups on Agri-food Applications of Biotechnology*. Disponible en <http://strategis.ic.gc.ca/cgi-bin/basic>
- OTA [Office of Technological Assessment], (1987). *New Developments in Biotechnology: Public perceptions of Biotechnology*. US Government Printing Office, Washington, DC.
- Pérez, J.A. (1989). Percepción y categorización del contexto social. En J. Mayor y J.L. Piniellos (Eds.), *Tratado de Psicología General* (pp. 89-140). Madrid: Alhambra.
- Plaza, M. (2004). Análisis de contenido sobre el tratamiento de las aplicaciones biotecnológicas en la prensa española, *Sistema*, 179-180.
- Pro, A. y Ezquerro, A. (2005). ¿Qué ciencia ve nuestra sociedad? *Alambique*, 43, 37-48.
- Quintanilla, M.A.; Escribano, M.; Escobar, M. y Sabbatini, M. (2005). *Cultura biotecnológica en España. Análisis e interpretación de datos*. Fundación Genoma España. Disponible en <http://www.novatores.org/html/es/eprint/show.html?ePrintId=108>.
- Sadler, T.D. (2004). Informal reasoning regarding socioscientific issues: A critical Review of Research. *J. of Research in Science Teaching*, 41, 5, 513-536.
- Science Museum (1994). *Final Report UK National Consensus Conference on Plant Biotechnology*, Londres, Science Museum.
- Solbes, J. y Vilches, A. (1997). STS interactions and the teaching of physics and chemistry. *Science Education*, 81, 4, 377-386.
- Solbes, J.; Vilches, A. y Gil, D. (2001). Formación del profesorado desde el enfoque CTS. En P. Membiela (Ed.), *Enseñanza de las Ciencias desde la perspectiva Ciencia-Tecnología-Sociedad* (pp. 163-175). Madrid: Narcea.

**ANEXO**

**Cuestionario sobre opiniones y creencias del profesorado hacia la Biotecnología**

1. Defina brevemente en unas líneas qué es para Ud. la Biotecnología.
  
2. Enumere al menos tres ejemplos de productos que pueden utilizarse y/o consumirse en la vida cotidiana y que tienen su origen en la Biotecnología.
  
3. ¿Qué valoración realizaría de la Biotecnología teniendo en cuenta sus beneficios y perjuicios? (Elija una opción)
  - Más beneficios que perjuicios
  - Beneficios y perjuicios equilibrados
  - Más perjuicios que beneficios
  - No sabe
  - No contesta
  
4. En el cuadro siguiente marque aquella/s fuente/s de información que haya utilizado para informarse sobre las siguientes aplicaciones biotecnológicas:

FUENTES DE INFORMACIÓN	Clonación reproductiva	Clonación terapéutica	Bacterias MG	Alimentos transgénicos
Televisión				
Radio				
Revistas				
Periódicos				
Otras personas				
Libros				
Estudios				
Internet				
Exposiciones y museos				
Otras				

5. ¿Utilizaría personalmente las aplicaciones biotecnológicas siguientes? Marque en el cuadro siguiente la opción elegida

INTENCIÓN DE CONDUCTA	Clonación reproductiva	Clonación terapéutica	Bacterias MG	Alimentos transgénicos
SI				
NO, en ningún caso				
NO, por falta de control social				