



Revista Iberoamericana de Ciencia, Tecnología y Sociedad
- CTS

ISSN: 1668-0030

ISSN: 1850-0013

secretaria@revistacts.net

Consejo Nacional de Investigaciones Científicas y Técnicas
(CONICET)
Argentina

Vilouta Rando, Nicolás

¿De qué hablamos cuando hablamos de OGM? Las múltiples y contradictorias maneras de presentar una controversia sociocientífica en la escuela secundaria *

Revista Iberoamericana de Ciencia, Tecnología y Sociedad
- CTS, vol. 18, núm. 52, 2023, Enero-Marzo, pp. 117-144
Consejo Nacional de Investigaciones Científicas y Técnicas (CONICET)
Buenos Aires, Argentina

Disponible en: <https://www.redalyc.org/articulo.oa?id=92478143006>

- ▶ [Cómo citar el artículo](#)
- ▶ [Número completo](#)
- ▶ [Más información del artículo](#)
- ▶ [Página de la revista en redalyc.org](#)

redalyc.org

Sistema de Información Científica Redalyc
Red de revistas científicas de Acceso Abierto diamante
Infraestructura abierta no comercial propiedad de la academia

**¿De qué hablamos cuando hablamos de OGM?
Las múltiples y contradictorias maneras de presentar
una controversia sociocientífica en la escuela secundaria ***

**Do que falamos quando falamos de OGM?
As muitas e contraditórias maneiras de apresentar
uma controvérsia sócio-científica no ensino médio**

***What We Talk About When We Talk About GMOs.
The Multiple and Contradictory Ways of Portraying
a Socio-Scientific Issue in High School Education***

Nicolás Vilouta Rando  **

Frente a la diversidad de formas de describir la controversia sociocientífica en torno a los organismos genéticamente modificados (OGM), se estudiaron las distintas caracterizaciones de dicha controversia que conviven en el contexto de una asignatura de la escuela secundaria de la provincia de Buenos Aires, Argentina. La investigación se basó en un abordaje cualitativo, que indagó en el modo de plantear la controversia en tres instancias curriculares distintas: el diseño curricular de la asignatura, la capacitación docente oficial ofrecida por el Estado provincial y una capacitación sobre biotecnología ofrecida por un programa educativo privado. Los resultados permiten señalar la gran flexibilidad con que la cuestión sobre los OGM puede ser interpretada y planteada en distintas instancias curriculares asociadas a una misma asignatura, así como la influencia que en esto poseen los distintos actores involucrados y su posición en torno a la temática. Así, el ámbito educativo pareciera ser un campo de batalla donde diversos actores que participan de una controversia sociocientífica despliegan sus posturas e intereses, no solo a través de argumentos explícitos, sino también en el modo más sutil de buscar imponer una determinada caracterización de la controversia.

117

Palabras clave: controversias sociocientíficas; escuela secundaria; biotecnología

* Recepción del artículo: 18/04/2021. Entrega de la evaluación final: 03/09/2021. El artículo pasó por una instancia de corrección y reevaluación.

** Doctor en ciencia y tecnología por la Universidad Nacional de Quilmes (UNQ), Argentina. Integrante del Instituto de Estudios Sobre la Ciencia y la Tecnología de UNQ. Correo electrónico: viloutar@gmail.com.

Diante da diversidade de formas de descrever a polêmica sócio-científica em torno dos organismos geneticamente modificados (OGM), foram estudadas as diferentes caracterizações dessa polêmica que coexistem no contexto de uma disciplina de ensino médio na província de Buenos Aires, Argentina. A pesquisa teve como base uma abordagem qualitativa, que investigou a forma de levantar a polêmica em três instâncias curriculares distintas: o desenho curricular da disciplina, a formação oficial de professores oferecida pelo Estado provincial e uma formação em biotecnologia oferecida por um programa educacional privado. Os resultados permitem apontar a grande flexibilidade com que a questão dos OGM pode ser interpretada e levantada em diferentes instâncias curriculares associadas a uma mesma disciplina, bem como a influência que os diferentes atores envolvidos têm e seu posicionamento sobre o assunto. Assim, o campo educacional parece ser um campo de batalha onde diversos atores que participam de uma polêmica sócio-científica expõem suas posições e interesses, não só por meio de argumentos explícitos, mas também da forma mais sutil de buscar impor uma certa caracterização da polêmica.

Palavras-chave: controvérsias sócio-científicas; escola secundária; biotecnologia

Given the diversity of ways for describing the socio-scientific issues around genetically modified organisms (GMOs), this article studies the different characterizations of this controversy coexisting in the context of the curriculum of a high school in the province of Buenos Aires, Argentina. The research was based on a qualitative approach that investigated the variety of ways for describing the controversy in three different curricular instances: the curriculum design, the official teacher training course offered by the provincial government and a teacher training course on biotechnology offered by a private educational program. The results allow us to point out the great flexibility with which the question about GMOs can be interpreted and described in different curricular instances within the same class, as well as the influence that the different actors involved and their stands have on the issue. Thus, the educational field seems to be a battlefield where various actors who participate in socio-scientific issues display their positions and interests, not only through explicit arguments, but also in the subtlest way possible of seeking to impose a certain characterization of the controversy.

Keywords: socio-scientific issues; high school education; biotechnology

Introducción

En las últimas décadas, la discusión en torno a los impactos que la ciencia y tecnología tienen sobre la sociedad y el medioambiente ha atraído el interés de la didáctica de las ciencias (Moreno & Liso, 2012), llevando a considerar el abordaje de las controversias sociocientíficas (CSC) como un componente fundamental de la educación científica (Ratcliffe & Grace, 2003). Existe gran cantidad de estudios que no solo las destacan por su capacidad para comprender las implicaciones sociales de la ciencia y tecnología, sino también para contextualizar la enseñanza de la naturaleza de la ciencia (Karan & Zeidler, 2017), permitir una educación moral y en valores (Fowler, Zeidler & Sadler, 2009), mejorar el proceso de toma de decisiones informada (Ratcliffe y Grace, 2003) y desarrollar el pensamiento crítico (Solbes, 2013).

El abordaje dominante de los estudios sobre CSC suele apoyarse en el reporte de la implementación de unidades didácticas que buscan promover el desarrollo de alguno de los aspectos recién mencionados (España & Prieto, 2009). Creemos que es fundamental destacar el surgimiento de enfoques complementarios, que analizan de qué manera estas son caracterizadas e interpretadas en contextos concretos de enseñanza y aprendizaje (Puig & Alexandre, 2015; Ángel Bermúdez, 2018; Saxena, 2019). En línea con estos trabajos, no pretendemos plantear una manera ideal de abordar una controversia, sino analizar la diversidad de propuestas y abordajes que conviven en un mismo contexto educativo. Y es que muchas veces las discusiones y los debates en torno a una CSC no se limitan a decidir cuál es la mejor solución a la misma, sino que existe un desacuerdo aún más profundo respecto a cuáles son las cuestiones que deberían considerarse problemáticas y cómo se distribuye el consenso científico en torno a ellas (Levinson, 2006).

119

En el presente artículo, nos centraremos en la CSC sobre organismos genéticamente modificados (OGM) y sus diversas caracterizaciones. La misma es una de las CSC de mayor presencia en el panorama educativo actual (Sadler & Zeidler, 2009; Moreno & Liso, 2012; Saxena, 2019) y su propia descripción es objeto de controversia (Thompson, 2014). Acorde con esto, existe una gran variedad de propuestas didácticas que abordan la temática desde ópticas muy distintas (Walker & Zeidler, 2007; García & Occelli, 2012; Massarini & Schnek, 2015; Allchin, 2017). En el caso particular de Argentina, el Consejo Federal de Educación -a través de sus Núcleos de Aprendizaje Prioritarios- plantea dicha controversia como uno de los temas fundamentales de enseñanza del área de biología (Consejo Federal de Educación, 2012). Sin embargo, los documentos nacionales no ofrecen caracterización alguna de la controversia ni dan mayores detalles de las problemáticas particulares que involucraría su abordaje. En la provincia de Buenos Aires, el debate sobre OGM es una de las CSC en torno a las cuales se estructura una asignatura del último año de la escuela secundaria, llamada “Biología, Genética y Sociedad” (BGyS).

Teniendo en cuenta el carácter particularmente complejo que encarna el planteo de la controversia, este trabajo tiene como objetivo identificar y caracterizar la diversidad de maneras con que la CSC sobre OGM es descrita en el espacio curricular de la asignatura BGyS, y cómo influyen en su caracterización los actores que participaron en su construcción. El estudio se sirve de la triangulación de datos provenientes del

análisis documental, entrevistas semiestructuradas y observaciones de clase, que abarcan tres instancias curriculares distintas: el diseño curricular de la asignatura BGyS, la capacitación oficial que imparte el Estado para sus docentes y una capacitación docente ofrecida por un programa educativo privado.

Las preguntas específicas que se buscaron responder son: i) ¿de qué maneras es caracterizada la controversia sociocientífica en torno a los OGM en la materia BGyS?; y ii) ¿qué actores intervienen en dicha caracterización y cómo influyen sus posturas respecto a la controversia?

1. OGM, un problema retorcido

Existe un acuerdo más o menos establecido en definir a las CSC como aquellas problemáticas que tienen una base en la ciencia e involucran frecuentemente conocimiento científico de frontera; involucran también la formación de opinión y la toma de decisiones a nivel personal y social; frecuentemente son difundidas por medios de comunicación que tienen sus propios intereses alrededor del tema; lidian con información incompleta y/o conflictiva; comprenden dimensiones locales, nacionales y globales; involucran análisis del tipo costo-beneficio, donde el riesgo interactúa con los valores; y sus resoluciones comprenden razonamientos éticos y morales (Ratcliffe & Grace, 2003).

120

A lo largo de la literatura pueden encontrarse diversas clasificaciones que diferencian entre distintos tipos de CSC (Hodson, 2011; Levinson, 2006; Ratcliffe & Grace, 2003; Van Rooy, 1997). Sin embargo, estas tipificaciones suelen solaparse entre sí y mezclar dos criterios que creemos importante distinguir: el ámbito y el objeto de disputa de la controversia. En cuanto al objeto de disputa -es decir, la problemática en torno a la cual gira una CSC-, podemos distinguir entre las controversias científicas y las controversias basadas en la ciencia (Brante, 1993). Las primeras involucran el desacuerdo en torno a la validez del conocimiento científico, pudiendo nombrarse como ejemplo las discusiones en torno a la estabilidad de las construcciones genéticas de los organismos transgénicos y la posibilidad de que estos contaminen otras especies. En cambio, en las controversias basadas en la ciencia, la principal fuente de desacuerdos no es el conocimiento científico, sino los aspectos éticos, políticos, sociales y económicos que surgen como consecuencia de evaluar el impacto de la ciencia y tecnología en la sociedad. Ejemplo de esto sería el debate en torno a la inercia tecnológica y el modelo económico promovido por el uso de cultivos transgénicos, o bien los debates en torno a la propiedad intelectual del material genético. Una misma CSC puede involucrar ambos tipos de problemáticas, como muestran los ejemplos recién dados, todos derivados de la controversia en torno a los OGM (Saxena, 2019).

Por otra parte, también podemos distinguir a las CSC en función del ámbito donde se despliegan. En base a este criterio es posible diferenciar entre las controversias ampliadas -o públicas- y las controversias internas al campo científico (Aibar, 2002; Pellegrini, 2013). Si bien por la propia definición de CSC, estas son de naturaleza pública, no todas involucran una controversia que divida a la comunidad de expertos científicos. En el caso de los OGM, durante los últimos años del siglo XX y primeros

del XXI tuvieron lugar varias discusiones en torno a la seguridad de distintos cultivos transgénicos, que se desarrollaron tanto en el ámbito público como en el científico, a través de una serie de casos de amplia resonancia, como el del científico Pusztai y la papa transgénica en Reino Unido; la mariposa monarca y los efectos de la toxina Bt; o la contaminación de maíz mexicano por variedades transgénicas.¹ Si bien -al poco tiempo de surgir- dichas controversias fueron clausuradas al interior del campo científico, se trasladaron y cobraron mayor resonancia en la arena pública, a través de los medios de comunicación y diversos grupos ambientalistas, permaneciendo como controversias públicas (Pellegrini, 2013). Sin embargo, aún hoy existen declaraciones y estudios contradictorios que discuten sobre el consenso de la comunidad científico en torno a la seguridad de los OGM (Nicolia *et al.*, 2014; Krinsky, 2015).

Al igual que con los argumentos y posicionamientos en torno a una CSC, la identificación de sus problemáticas y ámbitos de despliegue también dependen directamente de los intereses y creencias de quien la describe (Levinson, 2006). De esta manera, es común entre los opositores a los OGM plantear la controversia en términos esencialistas, donde los cultivos transgénicos son conceptualizados como entidades autónomas y una fuente de riesgo y peligro inherente, independientemente de las características particulares del organismo, sus modificaciones o el contexto en el cual se presente (Pellegrini, 2013; Allchin, 2017; Harker, 2015). El carácter natural o no natural de dichos cultivos suele ser uno de los principales ejes en torno al cual estos grupos plantean el debate (Allchin, 2017). En cuanto al ámbito de discusión, quienes se oponen a los OGM suelen señalar que la controversia involucra una discusión en el seno de la comunidad científica, a la cual se describe como simétricamente dividida en torno a estas problemáticas (Seethaler, 2009; Harker, 2015). En contraste, aquellos actores interesados en defender la producción y utilización de OGM suelen negar la existencia de toda controversia (Levidow, 1997; Mueller & Zeidler, 2010), o bien consideran que tanto las problemáticas en ella involucradas y el ámbito de despliegue son externos a la ciencia, teniendo sus raíces en la falta de un mayor y mejor conocimiento científico (Levidow, 1997; Banchemo, 2001; Pellegrini, 2007).

121

Por esta complejidad, Thompson (2014) se ha referido a la discusión en torno a la ingeniería genética como un “problema retorcido”, ya que pone valores importantes en juego, los hechos están envueltos en incertezas, las alternativas y perspectivas son incompatibles entre sí y -lo que nos interesa destacar en el presente trabajo- no existe ni siquiera un acuerdo fundamental sobre cuál es el problema.

2. Biología, genética y sociedad: las controversias como eje estructurante

“Biología, Genética y Sociedad” es una asignatura que se dicta desde 2012 en el 6° año de la Escuela secundaria Orientada en Ciencias Naturales de la provincia de Buenos Aires. Se encuadra dentro de la reforma que dio lugar a la nueva escuela

1. Para un análisis detallado de estos casos, véase Pellegrini (2013).

secundaria, impulsada por la Ley de Educación Nacional N° 26.206 y la Ley de Educación Provincial N° 13.688, sancionadas en 2006 y 2007, respectivamente.

El principal documento institucional que orienta a las y los docentes para abordar BGyS en las aulas es su diseño curricular, que da cuenta de sus contenidos, así como de sus objetivos y modos de enseñanza. Desde 2011, año de su publicación, el diseño no ha sufrido modificaciones. Esta estructura en tres ejes temáticos pretende abordar tanto contenidos disciplinares como metacientíficos, tomando como contexto de enseñanza distintas CSC relacionadas a la genética y biotecnología. Los ejes temáticos en cuestión son “Herencia, identificación de personas y filiación”, “Clonación y células madre” y “Biotecnología y producción agropecuaria”. Entre sus objetivos principales, busca que los alumnos:

“(…) recorran un trayecto que vaya (...) de concebir los nuevos desarrollos de a la producción científica y tecnológica –en particular a la biotecnología– como conocimientos neutrales e inherentemente progresivos, a valorarlos contextualmente, considerando sus alcances y limitaciones, riesgos y beneficios” (DGCyE, 2011, p. 87).

De esta manera, la materia se alinea también con los Núcleos de Aprendizaje Prioritarios del Consejo Federal de Educación, que resaltan la importancia de las controversias al determinar que la escuela debe promover:

122

“(…) la identificación e implicación en problemas científicos actuales de relevancia social y significativos para los estudiantes, como los vinculados al ambiente y la salud, utilizando conocimientos científicos a partir de una reflexión crítica y un abordaje propositivo” (Consejo Federal de Educación, 2012, p. 2).

Teniendo en cuenta esto y que BGyS se inserta en el último año de la Escuela Secundaria Orientada en Ciencias Naturales, la materia combina dos objetivos complementarios que buscan otorgar una formación científica y humanística: por un lado, tiene un propósito propedéutico -es decir, debe preparar al alumnado para una inclusión en el mundo del trabajo y los estudios en el área de ciencias naturales-, y al mismo tiempo debe fortalecerlos como ciudadanos independientes y críticos, capaces de tomar decisiones y participar del ámbito democrático (DGCyE, 2011). A partir de este segundo aspecto, se otorga un importante énfasis al tratamiento de controversias y -entre ellas- a la que gira en torno a los OGM, que atravesará todo el tercer eje temático de la materia.

Lejos de considerarse a las controversias solamente como vehículos de contenidos disciplinares, estas parecieran ocupar un lugar central en el desarrollo de BGyS. Es así que se considera que la materia debe permitir la participación de los alumnos en las “principales problemáticas científico-tecnológicas contemporáneas, sus procesos de construcción y sus controversias” (DGCyE, 2011), de modo que puedan involucrarse de una manera informada y así tomar decisiones en torno a estas. Para ello, considera

como principal herramienta la democratización del conocimiento científico, pero aclarando que esto:

“(…) no significa que todos los ciudadanos conozcan en detalle las últimas y más sofisticadas teorías científicas. Se trata, más modestamente, de garantizar mediante la educación, la posibilidad de acceder al conocimiento necesario y suficiente para discernir sobre las cuestiones que entran en juego en la toma de decisiones personales y al definir políticas en ciencia y tecnología. De este modo, los ciudadanos y ciudadanas pueden optar lúcidamente entre distintas opiniones expertas” (DGCyE, 2011, p. 83).

De esta manera, la propuesta del diseño y su idea de democratización de la ciencia se aleja de una visión positivista de la controversia, según la cual la educación científica debe permitir al ciudadano participar de la toma de decisiones, dotándolo del manejo en profundidad de los conocimientos científicos y tecnológicos involucrados en la discusión, y así poder evaluar autónomamente la información científica. Por el contrario, la materia no niega la asimetría de conocimiento entre expertos y ciudadanos, sino que parte de reconocerla y adopta una visión constructivista de la controversia, según la cual el conocimiento de segundo grado sobre la ciencia es más importante para la toma de decisiones que la evaluación autónoma de la evidencia a través de una profunda comprensión del conocimiento científico. Sin embargo, esto no significa que el conocimiento disciplinar no sea considerado importante, sino que su enseñanza es también considerada fundamental para la comprensión de las controversias (DGCyE, 2011).

123

A pesar de la importancia que la asignatura otorga a la controversia sobre OGM, su abordaje suele estar marginalizado en las aulas, ya sea evitando su discusión o bien dedicándole poco tiempo de clase (Vilouta Rando & Pellegrini, 2018; Vilouta Rando, 2019). Cuando se aborda, dicha controversia suele ser presentada de maneras muy distintas, en función de las problemáticas que se destacan y ámbitos donde se las despliega. Estas diversas conceptualizaciones de la controversia están fuertemente influidas por las capacitaciones tomadas por las docentes y el uso del material didáctico que estas y el diseño curricular les facilitan (Vilouta Rando, 2019). De esta manera, consideramos importante explorar estas instancias curriculares relacionadas a la materia y la diversidad de conceptualizaciones sobre los OGM que allí se despliegan.

3. Metodología

La presente investigación es de carácter cualitativo (Taylor & Bogdan, 1987) y busca indagar en las concepciones e interpretaciones que existen en torno a la CSC sobre OGM en distintas instancias curriculares de la materia BGS. Para esto, se recurrió principalmente al análisis documental (Moreno, 2003), triangulando los datos así obtenidos a través de la realización de entrevistas semiestructuradas y observaciones de clases.

Una de las instancias abordadas comprendió el diseño curricular de la materia, realizándose un análisis documental de este, donde se buscó identificar a los actores, argumentos y tipo de problemáticas señaladas, así como los ámbitos en los que estos son desplegados. Para esto se tuvo en cuenta la categorización presente en el apartado teórico. Además, también se realizaron dos entrevistas semiestructuradas, una a las autoras del diseño y otra a la coordinadora de biología de la Dirección de Gestión Curricular de Secundaria de la provincia de Buenos Aires. Durante las entrevistas se buscó indagar el proceso y dinámica de construcción de la materia, así como la concepción que poseían sobre la controversia en torno a los OGM. También se recurrió al análisis del diseño curricular y de las versiones y los borradores previos y a otros trabajos de las autoras que permitieron profundizar y comprender mejor su conceptualización de la controversia.

Similar procedimiento se siguió para analizar las instancias de capacitación relacionadas con la materia. Las capacitaciones seleccionadas para su análisis fueron elegidas en base a la afinidad y relación con los temas de la materia, junto al hecho de ser ambas capacitaciones nombradas y referenciadas continuamente por docentes de la materia (Vilouta Rando, 2019). Las capacitaciones en cuestión fueron la otorgada por la asociación civil ArgenBio -a través de su programa educativo Por Qué Biotecnología- y la capacitación de servicio impartida desde la Dirección General de Cultura y Educación (DGCyE) desde los Centros de Capacitación, Información e Investigación Educativa (CIIE) de todos los distritos de la provincia, titulada "Introducción al diseño curricular de Biología, Genética y Sociedad".

124

Para abordar la capacitación de los CIIE se realizó un análisis documental del proyecto y el guion de la capacitación y una entrevista semiestructurada a la coordinadora de la realización de dicha capacitación -la encargada del área de biología de la Dirección de Capacitación de la DGCyE- buscando en ambos casos identificar las controversias sociocientíficas abordadas y su caracterización. También se realizó una entrevista semiestructurada a una de las capacitadoras encargadas de dar el curso en los CIIE, buscando indagar de qué manera los aspectos ya señalados eran tratados durante las capacitaciones. Para el caso de Por Qué Biotecnología, se realizó una observación de clase de la capacitación y se realizó una entrevista semiestructurada a la capacitadora encargada de ella, como también a la directora del programa. Tanto en las entrevistas como en la capacitación se indagó sobre el modo de abordar las controversias, la caracterización que presentaban de las mismas y los rasgos más generales del programa de capacitación. Además, también se analizó el material didáctico ofrecido por el programa.

4. Resultados

4.1. Diseño curricular de BGyS

Para el abordaje de la CSC sobre OGM, el diseño curricular de BGyS propone como estudio de caso la producción de soja transgénica resistente a glifosato. Sin embargo, dicho caso no es descrito en el documento, cuya sección de fundamentación teórica se centra -en términos más generales- en la controversia en torno a todos los cultivos

transgénicos, con foco en los riesgos e impactos ambientales y a la salud, así como si dichos cultivos pueden ser considerados como sustancialmente equivalentes² a los mejorados con técnicas tradicionales. Estas dos cuestiones están estrechamente relacionadas en la argumentación que hacen ambas partes del debate y cuyas posiciones el diseño describe. Quienes destacan las ventajas de los OGM son identificados como “científicos que promueven la creación de OGM” (DGCyE, 2011, p. 96) o bien de manera genérica como “defensores”, sin otra especificación. Estos consideran que las técnicas de la ingeniería genética no difieren de las tradicionales, lo que les permite desestimar “la existencia de riesgos adicionales asociados a las nuevas tecnologías” (DGCyE, 2011, p. 96) y reclamar que los riesgos -como la alergenicidad- deberían ser evaluadas por igual en todos los cultivos, sin importar su modo de obtención. Otro argumento a favor de los transgénicos es la gran cantidad de estudios exhaustivos por los que pasan, que permiten descartar toda posibilidad de escape genético. Finalmente, también destacan sus ventajas, tanto a nivel nutricional como productivo, que generan un beneficio directo a la sociedad.

Entre quienes mantienen una oposición a la utilización de cultivos transgénicos, son señalados científicos, especialistas y ONG que poseen “una perspectiva ecológica y evolutiva” (DGCyE, 2011, p. 97). Estos señalan las preocupaciones por la falta de control sobre los OGM y consideran que las manipulaciones que sufren son “radicalmente diferentes a los procedimientos tradicionales” (DGCyE, 2011, p. 96). En consecuencia, lejos de poder considerar a las modificaciones efectuadas como puntuales, advierten que pueden existir cambios no detectables e impredecibles que podrían generar la síntesis de proteínas tóxicas o alergénicas. Otro de los riesgos señalados es el de la contaminación a otras especies o escape genético, que -se ejemplifica- podría generar el surgimiento de malezas resistentes a herbicidas, provocando “consecuencias desastrosas” (DGCyE, 2011, p. 97). Los actores ya mencionados también argumentan que estos productos no traerían ninguna ventaja a los consumidores, sino solamente beneficios económicos a los productores. Finalmente, y en línea con estas críticas, el diseño matiza el argumento del estricto control que se realiza sobre los cultivos transgénicos, aludiendo una desproporción entre la gran cantidad de investigaciones destinadas al desarrollo de nuevos OGM y la sensiblemente menor cantidad de investigaciones independientes que evalúan su impacto y sus riesgos. Si bien el diseño también menciona y sugiere la discusión del monocultivo de variedades transgénicas, la problemática no es desarrollada.

125

En cuanto al ámbito de despliegue de la controversia, la mención de científicos y/o especialistas en ambos lados del debate y de manera aparentemente simétrica permite ubicarla no solamente en el ámbito público, sino también al interior del campo científico. Si bien se menciona la presencia de otros actores -como el Estado, las empresas biotecnológicas, la ciudadanía y las ONG-, sus posiciones y argumentos no están especificados.

2. La equivalencia sustancial es un criterio que se utiliza en la evaluación de cultivos genéticamente modificados y una condición que se considera necesaria para su aprobación. Según este criterio, debe demostrarse que el nuevo cultivo posee -a excepción de la modificación puntual realizada- la misma composición y características que su variante tradicional.

Esta controversia es tratada en diversos textos, capacitaciones y cursos por las autoras, quienes manifestaron haber tenido un gran nivel de libertad para realizar el diseño.³ La conceptualización de la controversia es muy similar a la planteada por ellas en otras propuestas educativas de su autoría (Curtis *et al.*, 2008; Massarini & Schnek, 2015). De hecho, la mayor parte de la fundamentación del tercer eje -que se encarga de abordar la controversia recién descrita- es una transcripción casi literal del libro de texto Biología (Curtis *et al.*, 2008), coescrito por las autoras. Además, las autoras también entienden al debate sobre OGM fundado en una controversia interna al ámbito científico, en el que se enfrentarían dos modelos de la biología: el discurso de acción de los genes y el paradigma de la complejidad (Massarini & Schnek, 2015). El primero sería la postura hegemónica dentro de la biología y considera a la genética y la biología molecular como la fuente última de explicación de los fenómenos biológicos, enfrentándose al segundo enfoque, que entiende todo proceso biológico como complejo e irreductible a uno solo de sus aspectos, necesitándose prestar atención a todos los niveles de organización -genético, molecular, celular, orgánico, dérmico y ecosistémico- y, así, a la gran diversidad de subdisciplinas de la biología (Folguera, Carrizo & Massarini, 2014; Massarini & Schnek, 2015). De esta manera, quienes destacan las ventajas e inocuidad de los OGM responderían al discurso de acción de los genes, mientras aquellos preocupados por sus riesgos y diferencias sustanciales lo hacen sustentados en el paradigma de la complejidad (Folguera *et al.*, 2014; Massarini & Schnek, 2015).

126

En algunos de sus trabajos, las autoras toman una postura explícita y alineada al discurso de rechazo hacia los OGM (Massarini & Schnek, 2015). Y es que las autoras también son participantes activas de la controversia, a través de diversas entrevistas, notas periodísticas y de divulgación, artículos científicos y la participación en grupos involucrados activamente en la controversia (Massarini, 2007; Massarini & Carrasco, 2013; Folguera *et al.*, 2014; Clase de ciencia, 2015; Arancibia *et al.*, 2018). La postura de las autoras hacia los cultivos transgénicos coincide, punto por punto, con los argumentos en contra de los OGM planteados en el diseño de BGyS (Massarini, 2007; Clase de Ciencia, 2015; Massarini & Schnek, 2015).

Si bien la postura de las autoras -a pedido de la coordinadora de la materia-⁴ no es explicitada en el diseño curricular, esta puede vislumbrarse en el modo de presentar la controversia. En primer lugar, el planteo simétrico del desacuerdo entre especialistas, sugiriendo una controversia al interior del campo científico, está asociado -como señalamos antes- a posturas de rechazo a los OGM. La propuesta de controversias ya clausuradas para discutir sobre los riesgos de los OGM puede encontrarse en otros trabajos de las autoras, donde se desglosan los casos de la mariposa monarca y la toxina Bt, la contaminación genética de maíz tradicional mexicano por maíz transgénico (Massarini *et al.*, 2015) y el caso de Pusztai y la papa transgénica (Curtis *et al.*, 2015), que son tratadas como controversias científicas aún sin resolver (o incluso como pruebas fehacientes sobre la nocividad de todo OGM). En segundo lugar, el planteo

3. Alicia Massarini y Adriana Schnek, comunicación personal, 11 de junio de 2014.

4. Laura Lacreu, comunicación personal, 14 de agosto de 2015.

de la discusión en términos tan amplios, abarcando de manera indistinta a todos los cultivos transgénicos, también está estrechamente relacionado con las posturas contrarias a los OGM y una perspectiva esencialista, en donde los problemas de estos parecerían ser inevitables e inherentes a la propia tecnología. Es posible encontrar esta postura en la mayoría de los textos e intervenciones de las autoras, que -lejos de limitarse al caso de los cultivos transgénicos- condenan la tecnología que los produce como un todo, ya que consideran que “la transgénesis (...) es una técnica agresiva y peligrosa para el ambiente, la alimentación y la salud” (Clase de Ciencia, 2015). Una de ellas, en la misma línea, expresa que “el problema con esta tecnología es que no puede ser usada para el bien porque está diseñada, pensada y usada para maximizar la ganancia económica. Todo lo demás son daños colaterales” (Viola, 2015).

Por último, otro lugar donde se cuele la postura de las autoras es en la bibliografía específica del eje. Aquí, el único texto sugerido sobre la controversia de los OGM es el libro *El mundo según Monsanto* de Marie Monique Robin, que relata de manera crítica la historia de esa empresa biotecnológica, sus desarrollos tecnológicos y las consecuencias ecológicas y sociales de estos. Entre los principales objetos de crítica se encuentran los OGM producidos por la empresa y utilizados en la agricultura. La mirada sobre los OGM que se transmite en el libro es el de un producto inseguro y perjudicial para la salud y el medioambiente, resultado de negociaciones espurias, intereses económicos y el ocultamiento de información. Dicha imagen de los OGM va más allá del caso específico de los productos de la empresa y se extiende a la totalidad de las creaciones de la genética moderna. La postura del libro no es explicitada por el diseño, ni tampoco se ofrece otro texto con un enfoque alternativo.

127

4.2. Capacitación de la DGCyE

La capacitación ofrecida por la DGCyE para la materia BGyS no contó con la participación de las autoras originales del diseño, a pesar de su manifiesto interés en colaborar.⁵ La misma estuvo a cargo de la Dirección de Capacitación de la DGCyE, que preparó un curso titulado “Introducción al diseño curricular de Biología, Genética y Sociedad”. La preparación de la capacitación fue coordinada por la responsable del área de biología del Equipo Técnico Central (ETC). Este es el encargado de realizar las capacitaciones ofrecidas por la DGCyE, así como de organizar y coordinar a todos los Equipos Técnicos Regionales (ETR), repartidos en cada una de las 25 regiones en que está dividida la provincia de Buenos Aires, a su vez formada cada una por varios distritos.

El curso fue ofrecido y dictado a través de los CIIE, encargados de organizar y desarrollar la oferta de formación continua docente para cada uno de los distritos de la provincia a través de los ETR. La capacitación -la única desarrollada para la materia al día de hoy- tuvo lugar en 2012, un mes antes que BGyS se implemente en las aulas secundarias y su dictado fue obligatoria para todos los CIIE. Una revisión a las ofertas

5. Alicia Massarini y Adriana Schnek, comunicación personal, 11 de junio de 2014.

de capacitación de los CIIE muestra que la gran mayoría de las capacitaciones para BGyS se concentró en su primer año de implementación.

La única controversia que es descrita y desarrollada en el guion y proyecto de la capacitación es la cuestión en torno al arroz dorado (DGCyE, s/f, 2012). El arroz dorado es una variedad de arroz transgénico que tiene la particularidad de producir beta-caroteno, precursor de la vitamina A. De esta manera, se lo promociona como una herramienta para combatir la insuficiencia de vitamina A (IVA), problema endémico de muchos países. Su utilidad y efectividad es objeto de una controversia ampliada, que funciona como una controversia subsidiaria del debate más general sobre transgénicos (Shiva, 2000; Dubock, 2013). El texto en torno al cual la capacitación propone discutir la controversia, plantea la problemática de la utilidad y consecuencias de la utilización del arroz dorado. Lejos de presentar la controversia desde una postura imparcial, adopta una posición abiertamente opuesta al desarrollo, planteando todos sus argumentos en esta dirección. Así, considera que el arroz dorado no es una solución a la desnutrición, pudiendo incluso agudizarla, señalando que la IVA suele estar acompañada por la insuficiencia de muchos otros nutrientes para los que el arroz dorado no ofrece ninguna solución. Teniendo esto en cuenta, considera que la creación es propuesta desde un enfoque de “remiendo” (DGCyE, s/f, p. 3) que solo busca justificar el sistema agropecuario vigente, que desplazó una gran variedad de cultivos por unos pocos económicamente rentables. El texto considera que “el ‘arroz dorado’ se ha convertido en la oportuna y perfecta herramienta de relaciones públicas que tanto necesitaban los promotores de la ingeniería genética” (DGCyE, s/f, p. 3; DGCyE, 2012). Finalmente, también cuestiona la utilidad real que tendría la innovación, para lo cual aduce la dificultad de la gran cantidad de patentes involucradas en su desarrollo que pertenecen a distintas empresas biotecnológicas, advirtiendo que el arroz dorado “es en gran medida un producto de las empresas privadas” (DGCyE, s/f, p. 3; DGCyE, 2012, p. 3). Debe señalarse que en ningún lugar del documento es aclarada la autoría del texto, y este es la única fuente que ofrece la capacitación para tratar la controversia.

128

Es posible comprender la postura del texto al rastrear su origen y advertir que es una adaptación a un artículo más extenso publicado por GRAIN (2000), una organización internacional con una activa oposición a la implementación del arroz dorado (Dawe y Unnevehr, 2007). Así, es posible encontrar en la adaptación del texto casi todos los argumentos principales en que se basan las reacciones negativas al arroz dorado (Dawe y Unnevehr, 2007). GRAIN es una ONG que busca “profundizar el entendimiento público de las fuerzas que moldean los sistemas alimentarios locales y globales y su impacto sobre la seguridad alimentaria y el cultivo de alimentos” (GRAIN, s/f). Sus principales preocupaciones e intereses giran en torno a las causas y consecuencias del modelo agroindustrial, entre las que destaca el control corporativo de la producción de alimentos, los mercados y el comercio, el acaparamiento de tierras, el control de la propiedad intelectual sobre las semillas por parte de las empresas biotecnológicas y la puesta en riesgo de la soberanía alimentaria (GRAIN, s/f). A su vez, los OGM y sus “riesgos inherentes” son uno de los principales objetos de críticas de la ONG, señalándolos como una de las principales causas de las problemáticas recién mencionadas (GRAIN, 2013).

Los documentos de la capacitación no detallan ni describen ninguna otra controversia asociada a los OGM, si bien mencionan el caso de la soja transgénica resistente a glifosato y la producción de proteínas recombinantes. La falta de un mayor desarrollo de las controversias tal vez pueda explicarse en el modo en que la coordinadora de la capacitación conceptúa el diseño curricular de la materia respecto a los contenidos que trata:

“[Los diseños curriculares] son mini-libritos de didáctica de la ciencia. Si un profesor se sienta a leer el diseño y a profundizar sobre algunos temas tiene todo. No es un diseño donde está tirado el contenido, es un diseño donde está cómo enseñar y cómo evaluar... y donde poner el acento. [...] Es decir, si el docente se mete y analiza bien el diseño... tiene todo ahí prácticamente. Y va a un curso donde pueda discutir con sus compañeros algunas cosas y más o menos tiene armada la cuestión” (Marina Gómez, comunicación personal, 14 de octubre de 2014).

De esta manera, la dirección de capacitación pareciera apoyarse en el diseño curricular como fuente de contenidos y mayores especificaciones sobre los temas a tratar en la capacitación. La apertura del guion y la libertad que otorga a los capacitadores pueden ser observadas en el caso que se describirá a continuación, donde se analiza su implementación por una capacitadora.

4.2.1. *La controversia en manos de una capacitadora*

Tatiana⁶ ofició como capacitadora para el curso “Introducción al Diseño Curricular de Biología, Genética y Sociedad” en 2012, como integrante del Equipo Técnico Regional (ETR) de la región 2, correspondiente a los distritos de Avellaneda, Lanús y Lomas de Zamora. Es además profesora de biología de nivel secundario y en 2016 se doctoró en ciencias biológicas, con una tesis sobre biología y procesos biotecnológicos. Desde su ETR no se volvió a ofrecer el curso de capacitación, ni ninguno relacionado directamente con la materia.⁷

Si bien Tatiana considera valiosos el diseño de BGyS y el guion de su capacitación, admite no seguir los mismos a rajatabla, considerando las necesidades y los intereses específicos de los docentes presentes en la capacitación y sus propios intereses, criterios y posturas.

Tatiana manifiesta abordar la discusión en torno al arroz dorado durante sus capacitaciones. Al tratarla, comparte las críticas con el texto de GRAIN respecto a la utilidad del arroz dorado frente a la IVA, mencionando los altos requerimientos que dicho cultivo necesita, la tendencia o agudización del monocultivo que generaría adoptar esta medida y advirtiendo sobre la pobreza nutricional del arroz. En cambio, matiza el problema de la imposibilidad de utilizar las patentes, explicando que es

6. Nombre ficticio para resguardar la identidad de la capacitadora.

7. Tatiana, comunicación personal, 6 de agosto de 2021.

superable. Pero la diferencia más importante con la postura del texto de GRAIN es que no plantea la controversia como una discusión en torno a la validez de los transgénicos en general. De hecho, Tatiana cuestiona directamente este planteo, señalándolo como una de esas cuestiones que:

“(…) se plantean de manera falaz, desde una postura de tercero excluido absoluta: sí a los transgénicos, no a los transgénicos. Y en algún punto nosotros estuvimos justamente trabajando para abrir ese debate: ¿El problema es el transgénico o el problema pasa por otro lugar?” (Tatiana, comunicación personal, 6 de agosto de 2021).

De esta manera, Tatiana no solo toma distancia del texto propuesto por la capacitación, sino también de la postura del diseño curricular, que plantea la controversia sobre OGM desde una perspectiva general. En contraste, Tatiana explica que la segunda cuestión que trabaja al abordar el caso del arroz dorado es:

“(…) esto de poner en tela de juicio si el problema cuando estamos hablando de transgénicos es el monocultivo o el transgénico en sí, y qué quiere decir que algo es transgénico, porque aparte hay una visión demonizadora, en algún punto, que yo creo que está asociada a quién produce los transgénicos, en general, y se traslada desde ahí” (Tatiana, comunicación personal, 17 de julio de 2015).

130

En contraposición, matiza la preocupación por los transgénicos, señalando las modificaciones que a lo largo de la historia sufrieron cultivos como el trigo, mucho más drásticas -explica Tatiana- que el agregado de un gen.

Sin embargo, Tatiana no evita hablar sobre la evaluación de riesgos y beneficios de la transgénesis, pero lo hace desde una perspectiva distinta, considerando que no tiene sentido desarrollar esta discusión de manera general, sino a través de la discusión concreta y contextualizada sobre distintos productos de esta tecnología, enfrentándolos siempre con las alternativas existentes. Para esto, durante las capacitaciones aborda el caso de la producción de hormonas de crecimiento humana a través de organismos transgénicos. Tatiana plantea este caso como ejemplo de productos beneficiosos, buscando orientar la discusión sobre sus riesgos y beneficios considerando sus alternativas. Explica que, antes de la producción de la proteína recombinante, la hormona debía ser extraída de la hipófisis de cadáveres, lo que demostró ser una fuente de diversos trastornos en la salud debido a la presencia de priones en el material cadavérico. Planteando esto, propone entonces que los riesgos en torno a la hormona de crecimiento recombinante deben ser comparados con los riesgos y costos -nada menores en su opinión- que sus alternativas conllevan.

4.3. Capacitación de ArgenBio

ArgenBio es el Consejo Argentino para la Información y el Desarrollo de la Biotecnología y fue creado en 2003 por un conjunto de empresas biotecnológicas, tanto nacionales como multinacionales, involucradas en el desarrollo de semillas transgénicas: BASF,

Bayer, Bioceres, Dow AgroSciences Argentina, Monsanto Argentina, Nidera Semillas, Pioneer Argentina y Syngenta Seeds. El consejo tiene como principal objetivo la comprensión y estímulo de la biotecnología, a través de la divulgación al público en general, la facilitación de información a los medios como fuente de noticias y consulta y la capacitación a profesionales y docentes (ArgenBio, s/f). Para esta última tarea cuenta con un programa educativo llamado Por Qué Biotecnología, a través del cual ofrece una capacitación, principalmente orientada a docentes de secundaria.⁸

Las capacitaciones de Por Qué Biotecnología consisten en un único encuentro de tres horas,⁹ donde se hace una introducción a las principales técnicas de la ingeniería genética, sus aplicaciones y beneficios. Estos encuentros son ofrecidos desde 2003 de manera gratuita, habiendo alcanzado hacia finales de 2020 a 19.518 personas a través de 179 jornadas realizadas en 21 provincias de Argentina (Por Qué Biotecnología, s/f b). La capacitación tuvo el auspicio y fue declarada de interés educativo y cultural por la propia DGCE durante 2004, 2005, 2006, 2007 y 2008 (ArgenBio, 2015). Entre el profuso material didáctico que el programa ofrece a los docentes, se destaca la colección *El Cuaderno*, una serie de 131 cuadernos digitales que abordan distintos aspectos relacionados a la biotecnología, disponibles en el sitio web del programa de manera libre y gratuita.

El objetivo de ArgenBio y de su programa educativo es promocionar el desarrollo y la aceptación de la biotecnología, con especial énfasis en responder “a las preocupaciones que existen sobre los transgénicos” (Por Qué Biotecnología, s/f a), a través de la enseñanza de contenido disciplinar sobre genética y transgénesis. El programa considera que una de las principales causas del rechazo a la biotecnología y a los transgénicos es su carácter novedoso y la consecuente desinformación del público (Por Qué Biotecnología, s/f c). En este sentido, el contenido disciplinar ayudaría a “desasnar” y “desmitificar algunas cuestiones”.¹⁰

131

Además, el material y la capacitación de ArgenBio también buscan destacar los beneficios e impactos positivos de la utilización de cultivos transgénicos, mientras rechazan o minimizan los riesgos comúnmente asociados a estos, como su potencial alergenicidad, la contaminación horizontal y la extensión e invasión de variedades transgénicas por fuera del área de cultivo (Por Qué Biotecnología, s/f d, e, f). También mencionan la problemática del monocultivo y la intoxicación por herbicida, pero consideran que ambas cuestiones dependen de las buenas o malas prácticas agrícolas y no están relacionadas directamente con los OGM. Este tema -explica la directora del programa- “hay que discutirlo, pero no es un tema de ciencia, o de que esto [el cultivo transgénico] no es seguro. Hay que discutirlo en otro ámbito”.¹¹

8. Gabriela Levitus, comunicación personal, 13 de agosto de 2015.

9. Los encuentros fueron presenciales hasta 2020, cuando -a causa de la pandemia de COVID-19- pasaron a modalidad virtual.

10. Capacitadora de Por Qué Biotecnología, comunicación personal, 30 de mayo de 2014.

11. Gabriela Levitus, comunicación personal, 13 de agosto de 2015.

A pesar de la minimización o desligamiento de los riesgos en torno a los OGM -acorde al interés de ArgenBio de difundir y promover la biotecnología- la controversia en torno a los transgénicos no es negada, sino que se la admite e incluso se la aborda. Pero la controversia que describe ArgenBio no da cuenta de una discusión desarrollada en el seno del campo científico ni centrada en las características de los OGM y la transgénesis -sobre los que no reconoce mayores riesgos o problemas-, sino más bien de una lucha en torno al modo en que estos son percibidos por parte de los consumidores.

Como actores que se oponen activamente a los OGM, se menciona a grupos ambientalistas y diversas organizaciones, cuya postura tendría un gran impacto mediático y un amplio alcance a los consumidores (Por Qué Biotecnología, s/f g). Estos, a su vez, son considerados en un rol pasivo y no directamente involucrados en la controversia, ya que las aprensiones en torno a los OGM “son impuestas por otros, en general no se le pregunta a la sociedad lo que piensa”.¹² Los grupos opositores, además, son caracterizados como “cerrados” al diálogo con la comunidad científica (Por Qué Biotecnología, s/f g).

Entre los argumentos utilizados por quienes rechazan los cultivos transgénicos, se señala la revalorización de las costumbres y culturas ancestrales y la amenaza que estas sufren por el desarrollo tecnológico, lo que también conduciría a un rechazo general de la ciencia y tecnología. Estrechamente conectado a esto, también se identifica un argumento en torno a la idea de soberanía alimentaria, entendida como la búsqueda de la autonomía de los pueblos de elegir su modo de agricultura y alimentación, de manera sustentable y segura. La misma -explica ArgenBio- es planteada como alternativa al capitalismo y la globalización, y acompañada de una crítica al ánimo de lucro de las empresas, en especial a las multinacionales extranjeras. Además, también se señala una valorización de “volver a lo natural” y lo “orgánico” en contraposición a la artificialidad que encarnaría todo producto de la biotecnología moderna (Por Qué Biotecnología, s/f g).

Estos argumentos son presentados como faltos de sustento científico y resultado de factores socioculturales que involucran cuestiones ideológicas, políticas y religiosas. Esto, sumado a la apelación a las emociones que los grupos opositores utilizan y sus activas campañas de comunicación, explicarían la difusión de dichos argumentos y el consecuente rechazo a los cultivos transgénicos de cierto sector de la población.

Por otro lado, entre los actores que apoyan el desarrollo de OGM y defienden su seguridad, se señalan a las empresas biotecnológicas, la comunidad científica y el poder político. Mientras las primeras dos se encargarían de realizar innovaciones y desarrollos comerciales, el poder político proveería el marco legal para que estos productos sean aprobados y liberados para su consumo seguro.

12. Gabriela Levitus, comunicación personal, 13 de agosto de 2015.

Sin embargo, el rol principal de la comunidad científica dentro de la controversia es otro, al ser presentada como la fuente de los argumentos inapelables a favor de la seguridad y beneficios de los OGM. Para esto, la comunidad científica suele ser presentada como un solo bloque sin ningún tipo de contradicción o debate interno y se la señala como dueña de un consenso, que permite ubicarla como proveedora del conocimiento y las evidencias necesarias para aceptar los beneficios de los transgénicos y considerar segura su utilización (Por Qué Biotecnología, s/f c, g). También son mencionados organismos científicos internacionales, como la Organización de las Naciones Unidas para la Agricultura y la Alimentación y la Organización Mundial de la Salud, señalando sus conclusiones sobre la seguridad de las técnicas de la ingeniería genética respecto a las prácticas tradicionales (Por Qué Biotecnología, s/f d).

El consenso de la comunidad científica recibe cierta matización, admitiéndose la existencia de estudios científicos que señalan riesgos considerables en los transgénicos, mencionándose explícitamente el caso de Séralini y el maíz transgénico.¹³ Sin embargo, estos estudios son calificados por ArgenBio como “mala ciencia”, la cual consistiría en “profesionales con credenciales médicas y/o científicas [que] difunden noticias que despiertan miedos infundados o exagerados” (Por Qué Biotecnología, s/f g, p. 3). La misma podría reconocerse por sus fallas metodológicas, la retractación posterior de sus artículos y la utilización de procedimientos éticos incorrectos (Por Qué Biotecnología, s/f g). Así, hay una clara diferenciación respecto a lo que ArgenBio considera la “mala ciencia” y “buena ciencia”, identificada esta última como la única portadora de evidencias y procedimientos correctos, lo que permitiría conservar la idea de consenso científico. Su apelación a la racionalidad y a los hechos, explicaría la menor aceptación de esta tecnología en el público lego (Por Qué Biotecnología, s/f g). El enfrentamiento entre racionalidad e irracionalidad como eje de la controversia, y su carácter consecuentemente asimétrico, es resaltado por el propio material del programa, advirtiendo que:

“(…) la discusión no suele darse en un mismo plano. Los científicos argumentan basados en la evidencia y el consenso científico, mientras que los activistas argumentan usualmente desde lo ideológico/político, basados en testimonios y no en consensos o evidencias científicas” (Por Qué Biotecnología, s/f g, p. 7).

Al caso del arroz dorado también se le dedica un cuaderno (Por Qué Biotecnología, s/f h), en el cual no se lo considera un tema controversial. Más bien, es presentado como una solución a la deficiencia de vitamina A y el tema es desarrollado de manera apromblemática. Tanto aquí como en otros materiales, se enfatiza la búsqueda de soluciones puntuales en los transgénicos, y siempre se rechaza el argumento según

13. Gilles-Éric Séralini, biólogo francés de la Universidad de Caen, publicó en 2012 un artículo en una prestigiosa revista científica en donde se concluía que ratas alimentadas con el herbicida RoundUp y maíz transgénico resistente a dicho herbicida tenían una mayor tendencia a desarrollar tumores. Debido a las críticas metodológicas que recibió el artículo, la publicación fue retirada por la revista. En 2014 el artículo fue republicado por otra revista, sin haber pasado por una nueva revisión, lo que reavivó la controversia.

el cual estos permitirían solucionar el problema del hambre, lo que es señalado por los cuadernos como un problema demasiado complejo para una solución tan simple (Por Qué Biotecnología, s/f i, j, k, l). La cuestión de las patentes -aducida por el texto de GRAIN analizado anteriormente- se considera saldada, gracias a la liberación de las mismas por parte de las empresas biotecnológicas que las poseían, permitiendo la obtención gratuita del arroz a las poblaciones que lo necesiten. Otra ventaja señalada, también contrastando con los argumentos de GRAIN, es que con el arroz dorado se posibilita la ingesta de vitamina A sin cambiar las costumbres y metodologías agrícolas de los pueblos que la necesitan, con una gran tradición en el cultivo y utilización de arroz. Así, su desarrollo es considerado la “crónica de un éxito” (Por Qué Biotecnología, s/f h). Durante la capacitación, este caso es puesto como ejemplo de la irracionalidad del rechazo a los cultivos transgénicos, mostrando cómo un ensayo de campo de arroz dorado en Filipinas es destruido por un grupo de activistas. Al respecto, la directora del programa expresa: “¿Dónde está la ciencia? ¿Está acá? No, no estamos hablando de ciencia, estamos hablando de otra cosa”.¹⁴

5. Discusión

Mientras los Núcleos de Aprendizaje Prioritarios mencionan y sugieren el abordaje de la controversia en torno a los OGM, nada dicen sobre su naturaleza y características. Teniendo esto en cuenta, nos interesa señalar la flexibilidad con que la misma puede ser interpretada y planteada en distintas instancias curriculares asociadas a una misma materia que propone su abordaje, así como la influencia que en esto poseen los distintos actores involucrados en cada instancia abordada en la investigación.

134

Para el caso del diseño curricular de BGS, si bien el documento intenta adoptar una postura neutral para describir la controversia, es posible vislumbrar la postura de las autoras -de rechazo a los OGM- en la descripción de la controversia, al plantearlo como un debate sobre los riesgos sanitarios y ambientales de los OGM en términos generales, donde la propia esencia de la transgénesis -y por extensión sus productos- pareciera ser cuestionada. Al mismo tiempo, dicha discusión se plantea como una controversia simétrica e interna al campo científico. Ambas estrategias son comunes de los abordajes que se oponen a la biotecnología (Seethaler, 2009; Pellegrini, 2013; Allchin, 2017; Harker, 2015). Además, el único material bibliográfico que menciona el diseño sobre la controversia es un libro que abiertamente rechaza los OGM.

En contraste a esta conceptualización, ArgenBio despliega la controversia en el ámbito público, pero no al interior del campo científico, donde continuamente se señala la existencia de un amplio consenso respecto a la seguridad y beneficio de los transgénicos. Además, aquí el planteo del enfrentamiento es claramente asimétrico, ubicando del lado de los defensores de los OGM el conocimiento científico, la razón y los hechos, mientras que los grupos opositores son relacionados con actitudes irracionales, emocionales y condicionamientos políticos, culturales e ideológicos. ArgenBio

14. Gabriela Levitus, comunicación personal, 13 de agosto de 2015.

identifica a la percepción negativa de la biotecnología como principal problemática, y la falta de conocimiento del público como su causa. Así, es posible identificar su propuesta educativa un abordaje estructurado en lo que es conocido como modelo del déficit. Dicho modelo entiende que la ignorancia del público sobre ciencia y tecnología dificulta su aceptación, lo que podría subsanarse con la transmisión del conocimiento disciplinar necesario, el cual fluiría de manera unidireccional desde la comunidad científica al público lego (Cortassa, 2012). Coherente con dicho enfoque, el programa propone que una más activa y efectiva campaña de divulgación y comunicación de la ciencia permitiría clausurar la controversia. Dicho enfoque, además, suele ser común para explicar e intentar revertir el rechazo del público hacia la biotecnología (Banchemo, 2001; Pellegrini, 2007), otro de los principales objetivos manifestados por ArgenBio. Esta estrategia también se ha identificado en otros materiales desarrollados por empresas biotecnológicas (Levidow, 1997; Mueller & Zeidler, 2010).

A diferencia del diseño curricular, en las capacitaciones analizadas la controversia se aborda alejada de una postura de distancia analítica y apoyan abiertamente posiciones diametralmente opuestas. Esto es especialmente claro si comparamos el modo en que es tratado el caso del arroz dorado. Por parte de la capacitación provincial, el arroz dorado es considerado un fracaso para combatir la IVA y solo funcionaría como caballo de Troya de las empresas biotecnológicas, que buscan legitimar el uso de OGM. Por Qué Biotecnología, en cambio, considera a la innovación una solución exitosa a la IVA, cuyo único obstáculo es la irracionalidad con la que los grupos opositores atacan su implementación. Esta manera de conceptualizar el arroz dorado, presentándolo como una solución exitosa incluso antes de su implementación, en base a consideraciones eminentemente técnicas y atribuir su falta de aplicación efectiva a cuestiones sociales, políticas e ideológicas, que exceden al arroz dorado, da cuenta de una visión positivista de la ciencia y tecnología, considerándolas independientes de su contexto social. Como explica Wynne (1995), la no problematización de la ciencia y tecnología es un aspecto que suele acompañar al recién mencionado modelo deficitario, en el cual se apoya la capacitación de ArgenBio.

135

La conceptualización y toma de postura en los materiales de ambas capacitaciones pueden entenderse mejor si se tiene en cuenta que ambos tienen su origen en actores directamente involucrados en la controversia. Así, la descripción ofrecida en los documentos de la capacitación es una adaptación de un texto de GRAIN, ONG con una activa oposición a la implementación del arroz dorado y, en general, de todo cultivo transgénico. Dado que la autoría del texto en los documentos de la capacitación no es explicitada y no existe un tratamiento alternativo de la controversia, la capacitación pareciera compartir la postura y argumentos de la ONG. En todo caso, esta es objetivada y no se presenta ningún otro material ni enfoque alternativo de la controversia. Al mismo tiempo, el programa Por Qué Biotecnología pertenece a ArgenBio, asociación civil encargada de divulgar y promover la biotecnología, fundada y financiada por las principales empresas biotecnológicas, con especial interés en la promoción del desarrollo y utilización de los cultivos transgénicos. Acorde con esto, lejos de mantener una postura neutral sobre el tema, ArgenBio se posiciona clara y abiertamente a favor del desarrollo y utilización de los OGM. Pero a diferencia de otros materiales didácticos desarrollados por empresas con intereses en la CSC abordada (Gaskell, 1986; Levidow, 1997; Mueller & Zeidler, 2010), ArgenBio no niega

la existencia de una controversia. Incluso cuando las empresas que la financian muestran un consenso científico respecto a la seguridad y beneficios de los cultivos transgénicos, la controversia es admitida, pero desplazando la discusión hacia fuera del ámbito científico y planteándola de tal manera que la decisión respecto de la misma no sea problemática ni sujeta realmente a debate. Coherente con la visión positivista de la ciencia que sostiene el programa, se traza una clara separación entre una postura correcta -basada en pruebas científicas, la utilización de la razón y la “buena ciencia”- y otra equivocada, fruto de la irracionalidad, la ideología y la “mala ciencia”.

Lejos de agotarse en estas conceptualizaciones de la controversia, es posible identificar un enfoque alternativo en el caso de Tatiana, la capacitadora de uno de los CIIE. Y es que, si bien Tatiana coincide en buena medida con la caracterización de GRAIN sobre el arroz dorado, no así respecto al enfoque esencialista que esta y el diseño plantean en torno a los transgénicos, considerándolo desacertado y falaz. En cambio, comprende el desarrollo del arroz dorado como un caso particular del que no debe extraerse una condena general a los OGM. Así, considera inválido el planteo de una controversia general sobre todos los transgénicos, y que cada OGM debe ser evaluado de manera particular, contextual y en términos relativos a sus alternativas vigentes. Esta caracterización es lograda gracias al rechazo de los enfoques reduccionistas presentes en los documentos analizados hasta ahora: la perspectiva deficitaria adoptada por ArgenBio y su consecuente concepción descontextualizada de la ciencia y tecnología, así como el esencialismo implícito en el diseño y la capacitación de BGyS.

136

Conclusiones

El ámbito educativo pareciera ser un campo de batalla donde diversos actores que participan de la controversia sociocientífica sobre OGM -activistas, docentes, científicos, empresas, ONG- despliegan sus posturas e intereses. Estos no solo se manifiestan en argumentos explícitos, sino también en el modo más sutil de buscar imponer una determinada caracterización de la controversia: presentarla como un debate simétrico y balanceado entre expertos científicos, entender a los OGM de manera esencialista -como inherentemente perjudiciales y riesgosos- o asociar su suerte en función del análisis de un solo desarrollo particular, dejan traslucir una mirada sesgada y funcional a los opositores de los cultivos transgénicos (Pellegrini, 2013); de igual manera, considerar que todo transgénico es necesariamente beneficioso, que toda oposición a los mismos es producto de la irracionalidad e ignorancia, o ubicar a los hechos científicos como jueces suficientes e inapelables de aquellos, es igualmente sesgado y funcional, esta vez a favor de quienes los defienden incondicionalmente. Cualquiera de estos elementos en las conceptualizaciones de la controversia obstaculizaría el objetivo manifiesto por el diseño curricular de BGyS, según el cual los alumnos deberían poder “desarrollar un pensamiento autónomo que sustente la toma de posición frente a estas problemáticas” e “identificar los actores, factores, conflictos e intereses en juego y desarrollar opiniones fundadas” (DGCyE, 2011, pp. 99-100). Como expresa Harker frente a estos modos de conceptualizar la controversia, “quizás la característica más desafortunada de las discusiones que

rodean a los OGM es la implicación que o bien todos comparten los mismos riesgos profundamente preocupantes o bien todos son seguros” (Harker, 2015, p. 426).

Así, buena parte de lo observado en el diseño y las capacitaciones pareciera ser una batalla por la interpretación, no ya solo de los cultivos transgénicos, sino de la conceptualización de la controversia que los involucra. Es decir, una controversia sobre una controversia.

Creemos que es necesario tomar una distancia analítica al presentar la controversia, que habilite a los alumnos a una mejor comprensión de esta, permitiéndoles -como señala el diseño curricular- identificar los distintos actores, conflictos, argumentos e intereses en juego. Como expresa Pellegrini respecto del análisis de las controversias, creemos que “tomar la distancia necesaria para comprender es imprescindible para llegar a las causas de fondo que hacen a ese problema” (Pellegrini, 2019, p. 243). En esta línea corre la propuesta de Sadler *et al.* (2007), que bautizan como “razonamiento sociocientífico”. Esta herramienta analítica destaca cuatro aspectos a tener en cuenta para abordar una controversia: el reconocimiento de la complejidad de toda controversia sociocientífica; la incorporación de las múltiples perspectivas en juego dentro de esta; la apreciación de la naturaleza abierta de la investigación científica y la incertidumbre de su conocimiento; y la demostración de escepticismo frente a la información.

Sin embargo, es importante aclarar que la mencionada distancia analítica no implica necesariamente presentar la controversia como un debate simétrico -que, como señalamos, no tiene nada de desinteresado- ni como un problema cerrado en el que el conocimiento científico es suficiente para resolverlo, cayendo en un enfoque deficitario y positivista. Para esto, los aspectos propuestos por el razonamiento sociocientífico no parecieran ser suficientes. En primer lugar, es importante la identificación de los expertos involucrados en la controversia y, también -dada la diversidad de posturas que pueden existir-, cómo sus opiniones se distribuyen en torno a esta, dado que apreciar el panorama general puede ser un criterio sumamente útil para la toma de decisiones (Pellegrini, 2019). Así, si bien es importante admitir las incertezas respecto al conocimiento científico y la existencia de múltiples perspectivas, no todo conocimiento científico tiene el mismo nivel de certeza y muchas veces existen consensos relativamente sólidos en torno a estos. Si bien cuando hablamos de expertos no necesariamente nos referimos a los científicos (Wynne, 1992), creemos que lo que estos tengan que decir al respecto de una controversia sociocientífica -incluso cuando se admita la injerencia de intereses y valores en la actividad científica- no debe ser desestimado. Así, entender la postura y existencia de controversias y/o consensos dentro del campo científico es fundamental para evaluar los diversos argumentos y las tomas de decisión (Zemplén, 2009), funcionando además como un balance al escepticismo propuesto por Sadler *et al.* (2007).

De esta manera, se vuelve fundamental analizar y comprender el tipo de controversia que abordamos, tanto respecto a los aspectos que se debaten (técnicos, éticos, económicos, sociales, políticos) como en los ámbitos donde se llevan a cabo estos (controversias internas o externas al ámbito científico). Una herramienta interesante en esta dirección es la propuesta de Vallverdú e Izquierdo (2010) de mapear controversias

científicas para poder identificar y explicitar la ubicación de los argumentos, la naturaleza de estos, los actores involucrados y las relaciones entre ellos, permitiendo así una representación dinámica de las distintas conceptualizaciones de la controversia que vayan surgiendo durante la discusión. Si bien el modelo propuesto es para el caso de controversias internas, bien podría ser adaptado para tratar controversias de naturaleza ampliada.

Por otra parte, debe señalarse la dificultad que encarna para los estudiantes la evaluación autónoma de la información científica en este tipo de CSC, donde las cuestiones técnicas discutidas están en la frontera del conocimiento científico. En dichas situaciones puede ser de gran utilidad la evaluación, no de los argumentos técnicos y científicos, sino de los expertos que lo realizan, como sugiere un abordaje constructivista de las controversias (Allchin, 2017; Hodson 2011), siendo para esto fundamental transmitir una imagen de ciencia que aprecie los aspectos sociales, históricos y epistemológicos del conocimiento científico y tecnológico. Además, dichos aspectos también permitirían evitar enfoques esencialistas o aproblemáticos de la ciencia y tecnología, ubicándolas en su contexto de desarrollo histórico y social, así como comprendiendo las dinámicas y las herramientas cognitivas utilizadas en su construcción (Allchin, 2017; Seethaler, 2009; Harker, 2015). Creemos que dicho enfoque tiene gran afinidad con el objetivo manifiesto por BGyS de capacitar a los estudiantes a “decidir entre distintas opiniones expertas” (DGCyE, 2011, p. 83)

Finalmente, se invita a las y los docentes a utilizar los resultados aquí descritos para poder utilizar críticamente la diversidad de material que poseen a disposición, para poder así abordar la controversia sociocientífica sobre OGM de manera coherente y consciente de las dificultades que implica su caracterización.

138

Bibliografía

Aibar, E. (2002). Controversias tecnocientíficas públicas: la pericia no es siempre suficiente. *Digithum*, 4.

Allchin, D. (2011). Evaluating knowledge of the nature of (whole) science. *Science Education*, 95(3), 518-542. Recuperado de: https://onlinelibrary.wiley.com/doi/pdf/10.1002/sce.20432?casa_token=5j2y-jvF0O4AAAAA:G6lQHYdek__PhyeOF8twl siVDxS1foLhxe0Tc0mVx9hNYIP9UbPXcHReoPFNlaYlovd9jn8V-orMDuo.

Allchin, D. (2014). Organisms, modified, genetically. *The American Biology Teacher*, 76(9), 639-641. DOI: 10.1525/abt.2014.76.9.13.

Allchin, D. (2017). *Sacred Bovines*. Oxford: Oxford University Press.

Arancibia, F., bocles, I., Massarini, A. & Verzeñassi, D. (2018). Tensiones entre los saberes académicos y los movimientos sociales en las problemáticas

ambientales. *Metatheoria—Revista de Filosofía e Historia de la Ciencia*, 8(2), 105-123. Recuperado de: <http://www.metatheoria.com.ar/index.php/m/article/view/180>.

ArgenBio (s/f). Acerca de ArgenBio. Recuperado de: <http://www.argenbio.org/index.php?action=acerca&opt=2&id=1>.

Argenbio (2015). Capacitaciones en biotecnología para docentes. Recuperado de: https://www.argenbio.org/adf/uploads/2015/CAPACITACIONES_ARGENBIO_2015.pdf.

Banchero, C. (2001). Las plantas cultivadas, la genética y los rendimientos. En S. Bergel & A. Díaz (Orgs.), *Biotecnología y sociedad* (327-332). Buenos Aires: Ciudad Argentina.

Bermúdez, G. M. A. (2018). ¿Cómo tratan los libros de texto españoles la pérdida de la biodiversidad? Un estudio cuali-cuantitativo sobre el nivel de complejidad y el efecto de la editorial y año de publicación. *Revista Eureka sobre enseñanza y divulgación de las ciencias*, 15(1), 1102-1102. DOI: 10.25267/Rev_Eureka_ensen_divulg_cienc.2018.v15.i1.1102.

Brante, T. (1993). Reasons for studying scientific and science-based controversies. En T. Brante, S. Fuller & W. Lynch (Eds.), *Controversial science: From content to contention* (177-192). Nueva York: State University Press.

Clase de ciencia (2015). La Vaca. Recuperado de: <http://www.lavaca.org/mu92/clase-de-ciencia/>.

139

Consejo federal de educación (2012). Núcleos de aprendizaje prioritarios, ciencias naturales. Recuperado de http://www.me.gov.ar/consejo/resoluciones/res12/180-12_02.pdf.

Cortassa, C. (2012). *La ciencia ante el público. Dimensiones epistémicas y culturales de la comprensión pública de la ciencia*. Buenos Aires: Eudeba.

Curtis, H., Barnes, N. S., Schnek, A. & Massarini, A. (2008). *Biología*. Buenos Aires: Ed. Médica Panamericana.

Curtis, H., Barnes, N. S., Schnek, A. & Massarini, A. (2015). *Invitación a la Biología*. Buenos Aires: Médica Panamericana.

Dawe, D. & Unnevehr, L. (2007). Crop case study: GMO Golden Rice in Asia with enhanced Vitamin A benefits for consumers. *AgBioForum*, 10(3), 154-160. Recuperado de: <http://hdl.handle.net/10355/53>.

Dirección General de Cultura y Educación de la Pcia. de Buenos Aires (DGCYE) (2011). *Biología, genética y sociedad*, 6° (es), La Plata. Recuperado de: <http://servicios2.abc.gov.ar/lainstitucion/organismos/consejogeneral/disenioscurriculares/secundaria/sexta/orientaciones/naturales/biologia.pdf>.

Dirección General de Cultura y Educación de la Pcia. de Buenos Aires (2012). Capacitación Febrero 2012. Secundaria 6to año. Biología, Genética y Sociedad. La Plata. Guion de capacitación facilitado por Marina Gómez Ríos.

Dirección General de Cultura y Educación de la Pcia. de Buenos Aires (DGCYE) (s/f). Introducción al diseño curricular de Biología, Genética y Sociedad. La Plata. Guion de capacitación facilitado por Marina Gómez Ríos.

Dubock, A. (2013). Golden Rice: a long-running story at the watershed of the GM debate. Bioscences for Farming in Africa. Recuperado de: http://www.goldenrice.org/PDFs/GR_A_long-running_story.pdf.

España, E. & Prieto, T. (2009). Educar para la sostenibilidad: el contexto de los problemas socio-científicos. Revista Eureka sobre enseñanza y divulgación de las ciencias, 6(3), 345-354. Recuperado de: <https://revistas.uca.es/index.php/eureka/article/view/3679/3272>.

Folguera, G., Carrizo, E. & Massarini, A. (2014). Análisis de los aspectos epistemológicos y sociales presentes en el discurso tecno-científico referido a los organismos genéticamente modificados (OGM) cultivados en la Argentina. Revista Iberoamericana de Ciencia, Tecnología y Sociedad -CTS, 9(25), 91-119. Recuperado de: <https://www.redalyc.org/pdf/924/92429919006.pdf>.

140 Fowler, S. R., Zeidler, D. L. & Sadler, T. D. (2009). Moral sensitivity in the context of socioscientific issues in high school science students. International Journal of Science Education, 31(2), 279-296. DOI:10.1080/09500690701787909.

García, I. & Occelli, M. (2012). Argumentar en la formación profesional continua: un curso de capacitación para docentes de Biología y Química. RILL Nueva época, 17(1/2). Recuperado de: https://www.researchgate.net/profile/Leticia-Garcia-Romano/publication/236586304_Argumentar_en_la_formacion_profesional_continua_un_curso_de_capacitacion_para_docentes_de_Biologia_y_Quimica/links/0c96051814606af91b000000/Argumentar-en-la-formacion-profesional-continua-un-curso-de-capacitacion-para-docentes-de-Biologia-y-Quimica.pdf.

Gaskell, P. J. (1982). Science Education for Citizens: Perspectives and Issues I. Science, Technology and Society: Issues for Science Teachers. Studies in Science Education, 9(1), 33-46. DOI: 10.1080/03057268208559894.

GRAIN (s/f). Organización. Recuperado de: <https://www.grain.org/es/pages/programme>.

GRAIN (2000). Biotecnología: El caso de la vitamina A ¿Ingeniería genética para combatir la desnutrición? Revista Biodiversidad, 23, 10-18.

GRAIN (2005). Investigación agrícola. Glosario. Revista Biodiversidad, 43, 10-18.

GRAIN (2013). Transgénicos: ¿20 años alimentando o engañando al mundo? *Revista Soberanía Alimentaria*, 13, 9-13.

Harker, D. (2015). *Creating scientific controversies: Uncertainty and bias in science and society*. Cambridge: Cambridge University Press.

Hodson, D. (2011). *Looking to the Future*. Rotterdam: Sense Publishers.

Karisan, D. & Zeidler, D. L. (2017). Contextualization of nature of science within the socioscientific issues framework: A review of research. *International Journal of Education in Mathematics, Science and Technology*, 5(2), 139-152. Recuperado de: <https://ijemst.net/index.php/ijemst/article/view/115>.

Krimsky, S. (2015). An illusory consensus behind GMO health assessment. *Science, Technology & Human Values*, 40(6), 883-914. DOI: 10.1177/0162243915598381.

Levidow, L. (1997). *Democracy and Expertise: The case of Biotechnology Education*. En R. Levinson & J. Thomas (Eds.), *Science today: problem or crisis?* Nueva York: Routledge.

Levinson, R. (2006). Towards a theoretical framework for teaching controversial socio-scientific issues. *International Journal of Science Education*, 28(10), 1201-1224. DOI: 10.1080/09500690600560753.

Massarini, A. (2007). *Ciencia, sociedad y ciudadanía: El caso de la genética humana*. Recuperado de: <http://www.bnm.me.gov.ar/giga1/documentos/EL001902.pdf>.

Massarini, A. & Carrasco, A. (2013). *Violencia contra el maíz, la soberanía alimentaria y la autonomía*. Página/12, 14 de diciembre. Recuperado de: <https://www.pagina12.com.ar/diario/suplementos/futuro/13-2951-2013-12-14.html>.

Massarini, A., Carrizo, E., Corti Bielsa, G., Lavagnino, N., Libertini, B., Lipko, P. & Schnek, A. (2014). *La enseñanza de las ciencias en el contexto latinoamericano: un enfoque pedagógico orientado a la reapropiación social de la ciencia y la tecnología*. Congreso Iberoamericano de Ciencia, Tecnología, Innovación y Educación.

Massarini, A. & Schnek, A. (2015). *Ciencia entre todxs. Tecnociencia en contexto social. Una propuesta de enseñanza*. Buenos Aires: Paidós.

Moreno, G. (2003). *Cómo investigar. Técnicas documentales y de campo*. México: Ederé.

Moreno, N. D. & Liso, M. R. J. (2012). Las controversias sociocientíficas: temáticas e importancia para la educación científica. *Revista Eureka sobre enseñanza y divulgación de las ciencias*, 9(1). Recuperado de: <https://revistas.uca.es/index.php/eureka/article/view/2751/2399>.

Mueller, M. P. & Zeidler, D. L. (2010). Moral–ethical character and science education: Ecojustice ethics through socioscientific issues (SSI). *Cultural studies and environmentalism* (105-128), Dordrecht: Springer.

Nicolia, A., Manzo, A., Veronesi, F. & Rosellini, D. (2014). An overview of the last 10 years of genetically engineered crop safety research. *Critical reviews in biotechnology*, 34(1), 77-88. DOI: 10.3109/07388551.2013.823595.

Pellegrini, P. A. (2007). *Conocimiento, identidad e ideología en la posición frente a los transgénicos. El caso del Movimiento Sin Tierra* [Tesis de maestría]. Bernal: Universidad Nacional de Quilmes. Recuperado de: <http://ridaa.unq.edu.ar/handle/20.500.11807/1213>.

Pellegrini, P. A. (2013). *Transgénicos: ciencia, agricultura y controversias en la Argentina*. Bernal: Universidad Nacional de Quilmes.

Pellegrini, P. A. (2019). *La verdad Fragmentada*. Buenos Aires: Argonauta.

Por Qué Biotecnología (s/f a). *Por Qué Biotecnología*. Recuperado de: <https://www.porquebiotecnologia.com.ar/>.

Por Qué Biotecnología (s/f b). *Por Qué Biotecnología*. Recuperado de: <https://www.porquebiotecnologia.com.ar/capacitacion>.

142 Por Qué Biotecnología (s/f c). *Cuaderno 10: El nacimiento de la empresa biotecnológica*. Recuperado de: https://www.porquebiotecnologia.com.ar/Cuadernos/El_Cuaderno_10.pdf.

Por Qué Biotecnología (s/f d). *Cuaderno 19: Organismos reguladores de biotecnología*. Recuperado de: https://www.porquebiotecnologia.com.ar/Cuadernos/El_Cuaderno_19.pdf.

Por Qué Biotecnología (s/f e). *Cuaderno 60: El impacto ambiental de la Biotecnología agraria*. Recuperado de: https://www.porquebiotecnologia.com.ar/Cuadernos/El_Cuaderno_60.pdf.

Por Qué Biotecnología (s/f f). *Cuaderno 130: Alergias alimentarias*. Recuperado de: https://www.porquebiotecnologia.com.ar/Cuadernos/El_Cuaderno_130.pdf.

Por Qué Biotecnología (s/f g). *Cuaderno 31: Biotecnología en la mira: el problema de la percepción*. Recuperado de: https://www.porquebiotecnologia.com.ar/Cuadernos/El_Cuaderno_31_Biotecnologia_en_la_mira_que_y_como-piensa_la_gente.pdf.

Por Qué Biotecnología (s/f h). *Cuaderno 23: Biotecnología moderna: el caso del arroz dorado*. Recuperado de: https://www.porquebiotecnologia.com.ar/Cuadernos/El_Cuaderno_23.pdf.

Por Qué Biotecnología (s/f l). Cuaderno 5: Introducción al mejoramiento tradicional y la Biotecnología moderna. Recuperado de: https://www.porquebiotecnologia.com.ar/Cuadernos/EI_Cuaderno_5.pdf.

Por Qué Biotecnología (s/f j). Cuaderno 8: Cultivos transgénicos: lo que hay, lo que vendrá y algunos mitos. Recuperado de: https://www.porquebiotecnologia.com.ar/Cuadernos/EI_Cuaderno_8.pdf.

Por Qué Biotecnología (s/f k). Cuaderno 11: Biotecnología moderna, alimentos y salud. Recuperado de: https://www.porquebiotecnologia.com.ar/Cuadernos/EI_Cuaderno_11.pdf.

Por Qué Biotecnología (s/f l). Cuaderno 17: Nutrición. Recuperado de: https://www.porquebiotecnologia.com.ar/Cuadernos/EI_Cuaderno_17.pdf.

Puig, B. & Jiménez Aleixandre, M. P. (2015). El modelo de expresión de los genes y el determinismo en los libros de texto de ciencias. *Revista Eureka sobre enseñanza y divulgación de las ciencias*, 12(1), 55-65. Recuperado de: <http://hdl.handle.net/10498/16924>.

Ratcliffe, M. & Grace, M. (2003). *Science education for citizenship: Teaching socio-scientific issues*. Maidenhead: McGraw-Hill Education.

Sadler, T. D., Barab, S. A. & Scott, B. (2007). What do students gain by engaging in socioscientific inquiry? *Research in science education*, 37(4), 371-391.

143

Sadler, T. D. & Zeidler, D. L. (2009). Scientific literacy, PISA, and socioscientific discourse: Assessment for progressive aims of science education. *Journal of Research in Science Teaching: The Official Journal of the National Association for Research in Science Teaching*, 46(8), 909-921. DOI: 10.1002/tea.20327.

Saxena, A. (2019). *Ethics in science: Pedagogic issues and concerns*. Singapur: Springer Nature.

Seethaler, S. (2009). *Lies, damned lies, and science: How to sort through the noise around global warming, the latest health claims, and other scientific controversies*. Londres: FT Press.

Shiva, V. (2000). *The "Golden Rice" hoax—When public relations replaces science*. Nueva Delhi: Research Foundation for Science Technology and Ecology. Recuperado de: <http://online.sfsu.edu/rone/Geessays/goldenricehoax.html>.

Solbes Matarredona, J. (2012). Contribución de las cuestiones sociocientíficas al desarrollo del pensamiento crítico (I): Introducción. *Revista Eureka sobre enseñanza y divulgación de las ciencias*, 10(1), 1-10.

Taylor, S. J. & Bogdan, R. (1987). *Introducción a los métodos cualitativos de investigación (Vol. 1)*. Barcelona: Paidós.

Thompson, P. B. (2014). The GMO quandary and what it means for social philosophy. *Social philosophy today*, 30, 7-27. Recuperado de: https://www.pdcnet.org/socphiltoday/content/socphiltoday_2014_0030_0007_0027.

Vaan Rooy, W. (1997). *Controversial Issues and the Teaching of A-Level Biology: Possibilities and Problems* [Tesis de doctorado]. Oxford: Oxford University. Recuperado de: <https://files.eric.ed.gov/fulltext/ED434007.pdf>.

Vilouta Rando, N. (2019). *Conceptualización y abordaje de controversias sociocientíficas en la materia Biología, Genética y Sociedad* [Tesis de maestría]. Recuperado de: https://ridaa.unq.edu.ar/bitstream/handle/20.500.11807/2806/D8_ART1_vilouta_2019.pdf?sequence=1.

Vilouta Rando, N. & Pellegrini, P. (2018). El lugar de las controversias en las clases de biología, genética y sociedad: dos estudios de caso. *Redes. Revista de Estudios Sociales de la Ciencia y la Tecnología*, 24(46), 105-134.

Vallverdú, J. & Aymerich, M. I. (2010). Error y conocimiento: un modelo filosófico para la didáctica de la ciencia. *Enseñanza de las ciencias: revista de investigación y experiencias didácticas*, 28(1), 47-60.

Viola, N. (2015). Transgénicos: la polémica está servida en tu mesa. *La Gaceta*, 4 de junio. Recuperado de: <https://www.lagaceta.com.ar/nota/640141/sociedad/transgenicos-polemica-esta-servida-tu-mesa.html>.

144

Walker, K. A. & Zeidler, D. L. (2007). Promoting discourse about socioscientific issues through scaffolded inquiry. *International Journal of science education*, 29(11), 1387-1410. DOI: 10.1080/09500690601068095.

Wynne, B. (1992). Sheep farming after Chernobyl: A case study in communicating scientific information. En B. V. Lewenstein (Ed.), *When science meets the public: Proceedings of a Workshop Organized by the American Association for the Advancement of Science, Committee on Public Understanding of Science and Technology, February 17, 1991* (43-68). Washington DC: American Association for the Advancement of Science. Recuperado de: <https://ecommons.cornell.edu/handle/1813/70154>.

Wynne, B. (1995). Public Understanding of Science. En S. Jasanoff, G. E. Markle, J. C. Peterson & T. J. Pinch (Eds.), *Handbook of Science and Technology Studies* (361-388). Londres: SAGE.

Zemplén, G. Á. (2009). Putting sociology first—reconsidering the role of the social in ‘nature of science’ education. *Science & Education*, 18(5), 525-559.