

Conocimientos y actitudes de estudiantes de la ciudad de Córdoba (Argentina) en relación a la Biotecnología

Maricel Occelli, Tania Malin Vilar y Nora Valeiras

Departamento de Enseñanza de la Ciencia y la Tecnología, Facultad de Ciencias Exactas, Físicas y Naturales, Universidad Nacional de Córdoba, Argentina. E-mail: mariceloccelli@gmail.com

Resumen: La Biotecnología ha sido incluida en el curriculum de Argentina desde 1990, sin embargo no se conoce la situación de aprendizaje de los estudiantes, es por ello que se buscó determinar cuál es el conocimiento referido a la biotecnología que poseen los estudiantes de las escuelas secundarias de Córdoba, cuáles son sus actitudes y a través de qué medios de comunicación se informan. Se trabajó con 138 alumnos de quinto año de seis escuelas secundarias de la ciudad de Córdoba (Argentina). Se utilizó un cuestionario de preguntas cerradas y abiertas, se calcularon los porcentajes de las respuestas y se realizó un análisis comparativo en función de las escuelas (χ^2 Pearson, $\alpha=0.05$). A partir de los resultados se puede concluir que los alumnos en su mayoría no comprenden el significado del término Biotecnología. Se destaca una percepción positiva hacia las posibles mejoras que puedan brindar estos procesos en distintas áreas. En cuanto a los medios de información, reconocen a la escuela como el medio más utilizado. Por último a partir del estudio comparativo, encontramos que los alumnos que tienen una formación específica en Biotecnología comprenden mejor el término.

Palabras clave: biotecnología, actitudes, medios de comunicación

Title: Students' knowledge and attitudes about Biotechnology in Córdoba (Argentina)

Abstract: Biotechnology has been included since 1990 in the curriculum of Argentina; however, the situation of students' learning is not known. This research attempts to establish the knowledge of secondary students about biotechnology, their attitudes and the media they use to become informed. The investigation included 138 fifth year students at secondary school, in the city of Cordoba (Argentina). A questionnaire with opened and closed questions was utilized, the percentage of answers was calculated, and a comparative analysis was done according to schools (χ^2 Pearson, $\alpha=0.05$). According to the results, it was concluded that most students do not understand the meaning of the concept of Biotechnology. A positive perception to the possible improvements that the Biotechnology can offer in different areas can be identified. As regards the kind of media, the students recognize the school as the most used media. Finally, the comparative study shows that the students with specific training in Biotechnology understand the meaning of the concept.

Keywords: biotechnology, attitudes, media.

Introducción

De acuerdo con el estudio realizado por Lock (1996) y los estándares para la educación científica estadounidense (National Science Education Standards, 1996), la inclusión de conceptos y problemas vinculados a la Biotecnología se considera un factor esencial para la alfabetización científica ciudadana y por ello ha sido incorporada desde hace más de quince años en los currículos oficiales de diversos países. Esta área temática no sólo es un conjunto coherente de conocimientos, sino que además, es la base para innovaciones tecnológicas que tienen un impacto sustancial en la vida de las personas en un medio determinado.

A pesar del tiempo transcurrido desde esas transformaciones curriculares, diversos estudios indican la existencia de deficiencias conceptuales y actitudes negativas de los estudiantes en relación a los procesos biotecnológicos y a los conceptos biológicos que este campo implica. En esta línea se registran investigaciones cuyos resultados indican que existe un desconocimiento generalizado del significado de "organismos transgénicos" por parte de los estudiantes (Pedrancini et al., 2007), de las diferencias entre los cultivos convencionales de plantas y los que requieren tecnología genética (Ekborg, 2008), y de los principios básicos de la transmisión hereditaria, genes e ingeniería genética (Lewis y Wood-Robinson, 2000). Por otro lado, si bien un alto porcentaje de estudiantes conocen la terminología relacionada con la Biotecnología, esta familiarización no se encuentra acompañada de la comprensión de los conceptos que involucra (Aznar, 2000).

En Argentina la Biotecnología fue incluida en el currículum oficial a partir de la reforma educativa de 1990, sin embargo no se han encontrado investigaciones que muestren el impacto de estos saberes en los estudiantes. Conocer cómo entienden y caracterizan a la Biotecnología puede brindar elementos necesarios para el diseño de propuestas didácticas consistentes con las características del medio en el cual se implementan. En este mismo sentido resulta interesante conocer cuáles son las fuentes de información que utilizan los estudiantes para informarse sobre estos tópicos, ya que la biotecnología se encuentra con frecuencia en los medios de comunicación.

Dentro de ese contexto, abordamos en este trabajo algunos interrogantes básicos acerca del impacto que tiene el abordaje de la Biotecnología en la escuela, incluyendo qué conceptos tienen los estudiantes sobre este campo, qué actividades vinculan con la Biotecnología, qué riesgos perciben de estos procesos y aplicaciones, cuáles son sus actitudes en relación a estas innovaciones tecnológicas y cuáles son los medios de comunicación más usuales que utilizan para informarse acerca de estas temáticas.

La búsqueda de respuestas a estos interrogantes se realiza mediante un estudio de campo en escuelas secundarias de la ciudad de Córdoba, Argentina. Como parte de ese estudio, nos proponemos comparar los resultados según la presencia o ausencia de una asignatura específica de Biotecnología en el currículum de la escuela. Esta investigación es de tipo

exploratoria y constituye una primera aproximación a un área de conocimiento que no cuenta con antecedentes en Argentina.

Antecedentes

Diversos investigadores han estudiado las actitudes de estudiantes y el conocimiento que poseen los alumnos sobre conceptos biológicos que impactan en la comprensión posterior de los procesos biotecnológicos. Dawson y Schibeci (2003) analizaron en estudiantes de once escuelas de Australia, su nivel de comprensión y actitudes en relación a temáticas de Biotecnología (Ingeniería Genética, Alimentos Transgénicos y Clonación). Encontraron que las actitudes no difirieron en función de la información que poseían los estudiantes sobre los procesos biotecnológicos. Los autores plantean la necesidad de una educación en biotecnología que incluya aspectos sociales, éticos y políticos, a fin de que los estudiantes elaboren opiniones argumentadas en base a conocimientos.

En Inglaterra la temática de Biotecnología fue incluida en el currículo oficial desde 1989, Lewis y Wood-Robinson (2000) realizaron un estudio para conocer qué conocimientos tenían los estudiantes sobre genética al terminar la escuela obligatoria. Analizaron la concepción de proporción y tamaño entre células, cromosomas, genes, ADN y núcleo; la relación entre "seres vivos", información genética y cromosomas; y la ubicación y función de genes, ADN, cromosomas, alelos e información genética. Trabajaron con 482 estudiantes de ocho escuelas diferentes, aplicando cuestionarios individuales, y entrevistas a grupos de discusión de tres integrantes. Encontraron que los alumnos no comprenden la relación entre genes, cromosomas, alelos e información genética. Tienen dificultades con el concepto de célula y desconocen que todos los seres vivos poseen información genética. Confunden la terminología referida a la división celular, su significado, los procesos involucrados, la diferencia entre mitosis y meiosis, y no comprenden cómo intervienen los cromosomas en este proceso.

Un estudio similar fue desarrollado en Brasil por Pedrancini et al. (2007), en el cual se entrevistaron a alumnos de escuela media a fin de conocer sus concepciones acerca de conceptos biológicos tales como seres vivos, células, composición química y función del material genético, y las relaciones entre ADN, cromosomas y genes. Asimismo realizaron entrevistas a 33 alumnos en relación a sus conocimientos y actitudes hacia los transgénicos. A partir de los resultados, las autoras plantean que si bien los estudiantes utilizaban con naturalidad los términos biológicos indagados, no comprendían su significado. Destacan que uno de los principales problemas en el aprendizaje de conceptos biológicos radica en que la enseñanza de los mismos se encuentra fragmentada entre las asignaturas sin presentar conexiones evidentes para los estudiantes, y centrada en la repetición de términos más que en su comprensión. En relación a las concepciones vinculadas a los transgénicos, encontraron que en su mayoría los estudiantes demostraron concepciones intuitivas e influenciadas en gran manera por los medios de comunicación. Resultando evidente la falta de sustento científico en los posicionamientos de los estudiantes.

Ekborg (2008) realizó en Suecia un estudio referido a cómo influía la enseñanza de biología, en el conocimiento y opinión que tenían los estudiantes sobre los organismos genéticamente modificados. Trabajó con 64 estudiantes de escuela secundaria, les aplicó una encuesta antes y después de recibir instrucción, y luego entrevistó a 11 estudiantes para conocer en profundidad sus razonamientos. En relación a las actitudes encontró que fueron más positivas hacia la modificación genética después del curso, pero no se encontraron relaciones entre el conocimiento básico de genética y sus opiniones. Muchos no entendían la diferencia entre cultivo convencional de plantas y el cultivo con tecnología genética, a su vez tampoco conocían cómo se realiza la evaluación de riesgos de las aplicaciones biotecnológicas ni cómo trabajan los científicos e investigadores. Los estudiantes expresaron sus temores en relación al cultivo de organismos genéticamente modificados, y los justificaron con su desconocimiento de los riesgos de incluir nuevos genes en los ecosistemas y la posibilidad de perder el control de lo que se estaba haciendo.

La comprensión de los procesos biotecnológicos no sólo involucra conceptos de genética sino también de microbiología. Es por ello que Simonneaux (2000) realizó un estudio en Francia con el objetivo de identificar dificultades en conceptos microbiológicos. Estudió a través de entrevistas en profundidad las concepciones sobre "microbios" y "gérmenes" de diez estudiantes, quienes en el año anterior habían recibido formación en inmunología, microbiología y sus aplicaciones. Encontró que la representación de los alumnos sobre bacterias y virus era de agentes agresivos y nocivos para los seres humanos. Al igual que Lewis y Wood-Robinson (2000) observó que los tipos de razonamientos utilizados por los alumnos para definir el tamaño de un virus mostraron falta de conocimiento en escalas y técnicas de laboratorio. A su vez detectó gran confusión entre virus, células procariotas y eucariotas. Los alumnos reconocían pocos lugares de hábitat para los microorganismos, y muy pocos conocían sus usos en procesos industriales. En función de estos resultados, el autor plantea que las experiencias escolares son responsables de presentar esta visión de las bacterias como agentes destructivos. Propone crear nexos para sortear el aislamiento de cada asignatura, utilizar esquemas a escala y modelos, trabajar desde la historia de la ciencia, y presentar estos conceptos relacionados a hechos de la vida cotidiana. Finalmente plantea que las concepciones no son sólo un producto de la actividad mental, sino que son generadas en un proceso de elaboración, que a su vez se origina en la información que los alumnos pueden percibir a través de sus sentidos y de las relaciones que tienen con otros en el transcurso de su historia personal. Es particularmente importante considerar estas características de las concepciones en la enseñanza de la Biotecnología, ya que se ponen en juego actitudes y emociones vinculadas a las representaciones sociales.

Específicamente en cuanto a los conocimientos que poseen los ciudadanos sobre biotecnología, Aznar (2000) presenta una revisión bibliográfica indicando que tanto adultos como estudiantes conocen el término, pero no lo comprenden, la mayoría se da cuenta que su conocimiento es limitado y que no les permite formular decisiones al respecto. En relación a las actitudes, perciben mayores riesgos en las aplicaciones al hombre o a sus alimentos, que a las plantas de jardín o

destinadas a la alimentación de ganado. Las fuentes de información reconocida por los adolescentes son películas, cómics y otros, pero no la enseñanza formal. En cuanto al conocimiento genético de los estudiantes, presentan muchos inconvenientes en conceptos básicos. Si bien resuelven problemas de genética de enfoque causa-efecto no pueden precisar términos ni relaciones. Algunas razones que identificaron para ésta deficiencia fueron el tratamiento que hacen los libros de texto sobre la genética y los procesos de división celular, como así también la falta de relación con la vida cotidiana en los problemas que plantean los docentes. Los autores sugieren la necesidad de producir materiales curriculares que permitan la comprensión de conceptos genéticos como así también de los procesos biotecnológicos.

Por otro lado, utilizando la Teoría de Acción Razonada / Planificada (TAR), Cabo et al. (2006) compararon la percepción de Ciencia del profesorado con la del público en general, y estudiaron qué fuentes de información utiliza el profesorado sobre cuestiones sociocientíficas. Estudiaron las actitudes genéricas hacia la Biotecnología y las intenciones hacia cuatro aplicaciones biotecnológicas (clonación humana con fines reproductivos, clonación terapéutica, utilización de bacterias modificadas genéticamente para luchar contra la contaminación por hidrocarburos y alimentos transgénicos). La mayoría respondió que con la Biotecnología existen más beneficios que perjuicios. En cuanto a los medios utilizados para obtener información, la mayoría indicó la televisión, diarios y radio. Por lo tanto, las pautas generales de interés, conocimiento y fuentes de información fueron bastante similares entre las del profesorado y las del público en general. La postura mayoritaria encontrada fue positiva hacia utilizar personalmente las aplicaciones biotecnológicas. En cambio, la mayoría rechazó la clonación con fines reproductivos y los alimentos transgénicos, pero mostraron tolerancia para que otros utilicen dichos alimentos, no así con la clonación para fines reproductivos.

Esta breve revisión de antecedentes en el nivel internacional ilustra investigaciones en Australia (Dawson y Schibeci, 2003), Israel (Dori et al., 2003), Inglaterra (Lewis y Wood-Robinson, 2000), Francia (Simonneaux, 2000), España (Aznar, 2000 y Cabo et al., 2006), Brasil (Pedrancini et al., 2007) y Suecia (Ekborg, 2008), todas las que destacan la necesidad de comprender conceptos de Biotecnología para la formación de opiniones críticas por parte del alumnado. Frente a este panorama, se ha llevado a cabo este estudio con el fin de comprender las características de la población local y de contrastarlas con los resultados obtenidos por otros investigadores en contextos diferentes.

Materiales y métodos

Para llevar adelante este trabajo se seleccionó una muestra de 138 alumnos (de 16 años aproximadamente) de quinto año de seis escuelas secundarias de la ciudad de Córdoba (Argentina). En las escuelas secundarias de esta provincia los tres últimos años (4°, 5° y 6°) corresponden a un ciclo de especialización, que según la institución puede orientarse a distintas áreas. A su vez, cada institución crea su propia currícula, de manera que puede encontrarse que las asignaturas incluidas en una misma especialidad sean diferentes. Las seis escuelas elegidas

nombradas de la A a la E, tienen una orientación en Ciencias Naturales y sólo una (institución "C") incluyó dentro de la curricula de quinto año una asignatura específica de Biotecnología.

El instrumento utilizado para recabar la información fue una encuesta semi-estructurada centrada en la indagación de cinco factores (Anexo 1):

- Concepto de Biotecnología
- Actividades vinculadas a procesos y aplicaciones biotecnológicas
- Percepción de posibles riesgos vinculados a la Biotecnología
- Actitudes referidas a la Biotecnología
- Medios de comunicación utilizados para adquirir información referida a Biotecnología

Se utilizó una metodología cuali-cuantitativa, las respuestas a las preguntas abiertas recibieron un tratamiento cualitativo agrupándolas de acuerdo a categorías e indicadores que se construyeron en función de los aportes de los estudiantes (Colás Bravo y Buendía Eisman, 1992). De manera que, las categorías elaboradas para las preguntas abiertas resultaron emergentes a los datos obtenidos. Para el análisis cuantitativo se calcularon los porcentajes de las categorías asignadas a las preguntas abiertas y las frecuencias de cada una de las opciones posibles para las preguntas cerradas.

Adicionalmente se realizó un estudio comparativo a través de un análisis estadístico de las respuestas de los estudiantes en función de las instituciones de las cuales provenían, considerando para ello la independencia entre las respuestas y las diferentes escuelas (χ^2 Pearson con un $\alpha=0.05$ - programa estadístico Infostat). En este análisis se utilizaron las frecuencias obtenidas para las preguntas abiertas y cerradas.

Resultados y discusión

Los resultados y su discusión han sido ordenados en dos partes, en la primera se desarrollan los resultados del análisis de cada uno de los cinco factores indagados, y en la segunda se presenta el análisis comparativo de los resultados encontrados para estos factores en función de las instituciones educativas.

1) Análisis de los factores

a.- Concepto de Biotecnología

En función de las diferentes respuestas obtenidas por los estudiantes en relación al concepto de Biotecnología se construyeron las siguientes categorías e indicadores:

Definición tradicional: considera actividades tales como la domesticación de animales, transformación y aprovechamiento de las propiedades curativas de algunas plantas, producción de alimentos utilizando los procesos fermentativos microbianos, etc.

Definición actual: incluye tanto los procesos tradicionales como los modernos, de manera que se la considera como una actividad basada en conocimientos multidisciplinarios que utiliza agentes biológicos para hacer productos útiles o resolver problemas.

No sabe: escribe una definición que evidencia errores conceptuales, ejemplifica, utiliza la etimología de la palabra o no contesta.

Las frecuencias de estas categorías se distribuyeron de la siguiente manera: un grupo de 46% usó la etimología de la palabra para delimitar el concepto; un 3% usó ejemplos como formas de definición, y un 15% directamente no respondió. El conjunto de estos tres grupos suma un alto porcentaje de alumnos (64%) que no conocen el significado del concepto de Biotecnología. El complemento del 36% estuvo formado por estudiantes que dieron respuestas tradicionales o actuales (Gráfico 1).

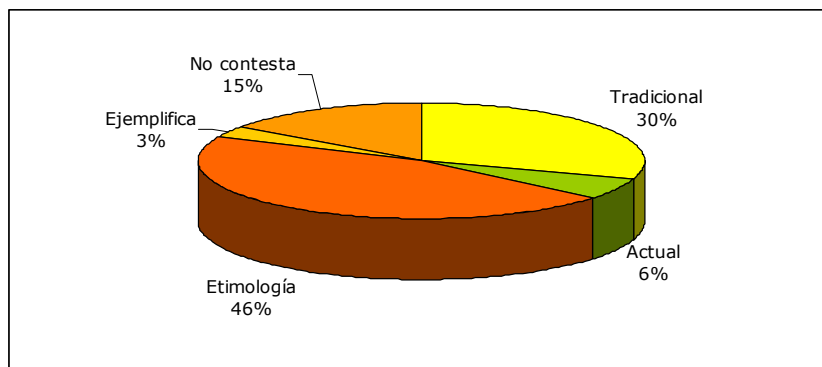


Gráfico1.- Frecuencia de diferentes conceptos acerca de Biotecnología.

b.- Actividades vinculadas a procesos y aplicaciones biotecnológicas

La mayoría (71%) de los estudiantes sólo vincula a la Biotecnología con actividades que implican directamente a la Ingeniería Genética (clonación, producción de medicamentos y transgénicos), dejando de lado otras cuestiones. Una causa de este resultado podría ser que éstos son los procesos biotecnológicos comprendidos con mayor frecuencia en los medios de comunicación, así como también al hecho de que en general en las escuelas sólo se abordan procesos y aplicaciones biotecnológicas en el marco del desarrollo de Ingeniería Genética.

El hecho de que los estudiantes no establezcan relaciones con los procesos de tipo tradicionales, como son la producción de alimentos a partir de la fermentación microbiana y otros alimentos clásicos incluidos en su dieta, constituye un resultado que nos lleva a pensar en posibles explicaciones ya que sería esperable que estos procesos biotecnológicos que son tan comunes fueran fácilmente reconocidos.

Una causa podría ser que los estudiantes poseen una visión negativa de los microorganismos asociada a patologías más bien vinculadas con enfermedades que con asuntos beneficiosos para el hombre (Simonneaux, 2000). Es por ello que les resultaría extraña la idea de que puedan utilizarse los microorganismos en procesos de elaboración de alimentos como el pan o el yogurt. Una razón sobre esto quizás devenga del desconocimiento de los

métodos implicados en la preparación de alimentos, sumada a la poca presencia de esta información en los medios de comunicación. Otra explicación para esta ausencia de vinculación, se sustenta en que quizás los alumnos conciben a la Biotecnología como un área que entre otras cosas, implica técnicas modernas, innovaciones y trabajo en laboratorio. La concepción que se trasluce coincide con la percepción pública de la ciencia, entendida como un mundo de tecnologías poco conectado con la realidad diaria y el contexto del ciudadano común (Merino, 1998).

c.- Percepción de posibles riesgos vinculados a la Biotecnología

Respecto al riesgo que pueden tener sobre la salud los alimentos genéticamente modificados y su vinculación a determinadas afecciones tales como alergias, cáncer, inmunidad a antibióticos, se observó una distribución uniforme entre quienes lo encontraban probable y quienes no.

Por otra parte, considerando que en la legislación argentina no se exige que los alimentos elaborados a partir de organismos transgénicos sean etiquetados con dicha información, se evaluó cómo veían los estudiantes la posibilidad de que algunos alimentos que se consumen con frecuencia devengan de organismos transgénicos. Al respecto, la mayoría de los estudiantes demostró creer que algunos productos alimenticios específicos como la soja (70%), el tomate (65%) y el choclo (65%) se encontraban muy relacionados a los organismos transgénicos, como así también aquellos productos elaborados o envasados (64%). A partir de estos hallazgos pueden formularse dos consideraciones, en primer lugar se observa que los resultados coinciden con los encontrados por Pedrancini et al., (2008) en Brasil, quienes destacan que los alimentos transgénicos más identificados por los estudiantes son aquellos más frecuentemente mencionadas en los medios de comunicación masivos. En segundo lugar, los estudiantes consideran que aquellos productos alimenticios que requieren procesos de manufactura pueden derivarse de organismos transgénicos, de manera que encuentran probable que su dieta incluya a alimentos transgénicos aunque no puedan tener certeza de ello por la falta de etiquetado.

d.- Actitudes referidas a la Biotecnología

El análisis de las actitudes de los estudiantes referidas a la Biotecnología se centró en tres aspectos principales que han sido objeto de diversas polémicas y discusiones presentes en los medios de comunicación: la necesidad de etiquetar los alimentos derivados de organismos transgénicos; la aplicación de Biotecnología en diferentes ámbitos y la promisorio misión de acabar con el hambre del mundo.

En cuanto a la primera, casi la totalidad de alumnos (94%) señalaron la necesidad de adicionar en las etiquetas información sobre los mejoramientos genéticos que se hayan efectuado, y algunos hasta lo consideraron un derecho ciudadano (28%). Sin embargo, resulta interesante que el 63% de los estudiantes respondió que no observaban las etiquetas de los alimentos al realizar sus compras. Esta incoherencia entre el discurso de los alumnos –derecho a que se adicione información en las etiquetas de los productos genéticamente modificados- y sus hábitos -no observar las etiquetas en la compra de alimentos- estarían indicando el

gran impacto de estos agentes de información en las concepciones de los estudiantes.

En relación a la posición de los estudiantes referida a la utilización de la Biotecnología en diferentes ámbitos, se observó que la mayoría consideró muy positiva a las aplicaciones de la Biotecnología para el mejoramiento de plantas (78%), de células embrionarias para el mejoramiento humano (68%), producción de nuevos medicamentos (95%), diagnóstico y/o tratamiento de enfermedades (88%), producción ganadera (69%), determinación de niveles de contaminación (66%), fertilizaciones in-vitro (69%) y generación de nuevos microorganismos (60%). Un 85% de los encuestados manifestaron creer que la Biotecnología puede mejorar la calidad de vida dependiendo de sus aplicaciones. Estas actitudes evidencian una percepción positiva hacia las posibles mejoras que la Biotecnología pueda brindar en cada ámbito, lo cual implica quizás entender a esta tecnociencia como una actividad científica que como tal lleva al progreso (Vázquez y Manassero, 2004).

En particular para la aplicación de biotecnología en la reproducción humana, encontramos que el 72% de los alumnos declararon estar de acuerdo en que una persona que no pueda tener hijos se realice una fertilización in-vitro y lo justificaron argumentando que "toda persona tiene derecho a formar una familia y procrear". Para esta amplia aceptación consideramos que no solo está relacionado con un posible éxito personal sino también con una posible naturalización del término por parte de los medios de comunicación. Es decir que estos procesos al ser ampliamente difundidos en los medios de comunicación son tomados como naturales por los estudiantes, incorporados en su vocabulario y en sus representaciones, sin que necesariamente se comprendan en profundidad, efecto que ha sido señalado por Pro Bueno y Martínez (2005).

Finalmente, en cuanto a la tercera polémica, es decir "la posibilidad de que la Biotecnología pueda solucionar el hambre del mundo", observamos que el 72% presentaron respuestas negativas, con argumentos tales como:

"no, porque si no contás con dinero, no podes alimentarte ni nada, y me parece que si se hacen productos biotecnológicos serían más caros de lo común"

"no depende de la calidad de alimentos o de su producción, sino de la distribución de ellos, y eso es posible aún sin biotecnología, con una buena administración y un gobierno responsable"

Por otro lado, si bien consideran que la Biotecnología puede mejorar la calidad de vida, en su mayoría reconocen la importancia de que exista un control, lo cual concuerda con los resultados de Sarquis (2003) en su estudio de opinión pública.

e.- Medios de comunicación utilizados para adquirir información referida a Biotecnología

En relación a los medios de comunicación, se observó que las fuentes de información utilizadas con mayor frecuencia fueron la escuela (79%), Internet (70%) y la TV (60%), siendo los medios menos utilizados la radio (22%) y las amistades (30%) (Gráfico 2).

El reconocimiento de la escuela como fuente de información por parte de los estudiantes, se contraponen a los resultados encontrados por Aznar (2000). Por lo tanto, se podría pensar que para Argentina, una enseñanza formal específica en Biotecnología debería tener impacto en las posturas de los alumnos.

Otro aspecto a destacar de estos resultados es la alta frecuencia en que los alumnos se informan a través de la televisión y coincidimos con Ezquerro (2003) en que constituye un recurso con gran potencial para la enseñanza de las ciencias. En particular para la temática de Biotecnología, pensamos que incorporar en el aula noticias televisivas y cuestionarlas, permitiría que se pusieran en discusión diferentes aspectos sociales, económicos y éticos. De esta manera se podría estimular el desarrollo de habilidades cognitivas para interpretar la información cotidiana y promover un juicio crítico.

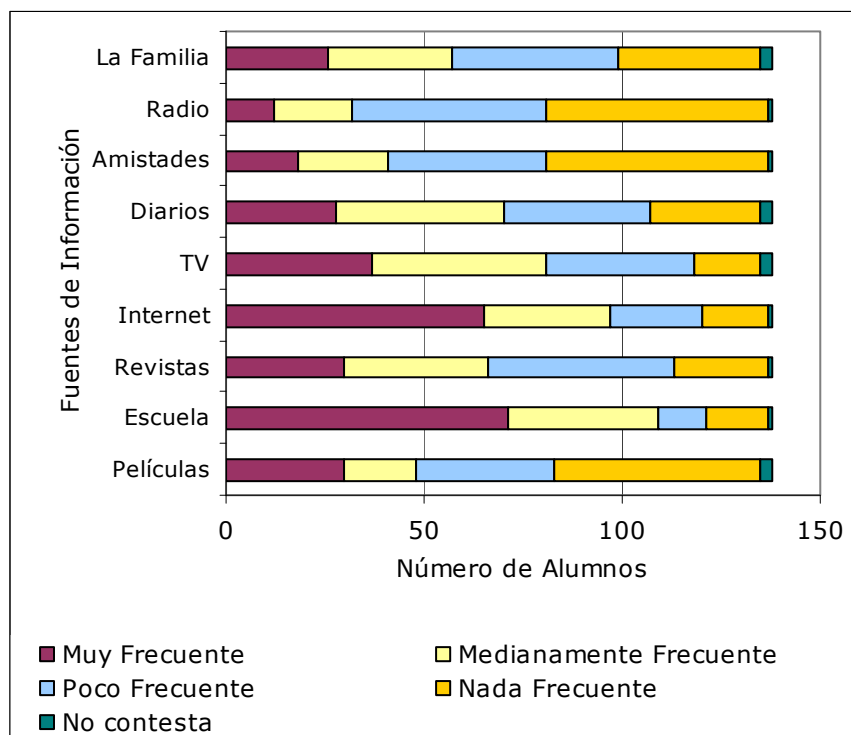


Gráfico 2.- Tipos de medios de comunicación utilizados por alumnos de quinto año de la escuela secundaria para informarse sobre Biotecnología.

2) Estudio comparativo

En el estudio comparativo se analizó la independencia de las respuestas de los estudiantes en función de las instituciones educativas. La comparación entre las escuelas resulta de interés ya que cada escuela selecciona los contenidos de manera diferente, y una de ellas contiene en su curriculum una asignatura específica para Biotecnología. A continuación se discuten aquellas respuestas para las cuales se encontraron diferencias significativas asociadas a alguna institución.

En relación a la definición del concepto de Biotecnología, se observó que si bien la mayoría de los estudiantes de las tres escuelas estudiadas no

logró construir una definición, un 30% asociado a la institución C χ^2 Pearson (20, N=138)=79,77, $p=0,001$ plasmó una concepción de tipo tradicional del término.

Por otro lado si bien la mayoría de los estudiantes no relacionó a la Biotecnología con los procesos tradicionales como por ejemplo la producción de alimentos a partir de la fermentación microbiana, aquellos alumnos que sí lograron establecer esta relación, se asociaron a las instituciones A y C χ^2 Pearson (20, N=138)=81,40 $p=0,001$.

De lo expuesto anteriormente se puede inferir que la concepción tradicional de Biotecnología presentada por los alumnos de la institución C y su consecuente identificación de las actividades que involucran procesos fermentativos en la elaboración de alimentos, puede estar vinculado a la propuesta educativa de la institución. Al respecto es importante resaltar que esta institución es la única que incluye una asignatura específica en su propuesta curricular. Por lo tanto, acordando con las investigaciones de Dawson y Schibeci (2003), consideramos que a los fines de una alfabetización científica resulta necesario que se incorpore Biotecnología de manera específica en la escuela media.

En cuanto a las promesas de la Biotecnología, resulta destacable que si bien la mayoría de los estudiantes no consideró que pueda solucionar el hambre del mundo, un 28% sí lo encontró probable y esta respuesta se asoció a la institución C, χ^2 Pearson (30, N=138)=51,02, $p=0,0097$. Dentro de este grupo de respuestas sólo un tercio manifestó posturas que interrelacionaban aspectos sociales, políticos o económicos. Por lo tanto, consideramos que no basta con una formación centrada en los contenidos conceptuales, sino que es necesaria una formación en Biotecnología enfocada desde situaciones problemáticas reales que impliquen la toma de decisiones, la movilización de conceptos biológicos, químicos, tecnológicos, económicos, sociales, política y ética. Una manera de lograr esta visión integral es a través de un abordaje interdisciplinario de la Biotecnología o como eje transversal. Otra forma, es aprovechar el rol que poseen los medios de comunicación como potenciales formadores de opinión pública (Flores y Tobin, 2003) a la hora de enseñar Biotecnología.

Conclusiones

A partir de los resultados obtenidos se puede concluir que los alumnos en su mayoría no comprenden el significado del término Biotecnología a excepción de aquellos que han recibido una formación específica a través de una asignatura especialmente dirigida a esta área del conocimiento.

Los estudiantes no vinculan a los procesos biotecnológicos tradicionales con el término Biotecnología. Esto indica que no conocen los procedimientos a través de los cuales se producen estos alimentos y posiblemente ignoran que los microorganismos participan en ellos. En consecuencia encontramos muy importante que a la hora de planificar propuestas didácticas referidas a estos contenidos biológicos –metabolismo, fermentación, microorganismos, etc.- se los vincule con los procesos biotecnológicos. Creemos que la utilización de la biotecnología como contenido transversal podría brindar las condiciones adecuadas para ello.

Sobre los posibles riesgos que perciben en relación a la Biotecnología, se puede concluir que entre los estudiantes no hay consenso en cuanto a si la Biotecnología puede ser la causante de enfermedades o no. Mientras que sí acuerdan en que es muy posible que los alimentos que consumen con frecuencia devengan de organismos transgénicos.

En este mismo sentido se destaca que la mayoría piensa que es importante la inclusión de etiquetas en los alimentos que derivan de organismos transgénicos. Por otra parte, es positiva la percepción de los estudiantes hacia las posibles mejoras que la Biotecnología pueda brindar en distintas áreas de investigación, y finalmente si bien consideran que puede mejorar la calidad de vida, en su mayoría reconocen la importancia de que exista un control.

En función de estas diferentes posturas (rechazo, aceptación, precaución, necesidad de control, etc.), consideramos importante destacar que tal como lo plantean Cabo et al. (2006), las actitudes resultan de complejas relaciones multidimensionales, lo cual nos impide realizar inferencias directas. Sin embargo, también acordamos con estos autores en que conocer las concepciones de los estudiantes resulta útil para la inclusión de estas controversias tecnocientíficas en diseños didácticos áulicos.

Respecto a los medios de información, los alumnos reconocen a la escuela como el medio más utilizado para informarse en relación a estas temáticas. De manera que se podría esperar que propuestas educativas concretas referidas a la Biotecnología tengan un impacto en las concepciones y actitudes de los estudiantes.

Por último a partir de la comparación de las respuestas en función de las instituciones, consideramos que los alumnos con formación específica en Biotecnología pueden construir una concepción tradicional del término. Por lo tanto creemos que resulta necesaria la incorporación de esta temática en las aulas a fin de que los estudiantes puedan participar en debates públicos a partir de opiniones fundamentadas con conocimientos científicos y no en sensacionalismos promovidos por los medios de comunicación.

Agradecimientos

Esta investigación ha sido financiada por la Secretaría de Ciencia y Técnica de la Universidad Nacional de Córdoba (SECYT) y el Consejo Nacional de Investigaciones Científicas y Técnicas de Argentina (CONICET).

Referencias bibliográficas

Aznar Cuadrado, V. (2000). ¿Qué sabemos sobre Biotecnología?. *Alambique*, 25, 9-14.

Blythe, T. y D. Perkins (1994). Putting understanding up front. *Educational Leadership*, 51, 5.

Cabo H.; Mirón E. y C. Jurado (2006). Opiniones e intenciones del profesorado sobre la participación social en ciencia y tecnología. El caso de la biotecnología. *Revista Eureka. Enseñanza y Divulgación de las Ciencias*, 3, 3, 349-369.

Colás Bravo, P. y L. Buendía Eisman (1992). *Investigación Educativa*. Sevilla: Alfar.

Dawson V. y R. Schibeci (2003). Western Australian high school students' attitudes towards biotechnology processes. *Journal of Biological Education*, 38, 1, 7-12.

Dori, Y.J.; Tal, R.T. y M. Tsaushu (2003). Teaching biotechnology through case studies - Can we improve higher order thinking skills of nonscience majors?. *Science Education*, 87, 767-793.

Ekborg, M. (2008). Opinion building on a socio-scientific issue: the case of genetically modified plants. *Journal of Biological Education*, 42, 2, 60-65.

Ezquerro, A. (2003). ¿Podemos aprender ciencia con la televisión?. *Educatio Siglo XXI*, 20-21, 117-141.

Flores, V.S. y A.J. Tobin (2003). Genetically Modified (GM) Foods & teaching critical thinking. *The American Biology Teacher*, 65, 3, 180-184.

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

Lock, R. (1996). Biotechnology and Genetic Engineering: Student Knowledge and Attitudes: Implications for Teaching Controversial Issues and the Public Understanding of Science. En G, Welford; J, Osborne y P, Scott (Eds.), *Research in Science Education in Europe. Current issues and themes* (pp. 229-242). London: Falmer Press.

Merino, G. (1998). *Enseñar Ciencias Naturales en el Tercer Ciclo de la EGB*. Buenos Aires: Aique.

National Science Education Standards (1996). Washington D.C.: National Research Council, National Academy Press.

Pedrancini, V.D.; Corazza-Nunes, M.J.; Bellanda Galuch, M.T.; Olivo Rosas Moreira, A.L. y A.C. Ribeiro (2007). Ensino e aprendizagem de Biologia no ensino médio e a apropriação do saber científico e biotecnológico. *Revista Electrónica de Enseñanza de las Ciencias*, 6, 2: 299-309.

Pedrancini, V.D.; Corazza-Nunes, M.J.; Bellanda Galuch, M.T.; Olivo Rosas Moreira, A.L. y W.M de Carvalho Nunes (2008). Saber científico e conhecimento espontâneo: opiniões de alunos do ensino médio sobre transgênicos. *Ciência & Educação*, 14, 1, 135-146.

Pro Bueno, A. y A. Martínez (2005). ¿Qué ciencia ve nuestra sociedad?. *Alambique*, 43, 37-48.

Sarquis, A. (2003). *Consultas sobre biotecnología en la Argentina. Proyecto SAGPYA UNEP-GET*. Buenos Aires: Ministerio de Agricultura, ganadería, Pesca y Alimentos de la Nación Argentina.

Simonneaux, L. (2000). A study of pupils' conceptions and reasoning in connection with 'microbes', as a contribution to research in biotechnology education. *International Journal of Science*, 22, 6, 619-644.

Vázquez A. y M. Manassero (2004). Imagen de la ciencia y la tecnología al final de la educación obligatoria. *Cultura y Educación*, 16, 4, 385-398.

Anexo 1: Encuesta aplicada a los estudiantes

Nombre de tu Escuela:

Indica brevemente qué entiendes por Biotecnología

Indica con una cruz (X) cuál crees que es la relación de los siguientes ítems con el concepto de Biotecnología:

Enunciado	Muy relacionado	Medianamente relacionado	Poco relacionado	Nada relacionado
Clonación				
Producción de harina				
Vacunas				
Ingeniería genética				
Elaboración de Yogurt				
Medicamentos transgénicos				
Elaboración del pan				
Cultivo de trigo				

Indica con una cruz (X) cuál crees que es la probabilidad de que la biotecnología produzca las siguientes enfermedades:

Enunciado	Muy relacionado	Medianamente relacionado	Poco relacionado	Nada relacionado
Inmunidad a antibióticos				
Alergias				
Cáncer				
Afecciones respiratorias				
Mutaciones genéticas				
Malformaciones				
Abortos				
Afecciones digestivas				

Indica con una cruz (X) cuál crees que es la probabilidad de que los siguientes ítems puedan derivar de productos genéticamente modificados:

Enunciado	Muy relacionado	Medianamente relacionado	Poco relacionado	Nada relacionado
Galletas				
Yogurt				
Choclo				
Arvejas envasadas				
Carne vacuna				
Kivi				
Puré de tomate				
Milanesa de soja				

Choclo envasado				
Tomate				

¿Crees que es necesario que se adicione información en las etiquetas de los productos alimenticios cuando éstos han sufrido algún tipo de mejoramiento genético? ¿por qué?

En el momento de comprar algún alimento ¿observas lo que dice la etiqueta? ¿por qué?

Indica con una cruz (X) la frecuencia en la que crees que se debería utilizar la Biotecnología para cada una de las siguientes actividades:

Actividades	Muy frecuente	Medianamente frecuente	Poco frecuente	Nada frecuente
En el mejoramiento de plantas				
En células embrionarias humanas				
Para la producción de nuevos medicamentos farmacéuticos				
Para diagnosticar o tratar enfermedades				
Para el mejoramiento de la producción ganadera o lechera				
Para determinar niveles de contaminación				
Para fertilizaciones in-vitro				
Para la generación de nuevos microorganismos				

¿Estarías de acuerdo en que si una persona no puede tener hijos, se le realice una fertilización in-vitro? ¿por qué?

¿Crees que la Biotecnología podrá solucionar el hambre del mundo? ¿por qué?

Indica con una cruz (X) la frecuencia en la que utilizas los siguientes medios de comunicación para informarte sobre Biotecnología:

Medios	Muy frecuente	Medianamente frecuente	Poco frecuente	Nada frecuente
Películas				
Escuela				
Revistas				
Internet				
TV				
Diarios				
Amistades				
Radio				
La familia				
Otros				