



Castellsaguer, Dora Beatriz

Percepción social sobre el uso de agroquímicos y el cultivo de alimentos transgénicos por parte de estudiantes de una escuela técnica química



Esta obra está bajo una Licencia Creative Commons Argentina.
Atribución - No Comercial - Sin Obra Derivada 2.5
<https://creativecommons.org/licenses/by-nc-nd/2.5/ar/>

Documento descargado de RIDAA-UNQ Repositorio Institucional Digital de Acceso Abierto de la Universidad Nacional de Quilmes de la Universidad Nacional de Quilmes

Cita recomendada:

Castellsaguer, D. B. (2025). *Percepción social sobre el uso de agroquímicos y el cultivo de alimentos transgénicos por parte de estudiantes de una escuela técnica química. (Tesis de maestría). Universidad Nacional de Quilmes, Bernal, Argentina. Disponible en RIDAA-UNQ Repositorio Institucional Digital de Acceso Abierto de la Universidad Nacional de Quilmes <http://ridaa.unq.edu.ar/handle/20.500.11807/4967>*

Puede encontrar éste y otros documentos en: <https://ridaa.unq.edu.ar>

Percepción social sobre el uso de agroquímicos y el cultivo de alimentos transgénicos por parte de estudiantes de una escuela técnica química

TESIS DE MAESTRÍA

Dora Castellsaguer

doracastell@hotmail.com

Resumen

La biotecnología, un campo interdisciplinario que abarca diversas ramas de la ciencia, ha adquirido un papel central en los debates públicos relacionados con el complejo científico-tecnológico contemporáneo. Su aplicación en diversos ámbitos, desde la agricultura hasta la medicina, la convierte en una fuente crucial de recursos para satisfacer las demandas crecientes de la sociedad, como la seguridad alimentaria y la conservación del medio ambiente. Sin embargo, la aparición de organismos genéticamente modificados (OGM) ha suscitado una considerable controversia debido a las preocupaciones sobre sus posibles impactos en la salud humana y el ecosistema. Un ejemplo emblemático de esta controversia es el caso de la soja transgénica y el herbicida glifosato en Argentina. La introducción de esta tecnología, que permite el cultivo de soja resistente al glifosato, ha impulsado cambios significativos en el sector agrícola argentino, provocando la expansión de la superficie dedicada a este cultivo, la reestructuración del sector y la deforestación de tierras. Aunque el glifosato se ha convertido en el herbicida más utilizado en el país, su uso ha sido objeto de gran controversia debido a preocupaciones sobre sus posibles efectos en la salud humana y el medio ambiente. Pese a que la mayoría de los latinoamericanos reconocen los beneficios de la ciencia y la tecnología, el uso de agroquímicos y cultivos transgénicos ha sido objeto de numerosas campañas de rechazo. Investigaciones sobre percepción pública muestran que dicho rechazo no siempre se vincula con un bajo nivel de educación, sino que también está influenciado por la confianza en las instituciones y la credibilidad de la información recibida. Además, factores no epistémicos, como valores morales y presiones económicas, desempeñan un papel importante en la formación de opiniones sobre la biotecnología agrícola (Acevedo Díaz, 2006). Este trabajo de tesis se centró en el análisis de la percepción de estudiantes pertenecientes a una escuela técnica en la Ciudad Autónoma de Buenos Aires sobre el cultivo de soja transgénica y el uso del glifosato. Se exploraron conceptos clave como riesgo, incertidumbre, confianza y ambivalencia, y se indagó si estas percepciones estaban influenciadas por la educación específica recibida con

el objetivo de comprender cómo influyen los conocimientos disciplinarios en sus opiniones. Para ello, se compararon las respuestas recabadas mediante cuestionarios autoadministrados y entrevistas orales con las de un estudio similar realizado en estudiantes universitarios sin formación específica en química y con las respuestas de encuestas de percepción pública de la ciencia. Los resultados sugieren que el mayor conocimiento específico de los estudiantes de nivel medio con formación técnica efectivamente impacta en su percepción general, pero, quizás de forma menos intuitiva dado que sus niveles de incertidumbre son mucho menores que quienes no tienen esta formación, las creencias científicamente incorrectas que sostienen podrían ser mucho más difíciles de modificar. Esto representa un desafío adicional que debe ser considerado al momento de enseñar contenidos tecnocientíficos.

Palabras clave: soja transgénica, glifosato, riesgo, incertidumbre, confianza, ambivalencia.

Abstract

Biotechnology, an interdisciplinary field spanning various branches of science, has assumed a central role in public debates surrounding the contemporary scientific and technological complex. Its application across diverse domains, from agriculture to medicine, renders it a pivotal resource for meeting society's growing demands, such as ensuring food security and environmental conservation. However, the emergence of genetically modified organisms (GMOs) has sparked considerable controversy due to concerns regarding their potential impacts on human health and the ecosystem. An emblematic example of this controversy is the case of transgenic soybeans and the herbicide glyphosate in Argentina. The introduction of this technology, which enables the cultivation of glyphosate-resistant soybeans, has instigated significant changes in the Argentine agricultural sector, leading to the expansion of soybean cultivation, sector restructuring, and deforestation. Although glyphosate has become the most widely used herbicide in the country, its usage has been the subject of intense controversy due to concerns about its potential effects on human health and the environment. Despite the majority of Latin Americans acknowledging the benefits of science and technology, the use of agrochemicals and transgenic crops has been the target of numerous rejection campaigns. Research on public perception reveals that this rejection is not always correlated with low levels of education but is also influenced by trust in institutions and the credibility of received information. Additionally, non-epistemic factors, such as moral values and economic pressures, play a significant role in shaping opinions on agricultural biotechnology. This thesis work focused on analysing the perception of students from a technical school in Ciudad Autónoma de Buenos Aires regarding the growth of transgenic soybeans and the use of glyphosate. Key concepts such as risk, uncertainty, trust, and ambivalence were explored, and research was made into whether these perceptions were influenced by the specific education received, to understand how disciplinary knowledge

impacts their opinions. For this purpose, responses obtained through self-administered questionnaires and oral interviews were compared with those of a similar study conducted on university students without specific chemistry education, as well as with responses from public perception surveys of science. The findings suggest that the greater specific knowledge of technical school students indeed impacts their overall perception; however, perhaps less intuitively, since their levels of uncertainty are much lower than those without this background, scientifically incorrect beliefs they hold may be much more challenging to modify. This presents an additional challenge to be considered when teaching technoscientific content.

Key words: transgenic soybeans, glyphosate, risk, uncertainty, trust, ambivalence.

**Maestría en Ciencia,
Tecnología y Sociedad**



**Percepción social sobre el uso de
agroquímicos y el cultivo de alimentos
transgénicos por parte de estudiantes de
una escuela técnica química**

Maestranda: Lic. Dora Castellsaguer

Directora de tesis: Dra. Valeria Edelsztein

2024

Agradecimientos

A Dios por brindarme la salud, sin ella no habría sido posible la escritura de esta tesis.

A mis padres, que hoy ya no están, por los que gracias a sus esfuerzos logré una preparación universitaria.

A mi directora de tesis que siempre estuvo apoyándome en todo momento.

Índice

Agradecimientos	5
Índice	7
Presentación de la tesis	9
Capítulo 1. Ciencia, tecnología y sociedad	11
1.1. La cultura científica en la sociedad del conocimiento	12
1.1.1. <i>Hacia una noción de “cultura científica”</i>	12
1.1.2. <i>Hacia una noción de “sociedad del conocimiento”</i>	14
1.1.3. <i>Una revisión de la noción de “cultura científica”</i>	15
1.2. Los modelos de comunicación científica	15
1.3. La apropiación social de la ciencia y la tecnología	17
1.4. Los medios de comunicación y la “sociedad de la información”	18
1.5. La política científica y sus condicionantes	19
Capítulo 2. Desarrollo de la soja transgénica y productos asociados	21
2.1. Algunas cuestiones terminológicas	21
2.1.1. <i>Organismos genéticamente modificados y transgénicos</i>	21
2.1.2. <i>Herbicidas y plaguicidas</i>	22
2.2. Inicios y desarrollo agronómico de la transgénesis	23
2.3. La soja transgénica y el paquete tecnológico	25
2.4. Aspectos económicos, sociales y ambientales de los cultivos transgénicos	26
2.5. El caso de la soja genéticamente modificada en Argentina	27
2.5.1. <i>De la “sojización” al paquete tecnológico</i>	27
2.5.2. <i>La regulación de los cultivos transgénicos en Argentina</i>	29
2.6. El glifosato y su impacto	30
Capítulo 3. Percepción pública de la ciencia y la tecnología	32
3.1. Incertidumbre, riesgo, ambivalencia y confianza	32
<i>Categoría I. Incertidumbre</i>	33
<i>Categoría II. Riesgo</i>	33

<i>Categoría III. Ambivalencia</i>	34
<i>Categoría IV. Confianza</i>	34
3.2. Percepción pública de los OGM, los transgénicos y la agrobiotecnología	35
3.3. El caso de la Argentina	38
3.3.1. <i>Percepción de la ciencia y tecnología</i>	38
3.3.2. <i>Percepción de la biotecnología</i>	41
Capítulo 4. La escuela media y técnica en Argentina	44
4.1. Contenidos y competencias	44
4.2. Origen y desarrollo de la educación técnica en Argentina	45
4.3. Las características de la educación técnica en Argentina	46
4.4. El perfil del técnico químico	48
Capítulo 5. Análisis de las percepciones del estudiantado	51
5.1. Métodos	51
5.1.1. <i>Participantes</i>	51
5.1.2. <i>Instrumentos</i>	51
5.2. Resultados y discusión	57
<i>Sección A. Posición sobre el glifosato</i>	58
<i>Sección B. Posición sobre OGM</i>	66
<i>Sección C. Posición sobre la soja transgénica</i>	68
<i>Sección D. Posición sobre transformaciones tecnológicas y políticas públicas</i>	71
Capítulo 6. Análisis de la influencia escolar en las percepciones del estudiantado	77
6.1. Análisis de las fuentes de información	77
6.2. Análisis de los relevamientos orales a docentes	78
6.3. Análisis de la formación específica	80
Capítulo 7. Conclusiones	82
Bibliografía	85

Presentación de la tesis

Una de las áreas más significativas de proyección a la esfera pública de temas socio-científicos controvertidos es la biotecnología y, en particular la aplicación de la tecnología del ADN recombinante a la obtención de cultivos transgénicos que ha traído aparejado el uso extensivo de plaguicidas como el glifosato. En el caso específico de la soja resistente, su llegada a la Argentina impulsó la expansión de la superficie destinada a dicho cultivo y convirtió al herbicida en el más utilizado en el territorio, no sin gran controversia pública por sus potenciales efectos en la salud de trabajadores agrícolas y poblaciones expuestas a las fumigaciones, entre otros. Esto ha generado en la sociedad distintas actitudes frente a la información disponible y ha vuelto acuciante la necesidad de comprender mejor las percepciones de la ciudadanía.

El presente trabajo propone un análisis de la incertidumbre, la ambivalencia, la confianza y la percepción del riesgo asociadas al uso de agroquímicos y al cultivo de soja transgénica en estudiantes de nivel medio. Se analizaron las respuestas de un grupo de estudiantes de quinto y sexto año de una escuela técnica de la ciudad de Buenos Aires y se compararon con aquellas de un estudio similar realizado sobre estudiantes universitarios que no presentaban formación específica sobre el tema. También se realizó una comparación con las respuestas obtenidas en encuestas de percepción pública de la ciencia. El objetivo último fue determinar si la formación académica en química es un posible condicionante de dichas percepciones.

La tesis consta de siete capítulos cuyo contenido se detalla a continuación.

En el *Capítulo 1* se presenta un análisis del vínculo entre ciencia, tecnología y sociedad. Se detalla una descripción de los procesos de comprensión pública de la ciencia y de la tecnología haciendo referencia al modelo del déficit y al modelo democrático y se asocian al concepto de cultura científica y sociedad del conocimiento. Luego, se analizan los procesos de apropiación social de la ciencia y la tecnología y cómo circula la información entre el público experto y el lego. Se destaca especialmente el rol del sistema educativo y de los medios de comunicación.

En el *Capítulo 2* se realiza una revisión histórica de los desarrollos agrobiotecnológicos tratados en esta tesis, desde sus orígenes hasta la actualidad. En esta sección se presenta una descripción breve -no exhaustiva y sin ahondar en términos técnicos- en cuanto a los diversos aspectos del desarrollo de la transgénesis y específicamente, en el caso de la soja transgénica, la utilización del glifosato como herbicida. También se explicita la problemática desde un punto de vista social, teniendo en cuenta las implicancias socioeconómicas que este desarrollo tecnocientífico trajo para la Argentina.

El *Capítulo 3* aborda la percepción pública de la ciencia y la tecnología. Para ello, además de analizar en forma detallada temas controversiales como el desarrollo de los OGM y de la ingeniería genética aplicada al agro, se hace referencia a los resultados de las encuestas de percepción pública de la ciencia y de la biotecnología llevadas a cabo en nuestro país. También en este apartado se presentan el conjunto de conceptos clave que se utilizarán en este trabajo para estudiar las percepciones de los estudiantes: *incertidumbre, riesgo, ambivalencia y confianza*.

El *Capítulo 4* presenta el origen y desarrollo de la educación técnica en nuestro país, y la importancia de incluir habilidades blandas. De esta forma, se trata de vincular la percepción pública de la agrobiotecnología con su enseñanza en la escuela y luego específicamente para la educación técnica en química, proporcionando un panorama acerca de cómo se construye la percepción de la tecnociencia.

En el *Capítulo 5* se presenta la población de estudio y los métodos utilizados para recolectar datos acerca de las percepciones de los estudiantes. También se desarrolla el análisis de esos datos según las categorías de *incertidumbre, riesgo, ambivalencia y confianza* de acuerdo a diferentes aspectos que componen el desarrollo y la implementación del paquete tecnológico y la siembra directa de la soja transgénica.

En el *Capítulo 6* se indaga sobre las fuentes de información que utilizaron los encuestados con el objetivo de determinar si esta percepción está condicionada por la enseñanza, por su ámbito social y familiar, por los medios de comunicación u otras fuentes. En este mismo capítulo se analizan los resultados obtenidos mediante los relevamientos orales realizados a los docentes de la institución como así también se tiene en cuenta el diseño curricular de la especialidad.

En el *Capítulo 7* se presentan las conclusiones generales de la tesis.

Capítulo 1. Ciencia, tecnología y sociedad

El modo en que el conocimiento científico y los desarrollos tecnológicos se integran en el contexto sociocultural constituye el centro de los estudios de Ciencia, Tecnología y Sociedad (Cortassa, 2010). Como señala Gartner Isaza (2010), la ciencia y la tecnología inciden en todas las dimensiones de la vida humana, tanto como factor de desarrollo como generando incertidumbre y percepciones de riesgo. De esta manera, la relación ciencia-tecnología-sociedad no solamente compromete a los sistemas tecnocientíficos sino también a los sistemas sociales. En este marco, se considera que el acceso a la ciencia y la tecnología promueve una sociedad democrática, en particular, en lo relativo a las relaciones entre las personas, la toma de decisiones individuales y sociales, en sus acciones y actitudes dentro de la vida cotidiana y en la calidad de vida individual y colectiva (Bono y Tenutto, 2018).

En este sentido, es importante destacar que la interacción entre públicos y expertos no debe pensarse simplemente como una relación de asimetría cognitiva entre ambos: existen “diferentes grados de participación e implicación que puede tener el ‘público’ en la regulación y el desarrollo de la actividad científico-tecnológica” (Cuevas Badallo y Urueña López, 2019, p.9) que van desde el modelo de ciencia clásica al de ciencia ciudadana. Si bien la sociedad origina algunas demandas tecnológicas para mejorar su calidad de vida, también ejerce control a través de los medios legales disponibles, aceptando o no determinadas tecnologías (Acevedo Diaz, 1996). Por lo tanto, analizar la ciencia y la tecnología en el entramado social es fundamental para entender cómo funcionan la cultura, la política y la economía mundial.

Uno de los desafíos para comprender la dinámica de interacciones entre ciencia, tecnología y sociedad es generar indicadores que permitan evaluar la evolución de tres dimensiones relevantes de análisis: la *percepción pública*, la *cultura tecnocientífica* y la *participación ciudadana* (Ferreira et al., 2012; Bono y Tenutto, 2018). Estos términos suelen utilizarse indistintamente, como sinónimos, pero refieren a conceptos distintivos. Al respecto, Polino et al. (2003) señalan que:

El primero [percepción pública] refiere al proceso de comunicación social y al impacto de éste sobre la formación de conocimientos, actitudes y expectativas de los miembros de la sociedad. El concepto de “cultura científica”, en cambio, tiene una raíz y composición más compleja, atribuible como un aspecto más estructural de la sociedad.” (Polino et al., 2003, p.1)

A lo largo de este capítulo, analizaremos el vínculo entre ciencia, tecnología y sociedad a partir del concepto de *sociedad del conocimiento* y los procesos de apropiación social y circulación de información entre legos y expertos.

1.1. La cultura científica en la sociedad del conocimiento

1.1.1. Hacia una noción de “cultura científica”

El concepto de *cultura científica* no es sencillo de definir y existen diferentes acepciones (Vaccarezza, 2011). Los primeros trabajos al respecto se sustentaron en una noción de cultura en sentido restrictivo y podemos rastrear su origen hasta 1959, año en que el físico y novelista Charles Snow presentó su famosa conferencia "Las dos culturas". Allí, mencionó por primera vez la idea de que la falta de comunicación entre las ciencias y las humanidades, así como la carencia de interdisciplinariedad, eran obstáculos significativos para resolver problemas globales. Esta postura quedó plasmada dos años más tarde en su polémico libro *The Two Cultures and the Scientific Revolution* (1961). Según Snow, el distanciamiento entre las dos áreas se debía a la insuficiencia de conocimiento científico entre los humanistas. Gil (2020) sostiene que Snow les adjudica superioridad a los valores científicos por sobre los humanísticos declarando así que la creación del intelecto está en poder de un conjunto de actores de la sociedad -los expertos- cuya función es guiar el desarrollo sociocultural de la humanidad. En esa época, la investigación básica era muy valorada y los científicos eran apreciados, especialmente en los países desarrollados. La situación descrita por Snow reflejaba una visión idealizada de la ciencia, mostrando la relación asimétrica entre quienes saben y quienes no.

Bajo este concepto, la *cultura científica* es producida por quienes hacen ciencia, al margen del público, mientras que los legos tienen una actitud pasiva de recepción “con la única función de incrementar su comprensión del conocimientos transmitido por los especialistas” (Vaccarezza, 2011, p.77). Como señala Vaccarezza (2009):

En este sentido, siempre existe una suerte de subordinación de la cultura (entendida como conjunto de significados) predicable al público con respecto a la institución de la ciencia, a los grupos sociales comprometidos con la producción de tales significados, a los códigos establecidos desde la actividad profesional de la ciencia. Podríamos sostener analíticamente una cultura científica difundida, como reflejo en la escala de

la sociedad de una cultura científica producida, propia del grupo social de los científicos. Desde esta perspectiva, la cultura científica es referida a un quantum de ciencia: se tiene cultura científica, y se tiene en una cantidad detectable por instrumentos de medición. (Vaccarezza, 2009, p.76)

De esta forma surge una brecha entre expertos y legos en términos de un *déficit cognitivo*: la *cultura científica* se tiene o no se tiene (Vaccarezza, 2009) y el grado de *cultura científica* de una sociedad se asocia con los *procesos de comprensión pública* de la ciencia.

Identificar la existencia de esta brecha parecía necesario para poder aplicar medidas correctivas (Cortassa, 2010). Así nació un nuevo concepto, el de *alfabetización científica*, que consiste en aumentar el nivel de comprensión de la ciencia por medio de una educación para todos y todas (Fourez, 1997):

La alfabetización científica se percibió (...) como una condición necesaria para cimentar el compromiso de la sociedad civil y a ese objetivo se destinaron recursos y esfuerzos de agencias del Estado e instituciones científicas. Las iniciativas se orientaron básicamente hacia el plano educativo: no en vano la idea de alfabetizar remite a una praxis pedagógica (...)" (Cortassa, 2010, pp.52-53).

En este sentido, el modelo teórico del déficit era funcional a los intereses prácticos de las políticas públicas en ciencia y tecnología y la brecha parecía poder superarse por medio de insus poderosos (educativos, de popularización) (Cortassa, 2010). Este periodo, desde 1960 hasta mediados de la década de 1980, fue conocido como de "alfabetización científica" pero, hacia la década de 1990 sus supuestos comenzaron a ser cuestionados, incluso por sus propios fundadores.

En 1985, la *Royal Society* publicó el informe Bodmer, que analizó la relación entre la ciencia y el público, recomendando iniciativas para mejorar la comunicación y fomentar una mejor relación entre científicos y la sociedad. Ese informe señaló que, a pesar de los esfuerzos de alfabetización científica, el público seguía sin apreciar la ciencia. Este informe inauguró lo que se conoce como el periodo de "comprensión pública de la ciencia". En particular, la investigación en torno a los *procesos de comprensión pública de la ciencia y la tecnología* se consolidó cuando, tanto en Europa como en Estados Unidos, se comenzaron a realizar de forma sistemática encuestas periódicas a gran escala destinadas a medir el nivel de conocimientos, intereses y actitudes de la población hacia la ciencia y la tecnología (Cortassa, et al., 2017).

Paralelamente, hacia 1995, se sugirió que el problema podría no ser solo de conocimiento, sino de confianza. Así surgió una nueva propuesta conocida como "giro etnográfico" (Irwin y Michael,

2003), “enfoque contextual” (Miller, 1998), o “constructivista” (Wynne, 1995) que introdujo aportes desde la sociología de la ciencia y otros estudios sociales de la ciencia y la tecnología.

Un intento por integrar el concepto de *cultura científica* con el de sociedad se encuentra en el trabajo de Godin y Gringas (2000) en donde, a la capacidad de comprensión científica se le suman las actitudes hacia la ciencia. En este abordaje se asume que la *alfabetización científica* de los ciudadanos es sólo una entre las múltiples dimensiones que modelan sus vínculos con la ciencia y que, por tanto, cualquier análisis que se limite únicamente al grado de conocimientos es insuficiente (Cortassa et al., 2017). La *cultura científica* no es una sumatoria de saberes y actitudes individuales sino que comprende distintos modos de apropiación y varias dimensiones, la individual de aprendizaje y la colectiva de intervención y de organización (Godin y Gringas, 2000). A su vez, permite a los individuos entender que la ciencia no es neutral sino que está atravesada por intereses sociales y políticos y que el conocimiento es un factor de poder y es necesario para tomar decisiones individuales y colectivas sobre los desarrollo e innovaciones de la ciencia y de la tecnología (Chávarro, 2017).

Sin embargo, en este marco, esta no es la única acepción posible para el concepto de *cultura científica*. Arias Monge y Navarro Camacho (2017) la describen como el conjunto de percepciones, creencias, concepciones, significados y construcciones individuales y colectivas sobre la ciencia que involucran aspectos ideológicos, políticos y sociales, que hacen de la ciencia una construcción cultural. Por su parte, Zamarrón citado en Sánchez Mora y Macías Nestor (2019) indica que la *cultura científica* de la sociedad es la manera en que los individuos se relacionan con la actividad científica.

1.1.2. Hacia una noción de “sociedad del conocimiento”

Es necesario introducir en este punto una nueva noción: la de “*sociedad del conocimiento*”. Este concepto se originó a finales de la década de 1960 cuando Peter Drucker (1969) acuñó el término para referirse a una estructura económica y social, en la que el conocimiento ha sustituido al trabajo, a las materias primas y al capital como fuente más importante de la productividad, crecimiento y desigualdades sociales; es decir, una sociedad en la que el conocimiento está en el centro de la producción de la riqueza (Drucker, 1994 citado en Krüger, 2006). Este concepto puede pensarse también como la transición de una economía basada en productos a una economía basada en servicios, cuya estructura profesional está marcada por la preferencia hacia una clase de profesionales técnicamente calificados (Bell, 2001).

En un comienzo, este tipo de sociedad estaba orientada al progreso tecnológico y al conocimiento teórico como principal fuente de innovación y punto de partida de los programas políticos y sociales (Krüger, 2006). Sin embargo, desde la década de 1990 el concepto fue modificándose y ampliándose. Actualmente hace referencia a “cambios en las áreas tecnológicas y económicas estrechamente relacionadas con las TIC, en el ámbito de planificación de la educación y formación, en el ámbito de la organización (gestión de conocimiento) y del trabajo (trabajo de conocimiento)” (Krüger, 2006, p.4). Así, entre la producción de conocimientos científicos y el contexto de la sociedad puede postularse una relación de interdependencia mutua de manera que, si la sociedad influye en el desarrollo de la ciencia, la ciencia, a su vez, condiciona el desarrollo de la sociedad (Vaccarezza, 2011).

1.1.3. Una revisión de la noción de “cultura científica”

Sobre esta base, podemos revisar el término *cultura científica* que, en este contexto, puede entenderse como el producto de un proceso adecuado de comunicación social de la ciencia que tiene lugar a través de la educación formal y no formal, y que fortalece la relación de confianza de la ciudadanía con el Estado en su función de regulador de la producción y uso del conocimiento científico (Vaccarezza y López Cerezo, 2003). Dado que desarrollar una *cultura científica* significa inculcar la aceptación de la ciencia y la tecnología por parte del público, es necesaria su adecuación a la *sociedad del conocimiento* (Vaccarezza, 2011).

En vistas de las múltiples acepciones que tiene el término y de la relevancia que presenta para este trabajo, en esta tesis el concepto de *cultura científica* no se considerará de un modo pasivo sino que incluirá la reflexión y el saber hacer uso de la información científica por parte del público lego para generar opiniones, actitudes críticas y disponer de elementos de juicio en la toma de decisiones (Díaz y García, 2011). Así, se considerará que, si bien una persona con *cultura científica* requiere contar con información, también necesita una preparación y el desarrollo de habilidades que le permitan situar el conocimiento en su esencia y su sentido. Es decir, que la *cultura científica* va más allá de la alfabetización en ciencia: implica la comprensión de la ciencia como producción intelectual y social (Zamarrón, 2006).

1.2. Los modelos de comunicación científica

En toda acción de comunicación científica se encuentran implícitas ciertas decisiones fundamentales: qué se entiende por ciencia, por qué se comunica, quién es el público al que nos dirigimos, la relación que dicho público tiene efectivamente con la ciencia y cuál creemos que debería

tener, entre otras cuestiones. Las respuestas a estas preguntas—sobre motivos, objetivos, estrategias y agendas políticas—dan lugar a los diversos modelos de comunicación científica.

Como mencionamos, durante muchas décadas, la comunicación científica se centró principalmente en transmitir resultados, hechos, conceptos, información y curiosidades científicas a un público lego. Tales prácticas implicaban, tácita o explícitamente, pensar en el proceso de comunicación “de arriba abajo” (de los que tienen mayor conocimiento a los que no lo tienen) y de forma unidireccional (la ciencia produce conocimiento y “emite” información que transmite, a través de intermediarios, al público). Este enfoque, conocido como el “modelo de déficit”, asume que la falta de conocimiento científico del público es la principal barrera para una mejor apreciación de la ciencia y se apoya en algunos supuestos como que el bajo nivel de conocimiento es causa del interés escaso en la ciencia y que “la ignorancia genera miedo”, es decir, un público desinformado también sería hostil a la ciencia y la tecnología. Por lo tanto, popularizar la ciencia, despertar la curiosidad y motivar el interés, conduciría a un aumento de la alfabetización científica de la población y esto, a su vez, a actitudes más “racionales”, positivas, de apoyo y confianza en las instituciones de investigación y en las y los científicos. Sin embargo, diversas investigaciones mostraron que esta descripción no siempre era muy adecuada, que la falta de conocimiento científico no conducía automáticamente a actitudes hostiles hacia la ciencia y que la alfabetización es solo una parte del problema y de los desafíos de la comunicación pública de la ciencia. Así, surgieron otras propuestas durante las últimas décadas.

Análisis recientes de los modelos de comunicación científica, como los de la Wellcome Trust (2000), Trench (2008) y Lewenstein (2003), destacan en la actualidad tres categorías amplias que admiten gradaciones: el modelo de déficit, el modelo de diálogo y el modelo de participación. El *modelo de déficit* se basa en la transmisión lineal y unidireccional de conocimiento de expertos a un público percibido como científicamente deficiente. El *modelo del diálogo* sostiene que la ciencia se comunica entre quienes construyen conocimiento científico y sus representantes y otros grupos, considera las opiniones del público y fomenta consultas y participación. El *modelo de participación* se centra en la comunicación multidireccional, involucra a diversos grupos en discusiones sobre las implicaciones de la ciencia y sostiene que todas las personas pueden contribuir a la construcción del conocimiento, y ser parte del proceso de desarrollo de la agenda de comunicación de la ciencia y de la investigación científica. Estos modelos representan un espectro desde la comunicación lineal y unidireccional hasta la participación interactiva y multidireccional (Cuevas Badallo y Urueña López, 2019; García, 2019). Si bien cada modelo tiene sus aplicaciones,

reconocer la asimetría inherente en el conocimiento sigue siendo esencial incluso en los enfoques más participativos.

1.3. La apropiación social de la ciencia y la tecnología

El término *apropiación social*, en relación con la ciencia y la tecnología, tiene un amplio uso y se refiere a cómo el público comprende a la ciencia y la integra a sus esquemas de conocimientos previos (López Cerezo y Cámara Hurtado, 2005; Barrio Alonso, 2008). Según Cortassa (2010), el sistema de representaciones originado en la comunicación entre los sujetos se encuentra embebido en las estructuras e instituciones en torno de las cuales se despliega la vida social –familiares, educativas, grupos de pertenencia– y es adoptado por sus integrantes, que lo incorporan tanto a nivel de su comprensión de la realidad como de sus formas de desenvolverse en ella. Si se acepta a la ciencia y la tecnología como constitutivas de las sociedades modernas, se debe de reconocer que “son escasos los resquicios de la vida pública o privada que no están atravesados por saberes, prácticas y productos de una y otra” (Cortassa, 2010, p.57); de esta manera resulta evidente la necesidad de fomentar su comprensión pública.

Cuando los individuos se apropian de los avances científicos tienen la posibilidad de interpretar el mundo en que viven y manejarse adecuadamente en él interviniendo de manera informada y responsable en las discusiones y decisiones sobre temas que los involucran. En este sentido, un individuo se encuentra alfabetizado científica y tecnológicamente cuando sus saberes le procuran autonomía, capacidad de comunicación y un cierto dominio y responsabilidad frente a situaciones concretas (Fourez, 1997).

Como mencionamos previamente, en líneas generales el concepto de *alfabetización científica* puede interpretarse como el aumento del nivel de comprensión de la ciencia por parte de la población. Esta idea implica que quien no está suficientemente alfabetizado posee un déficit de conocimiento. Sin embargo, no hay una relación tan simple y lineal entre conocimiento y actitudes hacia la ciencia, sino que también está influenciada por otras variables. En un entorno social y cultural, cada persona cuenta con su propia dotación de conocimientos, habilidades, valores y criterios no científicos que les permiten asumir un papel activo y no de mera aprobación de sus afirmaciones (Cortassa, 2010). Y esto puede ser contraproducente porque las personas legas podrían pensar que están capacitadas para tomar decisiones y evaluar de primera mano la información cuando, en verdad, no lo están. Por eso, uno de los aspectos a discutir es, precisamente, definir qué tipo de ciencia es la que se supone que el público debería conocer y comprender, centrando el interés en

entender las peculiaridades que asumen los diferentes vínculos en diversos contextos y circunstancias.

Desde su aproximación, el modelo del déficit cognitivo no permite describir ni interpretar adecuadamente el modo en que se vinculan ciencia y ciudadanos. Por lo tanto, es necesario tomar en cuenta el modo en que los sujetos construyen sentidos para la ciencia en lo que se refiere a cuestiones específicas en escenarios concretos (Cortassa, 2010). Algunos autores, como López Cerezo (2005), sostienen que la apropiación social de temas científicos se facilita cuando se contempla a los ciudadanos no como receptores pasivos de los elementos cognitivos generados por expertos y a ellos como un mero canal de transmisión sino cuando se ajustan y se acomodan las diferentes culturas, la de legos y expertos, en respuesta a intereses, actitudes y valores propios. De esta manera la *apropiación social del conocimiento* científico y tecnológico se puede entender como un proceso en el cual un grupo social toma para sí lo más conveniente del conocimiento científico y tecnológico y lo adecúa en respuesta a su problemática añadiéndole nuevo sentido (Dávila- Rodríguez, 2020).

En particular, los contextos educativos son espacios naturales para la apropiación de conocimiento. En dichos contextos, hablar de enseñanza de las ciencias no es referirse a la formación de científicos, sino de ciudadanos que sean capaces de tomar posturas críticas y responsables. Para ello, la alfabetización científica -un objetivo internacional clave para enfrentar los actuales desafíos de la humanidad según la OCDE (2016)- supone no solo poner, a disposición de todas las personas, los conocimientos necesarios para una participación responsable en la toma de decisiones (Gordillo y Osorio, 2003) sino también generar una actitud crítica que permita participar activamente en la discusión de temas socio-científicos controvertidos (Escobar y García, 2017). Desde esta perspectiva, no basta la participación pasiva sino que es necesaria la acción directa (Dávila, 2022). La educación promovería la contextualización y apropiación de saberes en un sentido activo y transformador para los y las estudiantes (Totaitive y Gutiérrez, 2017). En este sentido, reconocer la importancia del conocimiento experto es crucial.

1.4. Los medios de comunicación y la “sociedad de la información”

Los seres humanos vivimos en sociedades con reglas y normas establecidas a través de la comunicación (Goya, 2012). Esta comunicación es la que nos permite construir comunidad, generar lazos sociales con determinadas características y convivir (Jaillier Castrillón, 2020). En este sentido, la información y la comunicación se articulan en un mismo proceso, la primera como elemento cognitivo y la segunda como proceso social: la comunicación es entonces, no solamente

un proceso de intercambio sino también de transformación de la información (Jaillier Castrillón, 2020).

Los medios de comunicación son ante todo, sistemas sociotécnicos, ya que su diseño y funcionamiento se configuran de acuerdo con intereses de tipo social, económico y cultural (Valdebenito Allendes, 2018). Sobre esta base, se define a la *sociedad de la información* como aquella que no puede conformarse sin la influencia de los medios de comunicación. En ella, el pilar es el procesamiento, distribución o utilización de la información impulsado por los medios de comunicación masiva (televisión, radio y prensa).

Sin embargo, en los últimos años, ha surgido una variante, la *sociedad red*, en la que las nuevas tecnologías de la información y de la comunicación constituyen sus pilares y la organización social tiene lugar en el espacio virtual (Ramos Grijalva y Arévalo Tapia, 2018). A diferencia de los medios de comunicación masiva tradicionales, en los que la información emitida es recibida por varios grupos de receptores de forma unidireccional, las nuevas tecnologías permiten la comunicación bilateral y en forma masiva al mismo tiempo (Goya, 2012): la información en línea no se encuentra aislada. Cuando un usuario busca información en Internet sobre un tema, los algoritmos tienen en cuenta sus búsquedas anteriores y su comportamiento en la red. De esta forma, los resultados obtenidos refuerzan sus propios sesgos (Brossard, 2018).

El ciudadano, fuera de la educación formal, accede a información sobre ciencia y tecnología a través de distintas fuentes, entre ellas los medios de comunicación (Giraldo-Gutiérrez. et al, 2018) que cuentan con una influencia importante en el proceso de construcción de los temas de relevancia: no solamente los definen sino también priorizan determinadas voces y puntos de vista en su cobertura (Echeverri et al., 2020). En este trabajo se indaga acerca de la potencial influencia de dichos medios en las percepciones de los y las estudiantes acerca del tema de interés.

1.5. La política científica y sus condicionantes

Dado que la ciencia es una actividad social históricamente situada, debe ser entendida en relación con los contextos en que se desarrolla. Cada sistema social prescribe un papel para la ciencia que se moldea según la agenda política que rige en esa sociedad (Ziman, 2003). Se denominan *políticas públicas* a las decisiones que adopta el poder público como respuesta a las necesidades sociales y que se expresan en normas, instituciones, bienes públicos y servicios, entre otros. De este modo, las *políticas científicas* son el conjunto de medidas que toman los gobiernos para organizar los recursos económicos que permiten conducir la investigación científica y la transferencia de sus resultados a la sociedad (Sarewitz et al., 2004). Es crucial reconocer que las políticas

científicas no operan en un vacío. Están influenciadas por diversos factores, incluyendo las prioridades económicas, las influencias culturales, las dinámicas políticas y los intereses de diferentes grupos de poder. En particular, los avances científicos no están exentos de los avances tecnológicos. Y los avances tecnológicos parecen estar “atados” a la innovación que, a su vez, parece ser un proceso dependiente del mercado.

Jorge Sábato define a la tecnología “como el conjunto ordenado de conocimientos utilizados en la producción y comercialización de bienes y servicios” (del Valle Rivera, 2010, p.11); y estos conocimientos son legitimados como “científicos” cuando están dotados de ciertas propiedades tales como ser acumulativos, sistemáticos y transmisibles. Algunos países se han destacado por su liderazgo en la innovación de las tecnologías de la información y la comunicación (TICs), de las biotecnologías y más recientemente de las nanotecnologías (Guzmán et al., 2018). Tradicionalmente, cuando se define el término *innovación*, un concepto distinto del de invención, se asume que es “algo nuevo” que ha sido orientado al mercado por los innovadores (Schumpeter, 1944 citado en Piña López y Senior Naveda, 2020). Este enfoque consolida la visión de la innovación como un proceso vinculado al mercado considerándolo un elemento central en la ordenación económica y social en donde el conocimiento es el medio para conseguir un beneficio o utilidad económica (Meras, 2019). Otra vertiente, es la de *innovación tecnológica* entendida como la aplicación de la ciencia en nuevos productos que tienen un componente de utilidad. En este sentido, la innovación condiciona a la ciencia y a la tecnología (Piña López y Senior Naveda, 2020) y se ha convertido en un objetivo perseguido por políticos, empresarios y organizaciones de la sociedad civil (Meras, 2019).

En el campo de la biotecnología, de interés en esta tesis, la investigación básica ha determinado el desarrollo de productos industrializables. La incorporación de la primera generación de organismos genéticamente modificados, como veremos en el próximo capítulo, parece haber respondido a los intereses de las grandes corporaciones y, en este sentido, dicha innovación no parece estar destinada a solucionar los problemas sociales y ambientales que genera (Rossini, 2015).

De esta manera, vemos que la política científica es parte de la estructura social y está vinculada a los avances tecnológicos principalmente cuando necesita alcanzar objetivos concretos de producción con repercusiones económicas. En este sentido, es importante que las políticas científicas sean evaluadas y ajustadas continuamente para responder a las necesidades cambiantes de la sociedad y los avances en el conocimiento. En esta tesis, los encuestados serán indagados acerca de sus percepciones con respecto a las políticas científicas en nuestro país y cómo se vinculan al avance agrobiotecnológico.

Capítulo 2. Desarrollo de la soja transgénica y productos asociados

El término *biotecnología* fue acuñado en 1917 por el ingeniero húngaro Karl Ereky para designar a todas las líneas de trabajo que permiten elaborar productos con ayuda de organismos vivos (Nodari y Guerra, 2004). Sin embargo, no se trata de una invención reciente; algunas prácticas biotecnológicas se han utilizado desde hace miles de años, por ejemplo para la producción de bebidas alcohólicas, pan, queso, yogur y vinagre, entre otros (Sánchez-Cuevas, 2003).

Al igual que el fitomejoramiento tradicional, la biotecnología se ha enfocado en la búsqueda de incrementos en la producción y protección de cultivos agrícolas contra plagas y enfermedades (Esteves Eleno, 2020). Mientras que el trabajo genético del fitomejoramiento comprendía la mejora, adaptación o diversificación mediante cruces, injertos e hibridación, la ingeniería genética logró la introducción de un gen de una especie en otra (Rossini, 2015). Con estas técnicas no solo se pudieron obtener vegetales tolerantes a plagas y a condiciones ambientales adversas como la sequía, sino que también se lograron mejorar los rendimientos por unidad de superficie de cultivos (Esteves Eleno, 2020).

Sin embargo, el desarrollo de los organismos genéticamente modificados (OGMs), y en particular el de los cultivos transgénicos, ha sido controversial (Bertuch y Fernández, 2015). La liberación comercial de las primeras variedades de OGMs para uso agrícola a mediados de la década de 1990 por parte de las empresas transnacionales desató un debate con respecto a la aplicación de la ingeniería genética a la agricultura, atrayendo opiniones a favor y en contra basadas en argumentos de tipo ético, ambiental, técnico, político y socioeconómico (Chiappe et al., 2011).

En este capítulo, se exponen diversos aspectos de esta innovación tecnológica, el desarrollo de la transgénesis en la soja y sus implicancias económicas.

2.1. Algunas cuestiones terminológicas

2.1.1. Organismos genéticamente modificados y transgénicos

Si bien es común referirse a OGM y transgénicos como sinónimos, en realidad son conceptos algo diferentes.

- Un *OGM* es un organismo al cual se le realizó un cambio mediante técnicas de ingeniería genética. Estas técnicas, por ejemplo, han permitido diseñar microorganismos eficientes para estrategias de biorremediación (Rodríguez Martínez et al., 2017).

- Un *transgénico* es un tipo particular de OGM que se crea al introducir el gen de un organismo en otro diferente con el objetivo de conferir un rasgo o una serie de rasgos que se consideran ventajosos para una mayor eficiencia productiva (Reboratti, 2010).

Es decir, todos los transgénicos son OGM pero no a la inversa (Altamirano Huerta y Marissa Margarita, 2022). De esta manera, los cultivos transgénicos son el resultado de la aplicación de la tecnología del ADN recombinante en agricultura, principalmente sobre soja, algodón, maíz y colza (Chaparro Giraldo, 2011).

Actualmente, con el 40% del total, Estados Unidos es el principal productor de cultivos genéticamente modificados y quien destina mayor cantidad de tierras (73 millones de hectáreas), seguido por Brasil (42,2 millones de hectáreas), Argentina (24,3 millones de hectáreas), India (11,6 millones de hectáreas) y Canadá (11,6 millones de hectáreas) (Wunderlich y Gatto, 2015).

2.1.2. *Herbicidas y plaguicidas*

El artículo 2° del Código Internacional de Conducta para la Distribución y Utilización de Plaguicidas define a los *plaguicidas* o *pesticidas* como:

[C]ualquier sustancia o mezcla de sustancias destinadas a prevenir, destruir o controlar cualquier plaga, incluyendo los vectores de enfermedades humanas o de los animales, las especies no deseadas de plantas o animales que causan perjuicio o que interfieren de cualquier otra forma en la producción, elaboración, almacenamiento, transporte o comercialización de alimentos, productos agrícolas, madera y productos de madera o alimentos para animales, o que pueden administrarse a los animales para combatir insectos, arácnidos u otras plagas en o sobre sus cuerpos. (FAO, 2015, p.6).

Hasta el 85% de la producción mundial de plaguicidas se utiliza en la agricultura (del Puerto Rodríguez et al., 2014) debido a que son el único medio para el control eficaz y predecible de las plagas que afectan los cultivos. Sin embargo, no hay plaguicidas exentos de riesgos para la salud humana y el ambiente (Wolansky, 2011).

Dentro del gran conjunto de plaguicidas pueden distinguirse diferentes subgrupos, entre ellos, los insecticidas, los fungicidas y los herbicidas, cada uno de ellos activo frente a una plaga específica.

Los *herbicidas* son un producto fitosanitario utilizado para eliminar plantas indeseadas y la principal herramienta en todos los programas de manejo de malas hierbas de la agricultura. Ofre-

cen un control casi completo sobre un amplio abanico de especies, resultando prácticamente inocuos en los cultivos que protegen (De Prado y Cruz-Hipólito, 2010; Barba-Ho y Becerra, 2011). En términos generales, el desarrollo de resistencia a cualquier herbicida involucra un proceso de selección que puede ocurrir de forma natural o por técnicas de ADN recombinante propuestas por la ingeniería genética (Villalba, 2009).

Entre los herbicidas, uno de los más extensamente empleado es el glifosato, un producto sistémico no selectivo y de amplio espectro usado para matar plantas no deseadas como pastos anuales y perennes, hierbas de hojas ancha y especies leñosas. Actúa a través de un único modo de acción, inhibiendo una enzima clave en la síntesis de aminoácidos aromáticos. Esto junto con el hecho de que su metabolismo es limitado en las plantas determina una baja frecuencia de fenotipos resistentes, en comparación con otros herbicidas. Además, presenta baja toxicidad para organismos que no son su blanco y limitada persistencia (Villalba, 2009). Su forma comercial más conocida es Roundup® (Campuzano Cortina et al., 2017).

2.2. Inicios y desarrollo agronómico de la transgénesis

En 1907, se descubrió que los tumores que desarrollan algunas plantas, conocidos como corona de gallo (*crown gall*), eran causados por la presencia de una bacteria. Este hallazgo fue realizado por Smith y Townsend, y los investigadores denominaron al agente oncogénico como *Bacterium tumefaciens*, nombre que posteriormente se cambió a *Agrobacterium tumefaciens* (Pellegrini, 2013). Este descubrimiento fue crucial para entender la interacción entre bacterias y plantas a nivel genético y molecular.

Casi siete décadas después, en 1974, se describió que esta bacteria tenía la capacidad de inyectar en las plantas infectadas un plásmido conocido como *plásmido Ti* (*tumor-inducing*), que codificaba una serie de genes involucrados en la regulación del crecimiento vegetal. Este proceso de transferencia genética fue un hito en la biotecnología, ya que reveló un mecanismo natural de modificación genética en plantas. Paralelamente, investigaciones centradas en identificar los genes específicos del plásmido responsables de la formación de tumores llevaron al descubrimiento de una secuencia particular conocida como T-ADN (Pellegrini, 2013).

El avance significativo ocurrió cuando los científicos lograron rediseñar el T-ADN y eliminar los efectos patógenos de la bacteria. Este rediseño permitió la introducción de genes de interés directamente en el cromosoma de las plantas sin causar enfermedades. Este logro fue fundamental para el desarrollo de la biotecnología moderna (Rossini, 2015) (**Figura 1**).

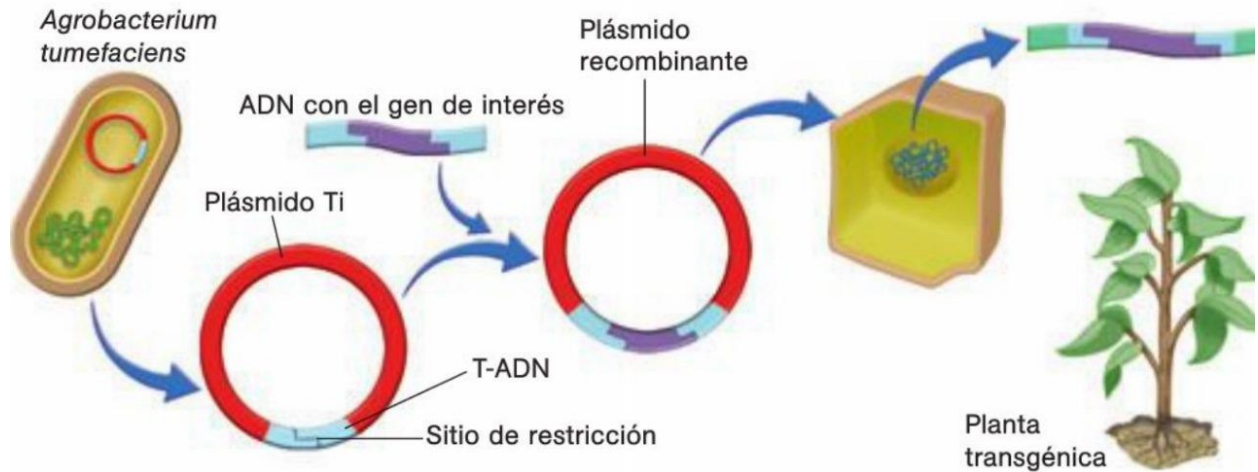


Figura 1. Obtención de una planta transgénica a través del plásmido Ti de *A. tumefaciens*.
Fuente: BioMap.

Sin embargo, las técnicas de transgénesis en organismos vegetales resultaron insuficientes durante muchos años. Recién en 1986, la empresa biotecnológica multinacional Monsanto logró desarrollar la primera planta modificada genéticamente, una planta de tabaco en cuyo genoma se añadió un gen de resistencia para el antibiótico kanamicina (Pellegrini, 2013 citado en Vilouta Rando y Pellegrini, 2021).

La introducción al mercado del primer alimento transgénico tampoco fue inmediata. En 1996 se aprobó el primer cultivo genéticamente modificado para la venta: el tomate Flavr Savr en el cual se modificaron los genes iniciadores de la podredumbre, responsables de la acumulación de la enzima poligalacturonasa (PG). Esto se realizó mediante la introducción de una copia antisentido del gen, diseñada para prevenir o reducir drásticamente la formación de PG (Vilouta Rando y Pellegrini, 2021)

Estas técnicas de manipulación genética hicieron posible la introducción de un gen de una especie en otra, llevaron a la producción de plantas mejoradas, distintas variedades y cultivos con mejores rendimientos (Hayward et al., 1998). Si bien las primeras aplicaciones de la biotecnología tuvieron como objetivo la protección de las cosechas por control de patógenos e insectos y fitomejoramiento por identificación de genes, luego se incorporó la necesidad de desarrollar plantas transgénicas resistentes a plagas, enfermedades y herbicidas (Rossini, 2015). Entre ellas, la llamada *soja RR* (Roundup Ready®), resistente al glifosato. El desarrollo de esta variante fue un paso muy importante porque, hasta ese momento, no se podía utilizar dicho herbicida en la soja (Reboratti, 2010).

En el procedimiento de obtención de la soja RR se parte de un plásmido, modificado *in vitro*. Uno de los fragmentos de ADN codifica la expresión de la proteína que le confiere resistencia al herbicida Roundup Ready® y otro se relaciona con la secuencia de regulación. La forma comercial de este desarrollo se asemeja a un “paquete de tecnología” que incluye la semilla transgénica y el herbicida al que es resistente (Santamarta, 2004).

2.3. La soja transgénica y el paquete tecnológico

Tradicionalmente, los campos se dedicaban a la ganadería y la agricultura de manera rotativa, lo que favorecía el mantenimiento de la fertilidad de los suelos. Este sistema tradicional permitía un equilibrio natural, ya que la alternancia entre cultivos y pastoreo contribuía a la reposición de nutrientes y a la mitigación de la erosión del suelo. Sin embargo, en las últimas décadas, este enfoque ha cambiado drásticamente, y las explotaciones agrícolas se han transformado casi exclusivamente en sistemas agrícolas especializados, lo que ha tenido diversas repercusiones en la salud del suelo (Abril et al., 2005).

A principios de la década de 1990, comenzó a difundirse la adopción de sistemas de labranza conservacionistas como medida para contrarrestar la erosión del suelo, uno de los principales riesgos asociados al labrado convencional. Estos sistemas también favorecían la capacidad de retención de agua mediante la cobertura superficial con rastrojos (Schalamuk et al., 2003). Una de las técnicas más prominentes que surgió de este movimiento es la *siembra directa*, la cual representa un cambio paradigmático en la forma de abordar la agricultura sostenible.

La siembra directa es una técnica de producción que se basa en el uso de herbicidas para el control de malezas y requiere el empleo de máquinas sembradoras especializadas capaces de colocar las semillas en contacto con suelo de elevado grado de consolidación a través de una capa de residuos vegetales (Martino, 1994). Este método debe ser implementado inmediatamente después de la cosecha del producto anterior, sin preparación previa del suelo, lo que permite mantener el suelo intacto y minimiza la remoción de tierra (Diamant, 2017). Este enfoque elimina la necesidad del arado y reduce significativamente el laboreo, permitiendo que el suelo quede cubierto por el rastrojo de la cosecha anterior, el cual protege el suelo de la erosión, conserva la humedad y actúa como abono natural, además de ahorrar tiempo y esfuerzo en las tareas agrícolas (Cadenazzi, 2009).

El caso de la soja es particularmente ilustrativo de los beneficios de la siembra directa. Esta técnica pudo ser adoptada masivamente con la aparición de la semilla RR y el herbicida glifosato. La no remoción del rastrojo de la cosecha anterior provocaba un aumento de la cantidad de maleza

que crecía junto a la planta de soja, un problema que los herbicidas previos no podían combatir eficazmente y de manera económica (Cadenazzi, 2009). Con la llegada de la soja RR, la producción de soja se volvió más barata, generando importantes ganancias con mínimos cuidados y escaso personal. Este cambio impulsó una marcada tendencia hacia el monocultivo, desplazando otras producciones agrícolas (Mikkelsen, 2008).

En los países productores de soja, esta tendencia hacia el monocultivo ha tenido consecuencias significativas. La producción constante de soja sobre el mismo terreno ha generado, a largo plazo, una disminución selectiva de los nutrientes del suelo. Este fenómeno, en condiciones extremas, puede llevar al agotamiento del suelo y a la necesidad de incrementar el uso de fertilizantes para mantener la productividad (Reboratti, 2010). La dependencia de fertilizantes químicos para compensar la pérdida de fertilidad natural del suelo plantea desafíos ambientales y económicos, ya que puede aumentar los costos de producción y contribuir a la contaminación del suelo y del agua.

2.4. Aspectos económicos, sociales y ambientales de los cultivos transgénicos

El desarrollo de cultivos transgénicos es, sin dudas, fuente de controversia. Por un lado, sus defensores plantean que los avances biotecnológicos aplicados al agro permitirán solucionar los problemas del hambre y el agotamiento de la superficie disponible para la agricultura. Bajo esta perspectiva, esta técnica traería consigo una gran cantidad de beneficios que apuntan al desarrollo de una agricultura sostenible (Lara Ramírez, 2020). Barfoot y Brookes (2014) afirman que el uso de transgénicos ha traído aparejado un menor uso de agroquímicos. Estos mismos autores, en un trabajo financiado por Monsanto sobre el impacto de cultivos transgénicos, destacan su efecto positivo tanto para los productores agropecuarios como para la economía de los países en los que se utilizan (Brookes y Barfoot, 2017a, 2018) y, en otro artículo, señalan el impacto favorable que estas tecnologías tienen sobre el medio ambiente al reducir el uso de insecticidas y la liberación de gases de efecto invernadero (Brookes y Barfoot, 2017b).

Sin embargo, sus detractores señalan que la agrobiotecnología no ha resuelto aún ninguno de estos problemas pese a tener un papel fundamental en la sociedad moderna como herramienta para el desarrollo (Torres Romero et al., 2020) y que permite a las empresas tomar el control sobre la agricultura (Lara Ramírez, 2020). A ello, se suma que el monopolio de las semillas afecta la libertad de cultivos administrados mediante patentes (Romero Ardila y Barreto Pinto, 2017). Además, en contraposición a los estudios de Brookes y Barfoot, autores como Giarracca y Teubal (2010) afirman que el cultivo de soja está asociado con el deterioro ambiental pues es la causa de la deforestación de extensas áreas y esto afecta a la biodiversidad. Además, dado que este cultivo

tiene alta capacidad de extracción de nutrientes y la cantidad y calidad de residuos que aporta es muy baja, se producen balances negativos de carbono y nitrógeno que conducen a la disminución del contenido de materia orgánica de los suelos (Altieri, 2009).

Otra cuestión a destacar es que las políticas comerciales y gubernamentales de las últimas décadas fomentaron la aceptación de esta tecnología en donde la mecanización, el mejoramiento de variedades de cultivos y el desarrollo de agroquímicos para el control de plagas y malezas permitieron una transición hacia el monocultivo (Altieri, 2009). Esto sumado a la dependencia hacia los insumos agroindustriales muestra que la cuestión de la soja no es solamente relevante a nivel ecológico, sino también social, político y económico (Buttel y Gertler, 1982 citado en Altieri, 2009; Hidalgo López y Sorondo, 2020; Fernández et al., 2020).

2.5. El caso de la soja genéticamente modificada en Argentina

La Argentina, como muchos otros países de la región, posee un modelo de desarrollo basado en la producción y exportación a gran escala de bienes primarios y de manufacturas de origen agropecuario con escaso valor agregado (Cacace, 2020). Este modelo productivo, definido como *agroexportador*, se basa en la explotación de recursos naturales para la provisión de materias primas al mercado internacional (Aloranti y Valinotti, 2023).

2.5.1. De la “sojización” al paquete tecnológico

El cultivo de soja en Argentina ha atravesado dos momentos principales (Brieva, 2007). El primero, a mediados de la década de 1960 cuando comenzó a arraigarse la “sojización” con la combinación del doble cultivo trigo-soja en la rotación agrícola, la sustitución de otros cultivos (maíz, sorgo) y el desplazamiento de las actividades ganaderas hacia las zonas marginales. El segundo momento ocurrió en la década del ‘90. Mediante el decreto de desregulación 2284 de 1991 (Cacace, 2020) se eliminaron diversos organismos, lo que transformó al sector en uno de los menos regulados del mundo (Teubal, 2012 citado en Cacace, 2020). Esto dio como resultado el surgimiento de nuevos actores socioeconómicos ligados al sector “agroindustrial” (Aloranti, y Valinotti, 2023). A partir de entonces, la modernización del agro junto una fuerte presión corporativa internacional sumada a una dependencia política importante con una baja participación social, fueron algunos de los factores que permitieron en la Argentina la llegada de los cultivos transgénicos (Cacace, 2020). En particular, a partir de los años 1996/97, se incorporó la primera semilla de soja manipulada genéticamente resistente al herbicida glifosato. La llegada de la soja RR, junto

con el paquete tecnológico de siembra directa, maquinaria específica y el uso del herbicida, impulsó la expansión destinada a dicho cultivo en territorio argentino (Longhi y Bianchi, 2020) y permitió lograr sucesivos récords de producción (Walter y Justo, 2020).

Si bien el cultivo de soja ha permitido la recuperación de la economía argentina debido a su rentabilidad y productividad dando un excedente positivo en la balanza comercial ha provocado una rápida deforestación, principalmente de los bosques nativos del norte del país, y ha dado lugar a la concentración de la riqueza en grandes corporaciones con la destrucción del empleo rural y deterioro del medio ambiente (Zarrilli, 2020).

Pese a los problemas medioambientales que conlleva este tipo de cultivo, para un país como la Argentina en vías de desarrollo y cuyo principal sector como porcentaje del PBI es el oleaginoso, el cultivo de soja tiene un fuerte impacto económico (San Sebastián, 2020). El monocultivo de soja RR ofrece múltiples ventajas económicas: ofrece alta rentabilidad, es de manejo sencillo y puede aplicarse en tierras previamente no explotadas; a esto se agrega el crecimiento del arrendamiento de tierras impulsado por los *pools* de siembra, que van en búsqueda de buenos rendimientos cuando otras inversiones son menos seguras o rentables (Vara, 2004). Durante los últimos años, pese a la crítica que ha recibido el modelo tecnológico que impulsa la agricultura industrial y el uso de cultivos transgénicos, este se ha afianzado pues resulta funcional a la estrategia económica y política que ha seguido Argentina durante las décadas 2002-2015 (Cáceres, 2018) (**Figura 2**). Consecuentemente, ha aumentado el uso de agroquímicos (**Figura 3**).

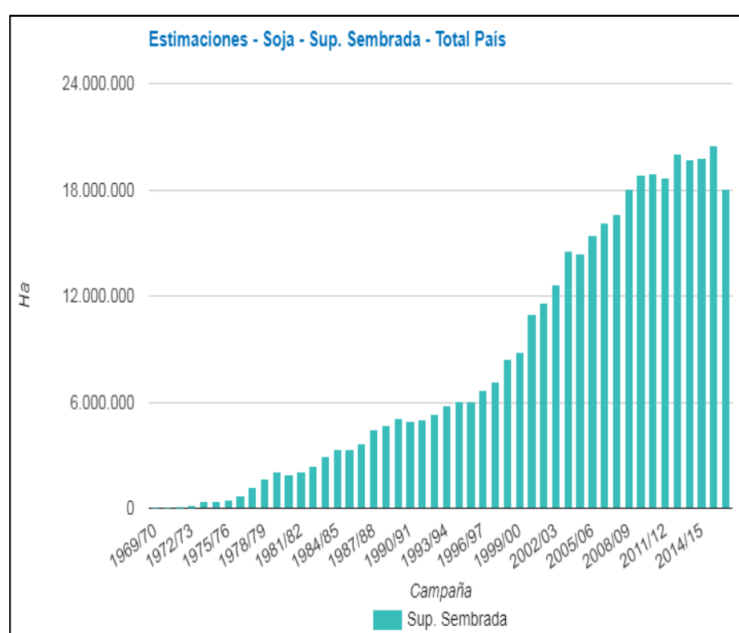


Figura 2. Producción de soja en Argentina, períodos 1969 -2015. Fuente: Ministerio de Agricultura, Ganadería, Pesca y Alimentación (2016)



Figura 3. Cantidad de agroquímicos utilizada en Argentina en los períodos 1996/2008. Fuente: Cámara de Sanidad Agropecuaria y Fertilizantes CASAFE (2019)

2.5.2. La regulación de los cultivos transgénicos en Argentina

A medida de los noventa, la Argentina fue pionera en aprobar la comercialización y producción de OGM y desde ese momento y bajo el influjo de los Sistemas Nacionales de Innovación (SNI), las políticas referidas a la ciencia y la tecnología comenzaron a adoptar un enfoque centrado en la incorporación del conocimiento científico y tecnológico a las actividades de las empresas agrobiotecnológicas (Bilański, G. A. 2023). De esta manera, el vínculo entre las firmas de biotecnología agrícola y el sistema científico tecnológico fue clave para el desarrollo de nuevos productos (Arza y Carattoli, 2012 citado en O’Farrell et al., 2022).

En nuestro país, la autorización de los OGM para su comercialización depende de un proceso de evaluación (Bilański, 2023) cuyas etapas están a cargo de organismos diferentes que dependen del Ministerio de Agricultura como ser la Comisión Nacional Asesora de Biotecnología Agropecuaria (CONABIA), el Instituto Nacional de Semillas (INASE), el Servicio Nacional de Sanidad y Calidad Agroalimentaria (SENASA) y la Dirección de Mercados Agropecuarios.

En particular, la CONABIA es la división de la cartera de agricultura responsable de la formulación y de la instrumentación de las regulaciones referentes a los OGM, así como también de la evaluación de cultivos transgénicos. Se encuentra integrada por investigadores vinculados con la comunidad científica y con las empresas biotecnológicas (Dávila, 2022). Por otra parte, el ente responsable de la regulación de pesticidas es el SENASA (Arancibia, 2020). La resolución de

aprobación de cada producto y las pruebas científicas que la justifican no son accesibles al público, y es este organismo el que tiene la responsabilidad de aprobarlos, clasificarlos toxicológicamente y fijar normas y usos de comercialización. Sin embargo, en la práctica, solamente cumple con las dos primeras y transfiere la responsabilidad de la regulación del uso y la comercialización a las provincias y municipios que toman como base para sus normativas la clasificación toxicológica provista por SENASA sobre la base de la toxicidad letal en animales de laboratorio a través de una dosis única (Arancibia, 2020).

2.6. El glifosato y su impacto

El glifosato, uno de los herbicidas más utilizados a nivel mundial, tiene su origen en la década de 1970 cuando Monsanto lo patentó y lo introdujo en el mercado en 1974 bajo el nombre de Roundup®. Esta sustancia se popularizó aún más en 1985 con el lanzamiento de la semilla transgénica resistente al glifosato, desarrollada por la misma empresa. Tras la expiración de la patente en el año 2000, otras compañías como Syngenta y Dow Agro Science comenzaron a fabricar el herbicida bajo diferentes nombres comerciales, lo que condujo a su amplia disponibilidad en el mercado actualmente (Pedemonte Castro, 2017).

Químicamente el glifosato es un aminofosfonato, análogo al aminoácido natural glicina. Su mecanismo de acción consiste en la inhibición de la enzima 5-enolpiruvil shikimato 3-fosfato sintetasa que interviene en la biosíntesis de aminoácidos aromáticos (Krämer y Schirmer, 2007).

La evaluación de toxicidad de las formulaciones que contienen este herbicida es compleja, no solo por las diferentes sales de glifosato sino también por la presencia de surfactantes. Sus posibles efectos sobre la salud de los seres humanos y el ambiente dependen de todos los componentes de la mezcla (Pedemonte Castro, 2017). En la actualidad continúa la evaluación sobre los posibles efectos que la exposición al glifosato pudiera tener en la salud animal y humana, incluyendo el potencial genotóxico de este plaguicida (Barbosa, Aiassa y Mañas, 2017). Las investigaciones son realizadas mayoritariamente por las propias empresas que los producen y comercializan (Folguera et al., 2014). En los últimos años, se han realizado estudios independientes que han ido ampliando la información sobre el vínculo entre algunos herbicidas y ciertos tipos de cáncer (Longhi y Bianchi, 2020). En ellos, la capacidad del glifosato de interactuar con el material genético, tanto *in vivo* como *in vitro* (Rank et al., 1993, Bolognesi et al., 1997, Benachour et al., 2007, Lioi et al., 1998, Monroy et al., 2005, Mañas et al., 2006, Paz-y-Miño et al., 2007, Mañas et al., 2009a,b citados en Barbosa et al., 2017).

En 2015, la Agencia Internacional de Investigación sobre el cáncer (IARC) de la OMS clasificó al glifosato como “probable carcinógeno” humano (grupo 2A). Esta categoría indica que existen evidencias que no permiten descartar un riesgo (Kogevinas, 2018). Desde su aparición en el mercado, muchos trabajadores agrícolas denunciaron problemas respiratorios, irritaciones y reacciones alérgicas entre otras afecciones (Longhi y Bianchi, 2020). En Argentina, las denuncias tuvieron un patrón común: el aumento de cáncer y malformaciones en recién nacidos, en poblaciones expuestas a las fumigaciones por estar cerca de las zonas de cultivo de soja transgénica (Rodríguez Nazer, 2019). Distintos estudios han mostrado que en la cuenca del Paraná, especialmente en la zona que va desde la provincia de Santa Fe hasta la ciudad de Luján en la provincia de Buenos Aires, y en la cuenca del Arroyo Crespo, existen altas concentraciones de glifosato tanto en el río como en las aguas subterráneas (Aparicio et al., 2017 citado en Cacace, 2022).

Por su parte, la Autoridad Europea de Seguridad Alimentaria (EFSA) no ha encontrado ninguna área de preocupación crítica en su revisión por pares sobre la evaluación de riesgos del glifosato, en relación con el riesgo que este representa para la salud humana, animal o el medio ambiente. En 2022, la Agencia Europea de Sustancias y Mezclas Químicas (ECHA) realizó una evaluación de los peligros del glifosato y concluyó que no reunía los criterios científicos para ser clasificado como una sustancia carcinógena, mutagénica o tóxica para la reproducción (ECHA, 2023). La EFSA ha empleado la clasificación de peligros de la ECHA en la evaluación de riesgos del glifosato para la Unión Europea.

Capítulo 3. Percepción pública de la ciencia y la tecnología

El desarrollo de los OGMs es un caso claro de la relación que existe entre ciencia, tecnología y sociedad. La controversia que han suscitado por su potencial impacto sobre la salud y el medio ambiente ha motivado al público a conocer información sobre sus beneficios y riesgos (Lugo y Valadez-Vega 2023, Robayo-Avendaño, et al., 2018). Si bien muchas de las personas dedicadas a la investigación en biología y biotecnología vinculan el rechazo que reciben los OGMs por parte del público con la *ignorancia*, las investigaciones sobre percepción llevadas a cabo muestran que considerar negativo el uso de los transgénicos no correlaciona con un nivel de alfabetización menor (Polino, 2015). La actitud de los distintos actores sociales no depende exclusivamente del conocimiento que poseen con relación al tema específico sino también, entre otras cuestiones, de la confianza en las instituciones que desarrollan las investigaciones y de la credibilidad que le otorgan a la información recibida (Robayo-Avendaño., et al 2018). Por este motivo, si bien un mayor conocimiento lleva a un posicionamiento más claro sobre la biotecnología, dicho posicionamiento puede traducirse en una postura más negativa, crítica o cautelosa.

En este capítulo se presentará el conjunto de conceptos usualmente utilizado en literatura para estudiar la percepción pública de la ciencia y la tecnología ya que será la herramienta empleada para el análisis empírico posterior. También se realizará un breve recorrido por los estudios más recientes referidos a la percepción pública que tiene la sociedad a nivel mundial y regional sobre la ciencia y, más específicamente, sobre organismos transgénicos y OGM, la agrobiotecnología y el uso de agroquímicos.

3.1. Incertidumbre, riesgo, ambivalencia y confianza

Dentro de la tradición de los estudios sobre cultura científica, el concepto de percepción pública de la ciencia y la tecnología no está claramente definido aunque, a grandes rasgos, podemos decir que hace referencia a un conjunto de conceptos como actitudes, valoración, intereses, conocimientos, entre otros (Atar, 2007) regidos por la ambivalencia (Blanco e Iranzo, 2000), la confianza, la incertidumbre y el riesgo (Beck, 1998). Desde este modo, pese a una tendencia general de imagen favorable hacia la ciencia, la sociedad percibe que no está exenta de generar consecuencias negativas en su aplicabilidad. Así, la percepción pública de la ciencia y la tecnología ha

evolucionado desde formas de “aceptación acrítica” hasta la situación actual en que las innovaciones tecnológicas se incorporan en la vida cotidiana, pero a la vez se produce un escrutinio social ligado a la percepción del riesgo (Díaz Martínez y López Peláez, 2007).

En este trabajo analizaremos la percepción de los y las estudiantes respecto del uso de la agrobiotecnología en términos de cuatro categorías: incertidumbre, riesgo, ambivalencia y confianza.

Categoría I. Incertidumbre

Suele definirse de forma muy general a la *incertidumbre* como la falta de conocimientos o información, pero a fines de este trabajo requerimos una definición más precisa. Tomaremos, entonces, las propuestas de Tutton (2007) y Vaccarezza (2015) y llamaremos *incertidumbre* a la *posición del sujeto con respecto a su propio conocimiento -y el que atribuye a personas expertas- sobre las seguridades de una aplicación tecnológica*.

En este sentido, *incertidumbre* se diferencia del concepto de *riesgo* porque hace una referencia directa al conocimiento y no a las *expectativas* sobre acontecimientos no deseados de carácter perjudicial, sea para sí mismo o para la sociedad en su conjunto (Tutton, 2007) y se diferencia del concepto de *confianza* porque esta última siempre está referenciada a la credibilidad que una persona manifiesta *hacia* ciertos agentes sociales (investigadores, empresarios, etc.) y nunca hacia ella misma (es una perspectiva de tercera persona y no de primera persona como sí puede serlo la incertidumbre).

Categoría II. Riesgo

Las sociedades modernas desarrollan un modelo industrial y tecnológico que conduce a una serie de cursos de acción y de efectos que provocan riesgo tanto para los individuos como para el conjunto de la población enfrentando a la ciencia a una duda metódica con relación a sus fundamentos y aplicaciones (Cohen y Mendez, 2015).

A diferencia de la *incertidumbre* en la que se considera la posición de una persona respecto de su propio conocimiento, cuando hablamos de *percepción del riesgo* nos referimos a su *posición frente a la posibilidad de acontecimientos inciertos*. Mientras que la incertidumbre apunta a lo desconocido, el riesgo se refiere siempre a acontecimientos *futuros* que es *posible* que se presenten (Chávarro, 2018).

Por otro lado, es necesario también introducir el concepto de *aceptabilidad del riesgo*. Según O’Riordan et al. (1983) para analizar el término *aceptabilidad* hay que tener en cuenta varios

criterios, entre ellos que el riesgo sea lo suficientemente bajo como para asumirlo a condición de percibir beneficios y que no se lo pueda reducir fácilmente.

Categoría III. Ambivalencia

El concepto de *ambivalencia* se refiere a la *coexistencia de valoraciones positivas y negativas sobre el mismo objeto*. En trabajos previos se ha señalado que:

La ambivalencia presenta una relación positiva con la percepción de incertidumbre cognitiva general (...). De manera tal que quienes tienen incertidumbre tienden a manifestar ambigüedad valorativa (Vaccarezza, 2015, p.32).

El concepto de ambivalencia es útil para interpretar el proceso reflexivo que considera un objeto simultáneamente como positivo y negativo (...). La ambivalencia es así interpretada como el producto de una creciente complejización de la cultura que entra en conflicto con las subjetividades y está asociada a la percepción de incertidumbre y riesgo (Meras, 2019, p.96).

Categoría IV. Confianza

La *confianza* entre los actores tiene un papel clave en la percepción pública (Todt, 2004):

En el nivel de confianza de los ciudadanos y de los críticos influye su visión de los posibles desarrollos futuros, de la probabilidad del surgimiento de problemas y efectos no previstos, así como de la capacidad de los promotores y reguladores de contener o solucionar posibles problemas (Todt, 2004, p.91).

Como ya mencionamos, es importante distinguir *confianza* de *incertidumbre* ya que no cubren los mismos aspectos en la representación social de las personas. Mientras que, en el caso de la *incertidumbre*, nos referíamos a las seguridades cognitivas sobre determinada tecnología, cuando hablamos de *confianza* hacemos referencia a quienes portan, usan y producen el conocimiento. .

La *confianza* siempre hace referencia a otro actor o conjunto de actores, hacia la acción de otros (Sztompka, 2006; Vaccarezza, 2015). Vaccarezza (2015) agrega que el término también “puede referir a situaciones en que el objeto de riesgo está alejado de mi experiencia personal directa y en relación con lo cual no postulo una agencia propia” (p.20). Esta acepción es importante para el presente trabajo, pues los y las estudiantes entrevistados están situados “lejos” de la problemática planteada.

En el Capítulo 5 se retomarán estas definiciones cuando se presente la categorización de las preguntas de los cuestionarios y sus correspondientes opciones de respuestas.

3.2. Percepción pública de los OGM, los transgénicos y la agrobiotecnología

Desde el desarrollo de las primeras técnicas de manipulación del ADN, la ingeniería genética ha estado en el foco de diversas controversias que han traspasado las fronteras de la comunidad científica, para desplegarse en el ámbito más amplio de la sociedad. La producción y utilización de cultivos genéticamente modificados es, desde su implementación en la década del '90, una discusión candente. Se considera como un *problema retorcido* pues no existe un acuerdo sobre cuál es el problema específico (Vilouta Rando y Pellegrini, 2021). Por ejemplo, mientras que los productos biotecnológicos obtenidos por técnicas de ADN recombinante destinados a la salud humana o animal han gozado de un alto nivel de aceptación social, la misma técnica aplicada a la agricultura ha llevado a una relación conflictiva entre ciencia, industria y sociedad (Bergel, 2003).

Esta inconsistencia parece sustentarse en que las personas que creen ambas cuestiones a la vez sostienen que la tecnología agrícola no se orienta a resolver problemas reales, sino que los crea con el fin de desarrollar nuevos artefactos tecnocientíficos destinados a solucionar esos problemas. Al estar diseñada, pensada y usada para maximizar la ganancia económica no podría utilizarse “para el bien” (Vilouta Rando y Pellegrini, 2021). Esto ha llevado a que los cultivos genéticamente modificados sean identificados como la fuente de todos los problemas sociales y ambientales relacionados al ámbito agrícola, como ser la destrucción de la biodiversidad y de los ecosistemas que impactan directamente sobre las poblaciones (Pellegrini, 2013).

En consecuencia, pese a que los OGM ofrecen diversas ventajas como mayor rendimiento de las cosechas y mejoras en la calidad y composición de nutrientes, son objeto de fuertes críticas que impiden el desarrollo de un mercado adecuado para su consumo. Esta percepción negativa ha sido relevada en diversos trabajos con algunas variaciones según la localización geográfica, entre otros factores.

Sohi y colaboradores (2023) analizaron la percepción del público general hacia los alimentos basados en OGM en múltiples redes sociales y servicios web a lo largo de dos años y encontraron que, sobre un total de 2 millones de menciones, el 54% eran neutras, el 32% negativas y solamente el 14% positivas. Si bien el estudio tiene sus limitaciones, los resultados sugieren un problema importante para la adopción de los OGM por parte del público. Wunderlich y Gatto (2015), por su parte, han señalado que los consumidores europeos muestran una baja aceptación y han impulsado

la identificación de los OGM reglamentando el etiquetado de este tipo de alimentos, fenómeno que se extendió a gran parte del mundo incluyendo Japón, China, Taiwán, Indonesia, Tailandia, Arabia Saudita, Corea del Sur, Mauricio, Sudáfrica, Nueva Zelanda y Australia (Walter y Justo, 2020).

En Estados Unidos, país líder en la siembra de cultivos biotecnológicos (Woźniak-Gientka et al., 2022), una encuesta de consumo realizada a más de 2200 personas en 2022 arrojó como resultado que la frase “sin OGM” era en un 46% más atractiva al comprar productos alimenticios o bebidas (Sohi et al., 2023). Esto es particularmente llamativo si se considera que muchos cultivos estadounidenses se realizan utilizando semillas genéticamente modificadas (soja, maíz, algodón y canola) y, por lo tanto, la mayoría de los alimentos procesados en ese país contienen al menos un ingrediente genéticamente modificado (Funk y Kennedy, 2016). Sin embargo, pese a esta postura, estudios llevados a cabo por Wunderlich y Gatto (2015) han respaldado la conclusión de que los consumidores norteamericanos tienden a aceptar más a los OGM que sus homólogos europeos quienes están dispuestos a pagar por alimentos no transgénicos.

La visión negativa hacia los alimentos modificados genéticamente no está limitada solo a Estados Unidos y Europa. Según un estudio realizado por Cui y Shoemaker (2018) en China, el 11.9% de los encuestados tenía una opinión favorable, el 41.4% neutral y el 46.7% desfavorable sobre los OGM. En Japón, la situación es algo distinta. Kato-Nitta et al. (2023) llevaron a cabo un estudio en el que se investigaron las percepciones públicas sobre los riesgos y beneficios de la edición génica en cultivos alimentarios en Estados Unidos, Japón y Alemania a través de encuestas en línea. Los participantes estadounidenses mostraron actitudes más positivas hacia esta tecnología y, a su vez, los participantes japoneses percibieron mayores beneficios de la edición génica que los alemanes. No hubo diferencias significativas entre Japón y Alemania en cuanto a las percepciones de riesgo. Este resultado fue similar al de Komoto et al. (2014), quienes encontraron que la aprensión hacia los alimentos transgénicos era menor en Estados Unidos en comparación con Japón y Francia.

Muchas veces este escepticismo se asocia a la falta de información sobre OGM que poseen los consumidores y al hecho de que, en general, el público muestra una comprensión limitada, maneja conceptos erróneos e incluso desconocimiento (Wunderlich y Gatto, 2015). En este sentido, se han realizado investigaciones tendientes a analizar cómo la provisión de información modifica (o no) la aceptación de los alimentos transgénicos.

Taguchi y colaboradores (2023), por ejemplo encuestaron a 3.408 personas en Japón y encontraron que la aceptación de distintos enunciados aumentaba después de ver un video informativo, especialmente entre quienes habían comprendido su contenido: la aceptación de la “disponibilidad comercial de alimentos transgénicos” en un 53%, la del “consumo de alimentos transgénicos por parte de otros” en un 47% y la de “su propio consumo de alimentos transgénicos” en un 49%. Otro tipo de estudio sobre este mismo tema fue realizado por Erokhin y Komendantova (2023) quienes se centraron en el análisis de las discusiones relacionadas con los OGM en la red social Twitter, con un enfoque específico en la difusión de información errónea y teorías de conspiración. Recopilaron y analizaron más de un millón de tweets en inglés entre enero de 2020 y diciembre de 2022 y encontraron que la información errónea sobre los OGM se ha extendido rápidamente a través de las redes sociales y los sitios web, y a menudo distorsiona los hechos científicos exagerando los riesgos, lo que genera miedo y escepticismo en el público.

En términos de la confiabilidad de la información, un estudio realizado por Funk y Kenney (2016) en los Estados Unidos mostró que los ciudadanos confiaban más en la información otorgada por los científicos que en la brindada por las industrias alimentarias y/o medios de comunicación. Wunderlich y Gatto (2015), por su parte, encontraron que los consumidores que confiaban en las organizaciones científicas tenían un 24% más de probabilidades de encontrar útiles los OGM.

Se ha visto, además, que los OGM 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 (Vilouta Rando y Pellegrini, 2021). Dicha actitud parece correlacionar, por un lado, con la confianza del consumidor en las instituciones y en las políticas regulatorias (Robayo-Avenidaño et al., 2018) y, por otra parte, con la sensación de inseguridad ante la alteración de lo que se considera natural con el objetivo de convertirlo en algo artificial (Ruiz Martín, 2023).

Por último, se ha explorado también la percepción pública sobre el riesgo del uso de agroquímicos. En particular, la construcción del riesgo alrededor de las fumigaciones se asocia a controversias sociotécnicas en las cuales se pueden distinguir dos posturas: la pragmática y la precautoria. Si bien, por un lado, diversas corporaciones sostienen que la buena empleabilidad de los agroquímicos minimiza el impacto negativo sobre la salud y el medio ambiente, organizaciones médicas y científicas cuestionan estas afirmaciones basándose en evidencias del impacto negativo (Villarreal, 2017). Las tensiones entre estas dos posturas generan confusión en la población (Villarreal, 2017) y el hecho de no tener control sobre el uso de agroquímicos, hace que la sociedad se

sienta más indefensa frente a estas prácticas. Esta percepción del riesgo parece ser mayor en los sectores sociales que no están involucrados con el sector agropecuario mientras que para los trabajadores de dicho sector la principal preocupación es la falta de control y no las enfermedades que estos productos puedan causar (Aijón Abadal y Cumplido Prat, 2007).

3.3. El caso de la Argentina

Los estudios de percepción pública de la ciencia y la tecnología han tenido en estos últimos años un gran desarrollo en los países industrializados (Vaccarezza, 2007). Los países iberoamericanos entraron en este campo más tarde y adoptaron, en parte, las metodologías y preguntas usuales y estándar de encuestas clásicas como la de la National Science Foundation y el Eurobarómetro (Polino y García Rodríguez, 2016). En Argentina, la realización de encuestas de alcance nacional de percepción pública de la ciencia comenzó en el año 2003 bajo la órbita de la Secretaría de Ciencia y Tecnología (SECyT). En 2007, con la creación del Ministerio de Ciencia, Tecnología e Innovación (MINCyT), el proyecto se incorporó al plan de trabajo de la Dirección Nacional de Información Científica (DNIC) y bajo su gestión se realizaron las encuestas de 2012, 2015 y 2021.

3.3.1. Percepción de la ciencia y tecnología

Algunos de los resultados relevantes de la 5° Encuesta Nacional de Percepción Pública de la Ciencia fueron los siguientes (MINCyT, 2021).

Interés por la ciencia y la tecnología

En los últimos años, ha habido un aumento significativo en el interés de la población argentina en ciencia y tecnología, así como en medicina y salud, y medioambiente. Este interés es similar entre jóvenes y adultos, aunque disminuye en personas mayores de 55 años. La mayoría tiene una visión positiva sobre el impacto de la ciencia y la tecnología en la sociedad, con un 66% que percibe más beneficios que riesgos. Aunque aproximadamente la mitad apoya la participación ciudadana en asuntos científicos, la otra mitad cree que debería ser responsabilidad exclusiva de expertos (**Tabla 1**).

Fuentes de información

El interés por la ciencia, tecnología y medioambiente está relacionado con la percepción de información, siendo mayor en jóvenes y adultos jóvenes comparado con personas mayores de 55 años. El acceso a información especializada es principalmente a través de la televisión, seguido por Internet, especialmente para personas con mayor nivel educativo. En 2021, Internet fue la

segunda fuente de información más importante, seguida por las redes sociales. Estas últimas se han convertido en una fuente creciente de contenido científico, con Facebook y YouTube como las plataformas más utilizadas (**Tabla 2**).

	P3.1 Ciencia y tecnología		P3.2 Medicina y salud		P3.3 Medioambiente y ecología	
	2015	2021	2015	2021	2015	2021
Mucho	11,7%	26,8%	20,6%	30,8%	16,4%	32,9%
Bastante	40,3%	37,0%	49,4%	46,5%	45,1%	39,1%
Poco	38,4%	30,7%	25,1%	20,2%	31,6%	24,5%
Nada	9,5%	5,2%	4,8%	2,5%	6,7%	3,4%
No sabe	0,1%	0,3%	0,1%	-	0,2%	0,1%
Total	100%	100%	100%	100%	100%	100%

Tabla 1. Evolución del interés en temas de CyT, medicina y salud, medioambiente y ecología.
Fuente: Encuesta Nacional de Percepción Pública de la Ciencia (2021)

	P5.1 Televisión	P5.6 Internet	P5.2 Diarios	P5.3 Radio	P5.4 Revistas de divulgación	P5.5 Libros de divulgación
Sí, con frecuencia	35,0%	29,9%	17,5%	10,1%	7,7%	7,7%
Sí, de vez en cuando	47,3%	35,9%	30,2%	20,6%	21,8%	17,9%
No, nunca	17,6%	34,0%	52,0%	68,8%	70,0%	73,8%
Ns/Nc	-	0,2%	0,3%	0,5%	0,4%	0,6%
Total	100%	100%	100%	100%	100%	100%

Tabla 2. Consumo informativo sobre ciencia y tecnología a través de distintos medios.
Fuente: Encuesta Nacional de Percepción Pública de la Ciencia (2021)

Las instituciones científicas y la percepción del trabajo de los científicos

La sociedad argentina percibe la investigación científica y el desarrollo tecnológico como áreas con un nivel de desarrollo intermedio en comparación con otros sectores estratégicos. Entre 2015 y 2021, hubo una disminución en las opiniones positivas sobre la destacada contribución del país en investigación científica y desarrollo tecnológico.

En general, el conocimiento sobre instituciones científicas es bajo, con solo un tercio de los encuestados capaces de mencionar alguna. Los científicos son ampliamente valorados y considerados fuentes confiables de información. En particular, es interesante destacar que la credibilidad en los y las investigadoras ha ido aumentando con el tiempo (**Tabla 3**).

	2003	2006	2012	2015	2021
Científicas y científicos que trabajan en institutos o centros públicos*	53,7%	45,3%	59,6%	56,8%	63,6%
Médicas y médicos	37,9%	34,4%	39,0%	42,5%	63,7%
Científicas y científicos que trabajan para la industria*	27,3%	23,8%	37,9%	39,6%	38,8%
Representantes de organizaciones del medioambiente	31,3%	17,5%	22,5%	22,4%	19,7%
Periodistas	15,1%	20,0%	18,5%	23,4%	17,5%
Representantes del gobierno	3,4%	1,6%	5,8%	8,0%	6,7%
Representantes de organizaciones de consumidores	11,4%	1,8%	4,5%	11,9%	4,2%
Religiosos	6,5%	3,5%	4,2%	9,0%	2,5%
Docentes	-	13,8%	24,3%	19,3%	-
Escritores/intelectuales	-	5,7%	14,5%	18,6%	-
Políticos	-	-	3,0%	1,9%	-

Tabla 3. Evolución de la confianza en fuentes informativas.
Fuente: Encuesta Nacional de Percepción Pública de la Ciencia (2021)

Actitudes y participación ciudadana en ciencia y tecnología

Si bien existen matices valorativos, en la sociedad predomina una actitud favorable con respecto al desarrollo de la ciencia y la tecnología. Sin embargo, solamente un tercio considera que exclusivamente produce beneficios siendo una proporción similar de los encuestados que sostiene la importancia del desarrollo científico - tecnológico cuando los beneficios superan a los riesgos (**Tabla 4**).

La ciencia y la tecnología solo traen beneficios	35,7%
Los beneficios de la ciencia y la tecnología son mayores que sus riesgos	30,5%
Los beneficios y los riesgos de la ciencia y la tecnología están equilibrados	25,1%
Los riesgos de la ciencia y la tecnología son mayores que los beneficios	3,3%
La ciencia y la tecnología solo traen riesgos	1,6%
Ns/Nc	3,9%
Total	100%

Tabla 4. Opinión sobre riesgos y beneficios de la ciencia y la tecnología.
Fuente: Encuesta Nacional de Percepción Pública de la Ciencia (2021)

Si bien la mitad de los encuestados defienden el derecho a la participación, solamente un 26% se involucraría si tuviese la oportunidad. La otra mitad del público encuestado no considera que sea necesario la realización de consultas públicas siendo el gobierno, la comunidad científica y el personal técnico los más capacitados para decidir.

3.3.2. *Percepción de la biotecnología*

Pese a que la biotecnología ha sido definida como un sector transversal prioritario en nuestro país por el ex Ministerio, ahora Secretaría de Ciencia y Técnica, se conoce relativamente poco sobre las actitudes de la sociedad argentina hacia esta disciplina (Vaccarezza et al., 2004).

En 2014, el Observatorio de Ciencia, Tecnología y Sociedad de la Organización de Estados Iberoamericanos (OEI) junto con la colaboración del Centro de Estudios sobre Ciencia, Desarrollo y Educación Superior (Centro Redes) llevó a cabo la “Encuesta exploratoria sobre percepción pública de la biotecnología alimentaria en la Argentina” (MinCyT, 2015). Allí se analizó la familiaridad con la biotecnología y con los alimentos genéticamente modificados, la credibilidad en fuentes informativas, la percepción de beneficios y riesgos globales de la biotecnología aplicada a los alimentos, las actitudes hacia la biotecnología aplicada a la producción vegetal y animal y las actitudes frente a la compra de alimentos genéticamente modificados. Algunos de los resultados más relevantes se muestran a continuación.

Familiaridad con la biotecnología y con los alimentos GM

Se vio que el público en general, independientemente de su nivel de alfabetización, se encontraba familiarizado con el tema y que esta familiaridad aumentaba con el nivel educativo. Estos

resultados fueron diferentes a los de la Primera Encuesta Nacional de Ciencia y Tecnología (Vacarezza et al., 2004), que se había realizado diez años antes, en la que se vio que el público tenía un conocimiento relativamente bajo con respecto a la biotecnología. Esta diferencia encontrada podría deberse, entre otras causas, a una mayor difusión de esta temática en la población en general.

Credibilidad en fuentes informativas

Los científicos resultaron ser considerados la fuente informativa más confiable, seguidos por los médicos y las organizaciones medioambientales. Las fuentes periodísticas quedaron en los últimos lugares (**Tabla 5**). Es interesante notar que para el caso específico de la biotecnología la gente parece confiar más en investigadores que trabajan en las industrias por sobre el empleo público mientras que ocurre a la inversa cuando se pregunta por la confianza en general (como se vio en la Tabla 3).

	Frecuencia	%	% acumulado
Científicos que trabajan en las industrias	375	28%	28%
Científicos que trabajan en organismos o institutos públicos	303	23%	51%
Médicos	214	16%	67%
Organizaciones de defensa del medio ambiente	188	14%	81%
Organizaciones de consumidores	113	8%	89%
Periodistas	29	2%	91%
Miembros de la iglesia	17	1%	92%
No sé	73	8%	100%

Tabla 5. Respuestas a la pregunta “¿En quién confiaría para formarse una opinión sobre los resultados de la biotecnología?” Fuente: Encuesta exploratoria sobre percepción pública de la biotecnología alimentaria en la Argentina (MinCyT, 2015)

Riesgos y beneficios

En cuanto a riesgos y beneficios que puede presentar la biotecnología aplicada a la alimentación las posturas están muy divididas (**Figura 4**).

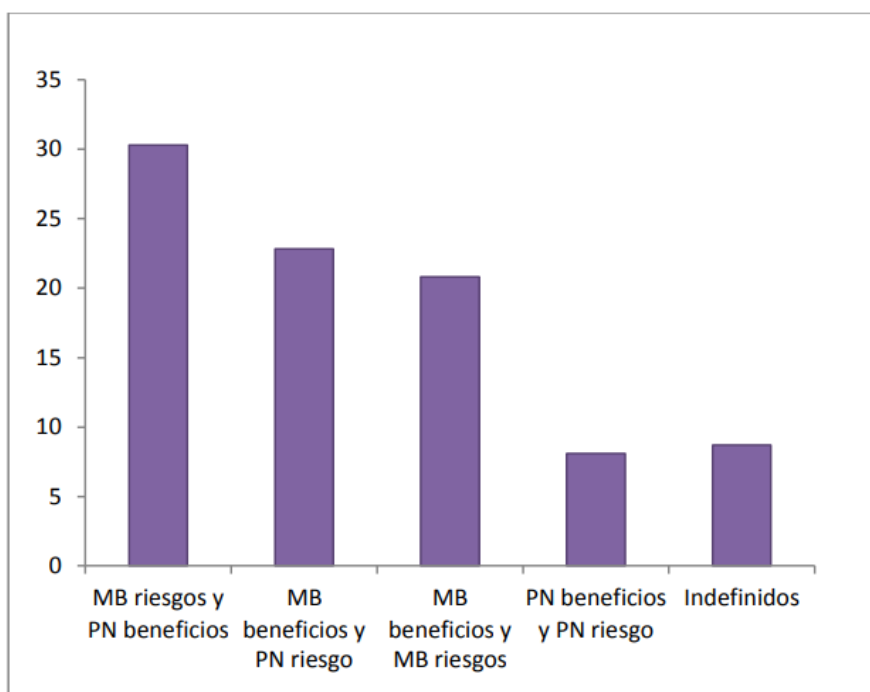


Figura 4. Percepción de beneficios y riesgos de la biotecnología aplicada a los alimentos. MB: Mucho/Bastante; PN: Poco/Ninguno. Fuente: Encuesta exploratoria sobre percepción pública de la biotecnología alimentaria en la Argentina (MinCyT, 2015)

Esta multiplicidad de combinaciones y la ambivalencia en las actitudes evidencia la complejidad de la percepción pública de los efectos de la ciencia y la tecnología, algo que ya había sido descrito por Cámara Hurtado y López Cerezo (2014).

Actitudes hacia la biotecnología y los alimentos GM

La encuesta evalúa ocho variables relacionadas con la modificación genética en plantas y animales. Se observa una alta aceptación hacia la resistencia de las plantas a enfermedades y plagas, aunque condicionada por su impacto ambiental. Sin embargo, la aceptación varía para otras aplicaciones, como la mejora nutricional de los alimentos o la prolongación de su vida útil. En general, se evidencia una polarización de actitudes, especialmente en la biotecnología animal, donde hay un aumento en las respuestas indefinidas.

Aunque algunas aplicaciones como la producción de órganos para trasplantes reciben un nivel medio de aceptación, otras como la alimentación de animales con plantas modificadas genéticamente generan más oposición. Aunque la mayoría aceptaría consumir alimentos genéticamente modificados por el hecho de que necesitan menos cantidades de pesticidas para ser cosechados, las opiniones se dividen cuando se considera su valor nutricional y la tendencia negativa se acentúa cuando se evalúa el potencial de compra si fuera más barata que los alimentos convencionales.

Capítulo 4. La escuela media y técnica en Argentina

La ciencia y la tecnología son hoy determinantes en la construcción de las sociedades modernas y constituyen un factor de inclusión (Bono y Tenutto, 2018). Uno de los fines principales de la educación científica y tecnológica consiste en que los alumnos se familiaricen con los métodos y procedimientos de la ciencia y la tecnología para comprender mejor cómo se construye el conocimiento científico o técnico. Se trata no sólo de aprender conceptos sino también de desarrollar destrezas y contenidos procedimentales en tales áreas.

En este contexto ha surgido un cambio en el concepto de *ciencia enseñada*, relacionándola con la necesidad de estimular en los estudiantes una toma de conciencia sobre su rol activo como actores sociales con posibilidades de decisión (Galagovsky, 2007). Así, la comunidad educativa comenzó a requerir nuevos modelos de enseñanza en los que la selección de los contenidos considere la relevancia social de los temas y en los que las estrategias metodológicas estén orientadas hacia el estímulo de vocaciones en ciencia y tecnología y hacia el desarrollo de las capacidades para la participación pública (Quintero Cano, 2010).

Cuando se analiza el aprendizaje de la ciencia en las aulas es necesario evaluar el estado de conocimiento de los y las estudiantes, analizar la distancia entre la pre-comprensión de los conceptos científicos y su significación académica y disponer de operaciones didácticas para producir aprendizaje. Desde ya, los estudiantes cargan con representaciones sociales que han sido adquiridas en la interacción con sus respectivos grupos de origen (Brunetti et al., 2014). Dado que uno de los objetivos de esta tesis es analizar si la percepción de los y las estudiantes respecto del uso de agrobiotecnología está condicionada por la enseñanza que reciben, en este capítulo abordaremos, primero de manera general y luego específicamente para la educación técnica en química, la enseñanza de las ciencias en la escuela media en Argentina.

4.1. Contenidos y competencias

La escuela secundaria en la actualidad tiene el objetivo de ser una escuela inclusiva y, en este contexto, promover la alfabetización científica y tecnológica de todos los ciudadanos para que puedan participar en el proceso democrático de toma de decisiones y en la resolución de problemas relacionados con la ciencia y la tecnología (Lorenzo y Farré, 2020). Desde este punto de partida se trabaja la *ciencia escolar* que no es la ciencia de los científicos sino una versión elaborada para su aprendizaje en ámbitos escolares, pensada en función de los intereses del estudiantado y basada en los diseños curriculares (Defago e Ithuralde, 2018).

En la currícula escolar se incluye el desarrollo de competencias, modos de conocer y habilidades de pensamiento, de indagación, de búsqueda y organización de la información (Lorenzo y Farré, 2020). “Ser competente es poseer un conocimiento funcional, no inerte, utilizable y reutilizable, que pueda ser aplicado en diferentes problemas reales, en nuevas o viejas tareas, en nuevos contextos que supongan ir más allá de lo aprendido” (Lorenzo, 2017, p.249). De allí la importancia que estas asignaturas tienen en el currículum escolar, no como herramientas funcionales de la memoria (Lorenzo y Farré, 2020) sino como formadoras de futuros ciudadanos en capacidades que les permitan una actuación plena en la sociedad (Adúriz-Bravo, 2017).

En particular, 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 y Liso, 2012 citado en Vilouta Rando, 2023) y llevado a considerar el abordaje de las controversias sociocientíficas como un componente fundamental de la educación científica (Díaz Moreno y Jiménez-Liso, 2012; Ratcliffe y Grace, 2003 citado en Vilouta Rando, 2023). En este sentido, los organismos OGM son uno de los temas científicos emergentes que más controversias han suscitado. De allí la importancia de incluir contenidos de biotecnología en la currícula escolar junto con una perspectiva social de la ciencia y la tecnología que generen en los estudiantes un pensamiento autónomo y crítico (Cardozo et al., 2021; Espinoza Rodríguez, 2023; Fernández-Alías et al., 2020).

Si consideramos que la finalidad educativa de la enseñanza de las ciencias es contribuir a la formación democrática (Cardozo et al., 2021), resulta importante indagar acerca de la posición de los y las estudiantes respecto de la biotecnología y sus controversias para enfocar el desarrollo de las clases (Mata Lozano, 2021). Como señalan los mismos autores, diversos estudios muestran que el alumnado de la escuela secundaria posee una actitud favorable hacia las aplicaciones orientadas a la biomedicina. Además, se ha descrito que su opinión acerca del uso de OGM depende del organismo utilizado: se muestran, en general, favorables hacia el uso de microorganismos en biotecnología, pero les genera un mayor rechazo el uso de vegetales, animales y personas.

4.2. Origen y desarrollo de la educación técnica en Argentina

La educación secundaria en Argentina, más allá de cierta heterogeneidad interprovincial y multiplicidad de planes, se organiza en dos grandes orientaciones curriculares: bachillerato y técnica (Cervini y Basualdo, 2003).

Desde sus orígenes, la educación técnica ha perseguido un doble propósito: por un lado brindar a los alumnos una formación para el trabajo y, por el otro, prepararlos para estudios de nivel superior, generalmente carreras con fuerte contenido técnico como las ingenierías y la arquitectura (Sosa, 2016).

La historia de la educación técnica en Argentina se encuentra vinculada al surgimiento de la industria nacional debido a que su avance alentó la demanda de trabajadores calificados desde distintos sectores productivos (Sosa, 2016). En 1860 se inició la educación de artes y oficios, que evolucionó hacia la consolidación de la escuela técnica oficial en las décadas siguientes. Las políticas implementadas por los distintos gobiernos durante el siglo pasado dieron lugar a ciclos de industrialización y desindustrialización e impactaron directamente sobre la educación técnica profesional. A mediados del siglo XX, gracias a la industrialización, comenzaron a crearse escuelas técnicas y de formación en oficios, desarrollo que culminó con la inauguración de la Universidad Obrera, hoy Universidad Tecnológica Nacional. A finales de este ciclo, durante el gobierno de Frondizi, se creó el Consejo Nacional de Educación Técnica (CONET). A partir de la década de 1970 el proceso industrializador del país comenzó a decrecer llegando a la década de 1990 con la privatización, el cierre de fábricas y el deterioro de la industria nacional. En 1993 se sancionó la Ley Federal de Educación, dejando la propuesta formativa técnica original. Dos años más tarde se creó el Instituto Nacional de Educación Tecnológica (INET) como continuador del CONET y, en este período, tuvo lugar la transferencia de las escuelas nacionales a las jurisdicciones provinciales. En 2005 comenzó la reestructuración de la educación técnico profesional, primero con la sanción de la Ley de Educación Técnico Profesional y luego con la de la Ley de Educación Nacional (Del Giorgio et al., 2017). Estos cambios dieron lugar a la creación de 30 instituciones educativas técnicas durante el período 2003-2014 (Rodrigo, 2017). Además se implementó una estructura curricular común para todas las modalidades de la educación secundaria, tendiendo a evitar la especialización temprana (Rodrigo, 2017).

4.3. Las características de la educación técnica en Argentina

En la Ley de Educación Nacional N° 26.206 se menciona a la educación y el conocimiento como derechos que deben ser garantizados por el Estado a partir de sus distintas jurisdicciones (Consejo Federal de Educación Resolución CFE N° 283/16 ANEXO I, 2016). Asimismo, se señala que:

[U]no de los desafíos del sistema educativo argentino, entonces, es el de fortalecer – con carácter federal y sistémico - la calidad de la Educación Técnico Profesional

(ETP), por ser ésta un factor clave para el desarrollo social y el crecimiento económico sostenido, integrado y sustentable del país, en términos regionales y locales, con marcada incidencia sobre la calidad del trabajo, la productividad, la actividad económica y la competitividad territorial” (Consejo Federal de Educación Resolución CFE N° 283/16 ANEXO I, 2016, p.1).

En particular, la Ley de Educación Técnico Profesional N° 26.058 instituye el proceso de Homologación de Títulos y Certificados de la ETP como instrumento para el mejoramiento de la calidad y organización de la educación técnica y establece la duración de los planes de estudio, con un mínimo de seis años (Ley N° 26.058 artículo 24 p.5).

Ajustándose a la normativa de la Ley de Educación Nacional N° 26.206 que establece la división de la educación secundaria en dos ciclos -un ciclo básico y otro orientado, según distintas áreas del conocimiento, del mundo social y del trabajo-, la educación técnica profesional de nivel medio en la Ciudad Autónoma de Buenos Aires queda estructurada en un primer ciclo el cual comprende el campo de la formación general y el campo de la formación científico tecnológica y un segundo ciclo que comprende la formación técnica específica (Ciudad Autónoma de Buenos Aires, Dirección General de Planeamiento Educativo Gerencia Operativa de Currículum, 2013-2018).

La Nueva Escuela Secundaria (NES) tiene como objetivos:

[O]ptimizar el sentido y la relevancia de la oferta formativa para los adolescentes, potenciar el funcionamiento de las instituciones escolares y su capacidad para la gestión eficiente de la acción educativa y la implementación de nuevos formatos curriculares, diversificar las modalidades y formatos pedagógicos y las prácticas de enseñanza en la escuela secundaria, y actualizar los contenidos educativos considerando las culturas juveniles, la pregnancia de la cultura digital, los avances y los descubrimientos en los planos científico y tecnológico propios del siglo XXI. (Azar, 2015)

Dentro del segundo ciclo, y cumpliendo con estos requerimientos pedagógicos de la NES, se enmarcan las prácticas profesionalizantes las cuales se plantean como una unidad curricular obligatoria para los sextos años de las escuelas técnicas (Ley de Educación Técnico Profesional 26058/05 artículos 15 y 16 p.4):

[S]e entiende por prácticas profesionalizantes aquellas estrategias y actividades formativas que, como parte de la propuesta curricular, tienen como propósito que los

estudiantes consoliden, integren y/o amplíen las capacidades y saberes que se corresponden con el perfil profesional en el que se están formando. Son organizadas y coordinadas por la institución de Formación Profesional, se desarrollan dentro o fuera de tal institución y están referenciadas a situaciones de trabajo (Resolución CFE N° 115/10 Anexo I pág. 4).

[L]as Prácticas Profesionalizantes generan nuevos formatos de enseñanza e invitan a los estudiantes a la “construcción de aprendizajes significativos en los sectores profesionales” en los que se proponen (Resolución Ministerial N° 4471/17 anexo 1).

De esta manera, el aprendizaje basado en la práctica en el taller y el laboratorio constituye una de las principales características de la modalidad y brinda a los alumnos la capacidad de aplicar los conocimientos y habilidades tecnológicas de su especialidad a problemas concretos del mundo del trabajo (Sosa, 2016). Organizadas por la misma escuela, ya sea dentro o fuera de ella (Corica y Alfredo, 2021), tienen por objetivo la consolidación de las capacidades y saberes que corresponden con el perfil en el que los estudiantes se están formando. De esta manera, “la escuela técnica otorga una alternativa ventajosa para aquellos grupos sociales que pretenden una formación laboral y un rápido ingreso al mundo del trabajo” (Maturó, 2018, p.40).

Sin embargo, algunos autores, como Michniuk (2018) discuten que la educación técnica sea la que otorga saberes para el trabajo y para la aplicación de diversos usos tecnológicos. Por el contrario, sostienen que “*legítima y cristaliza la división mencionada entre la teoría y la práctica, entre los saberes teóricos y los saberes prácticos, entre el pensar y el hacer*” (Michniuk, 2018, p.34). Debido a estas diferencias formativas, los contenidos que propone la corriente CTS (Buch, 2003) están dirigidos a la educación secundaria no técnica.

4.4. El perfil del técnico químico

Los perfiles técnicos varían según la especialidad. En la presente tesis, nos enfocaremos en estudiantes de la especialidad de química de la Ciudad Autónoma de Buenos Aires, cuya formación debería permitirles reconocer las complejidades que entrama el desarrollo de la tecnociencia que, lejos de ser una fuerza autónoma, es la expresión de las relaciones de propiedad y de poder en la sociedad (Buch, 2003).

La educación de los técnicos químicos es formativa en múltiples áreas científico-tecnológicas que van más allá de solamente capacitar a los y las jóvenes para un puesto de trabajo.

Las metas de aprendizaje de la Educación Técnico Profesional en el Nivel Secundario conju- gan en un mismo trayecto formativo:

- a) Propósitos generales propios de este nivel obligatorio de la enseñanza: formación para la inserción social y ciudadana, formación propedéutica para la continuación de estudios en los niveles superiores.
- b) Propósitos profesionalizantes que son específicos de la modalidad: formación técnica espe- cializada en relación con el mundo del trabajo, referida a áreas ocupacionales identificables y cuya complejidad y amplitud requiere formar capacidades profesionales a través de pro- cesos formativos sistemáticos y prolongados.

Según el documento del Ministerio de Educación de la Ciudad Autónoma de Buenos Aires (2013-2018) para la modalidad técnico profesional del nivel secundario (GCBA, 2018, p.6), el objetivo formativo del plan de estudios incluye:

- Fortalecimiento de la formación general a lo largo de todo el trayecto del nivel, de manera de equiparar este campo de la formación con los requerimientos mínimos de la escuela se- cundaria en tanto nivel obligatorio. El objetivo sustancial es mejorar la formación en disci- plinas humanísticas y sociales, lengua nacional y extranjera, y formación ciudadana.
- Elaboración en el campo científico tecnológico de unidades curriculares de tecnologías de gestión en el ciclo superior, articulado con la formación técnica específica correspondiente a cada especialidad dando respuesta a la necesidad de actualización de los históricos perfiles técnicos.
- Revisión de la formación en Matemática y Ciencias Básicas, con el objeto de promover una articulación concreta y efectiva de la formación en estas disciplinas con los requerimientos de la especialización y del ingreso a estudios superiores.
- Mayor integración del currículo. Para alcanzar este propósito, las unidades curriculares de la formación técnica específica se organizan articulando los diversos tipos de conocimientos requeridos para la formación de las capacidades profesionales del técnico.

En el mismo documento, se hace referencia a las habilitaciones profesionales y al dominio de las capacidades para el “Técnico Químico” (Resolución N° 4149/SSGEC/2012, 2012, p. 24-25) que son los propósitos profesionalizantes específicos de la modalidad técnica:

- Supervisar y realizar ensayos en el ámbito industrial.

- Investigar, programar, dirigir, realizar y/o asesorar respecto de la fabricación y utilización de productos químicos-industriales o procesos industriales en su faz específicamente química.

Si bien la habilitación profesional de un Técnico Química es amplia, podemos resumir su campo laboral en laboratorios, plantas de producción y comercialización (GCBA, 2018). La escuela secundaria técnica cumple un papel fundamental en la formación de la fuerza de trabajo y dicha formación implica la puesta en marcha de saberes y capacidades propias del perfil profesional que se forma. En tal sentido, las prácticas profesionalizantes actúan como dispositivo de acercamiento al mundo del trabajo. A su vez, brinda saberes generales cuyo objetivo es la formación integral necesaria para tomar decisiones para la vida colectiva (Fernández, 2022).

Capítulo 5. Análisis de las percepciones del estudiantado

El desarrollo de los avances científicos y tecnológicos ha impactado en la percepción social pública y ha dado lugar a conceptos específicos: riesgo, percepción y aceptabilidad del riesgo, incertidumbre, ambivalencia, confianza en la ciencia (Vaccarezza, 2015). Como ya se ha mencionado, el presente trabajo toma estas categorías para indagar las percepciones de un grupo de estudiantes de últimos años de escuela secundaria técnica con respecto al cultivo de soja transgénica y el uso de glifosato a fin de analizar si dichas percepciones están condicionadas por la enseñanza, por su ámbito social y/o por la información que reciben desde los medios de comunicación y las redes sociales. En particular, en este capítulo haremos una comparación con los resultados obtenidos por Vaccarezza (2015) y, en algunos casos puntuales, con los resultados de la 5° Encuesta de Percepción Pública de la Ciencia (MinCyT, 2021) y la Encuesta exploratoria sobre percepción pública de la biotecnología alimentaria en la Argentina (MinCyT, 2015).

5.1. Métodos

5.1.1. Participantes

Se trabajó con estudiantes de 5° y 6° año de entre 17 y 20 años pertenecientes a la especialidad química de una escuela técnica de la Ciudad Autónoma de Buenos Aires de nivel socioeconómico medio.

5.1.2. Instrumentos

Se realizaron relevamientos orales a los y las estudiantes y también se contó con dos cuestionarios autoadministrados cerrados cuyas preguntas fueron diseñadas a fin de explicitar sus posiciones con respecto a los conceptos específicos y poder compararlas, en el caso del glifosato, con los resultados obtenidos por Vaccarezza (2015) sobre estudiantes universitarios y, en el caso de fuentes de información y confianza con los resultados de las encuestas nacionales de percepción pública.

Además de los cuestionarios autoadministrados se llevaron a cabo relevamientos orales. En el caso de los estudiantes, para permitir profundizar el análisis. En el caso del personal docente fue el instrumento de indagación elegido.

En el primer cuestionario autoadministrado fueron indagados un total de 40 estudiantes con respecto al glifosato, a los OGM y a la soja transgénica; mientras que en el segundo sobre un total de 32 entrevistados se recogieron además datos con respecto a otras temáticas como el crecimiento agropecuario, las políticas públicas y el paquete tecnológico de siembra directa. A efectos de poder llevar a cabo un análisis de consistencia interna de las respuestas se les solicitó a los participantes que colocaran el mismo nombre de fantasía en ambos cuestionarios.

El análisis de los resultados se realizó a partir de las categorías descritas en el Capítulo 3. A continuación se recuperan las definiciones y, en las **Tablas 6 a 9**, se muestra la categorización de las preguntas del cuestionario y sus correspondientes opciones de respuestas.

Categoría I. Incertidumbre

Incertidumbre

Posición de una persona con respecto a su propio conocimiento -y el que atribuye a personas expertas- sobre las seguridades de una aplicación tecnológica.

Teniendo en cuenta esta definición, las opciones de respuestas (Tabla 6) que se ubican en el plano de no incertidumbre son las que dan como resultado una respuesta única que no apunta a lo desconocido. En cuanto al resto de las opciones dan cuenta de la incertidumbre en sus distintas dimensiones (Chávarro, 2018).

Subcategorías		Opciones de respuestas
No incertidumbre con respecto al conocimiento	Sobre el glifosato	Es un herbicida y por lo tanto un pesticida
		Es un herbicida y por lo tanto un pesticida
		Es un agroquímico y por lo tanto un agrotóxico
		Afecta a la salud humana
		No es un problema en sí mismo
	Sobre los OGM	Son organismos creados artificialmente
		Permiten obtener beneficios económicos
		Son organismos transgénicos
		Son una aplicación tecnológica útil
		Son necesarios para evitar hambrunas
		Son malos para la salud humana
		Son seguros para consumir

	Sobre la soja transgénica	Es un OGM que permite el uso de agroquímicos por su resistencia
		Es un OGM resistente a un pesticida
		Es un OGM resistente a un herbicida
		Afecta a la salud humana porque tiene secuencias genéticas extrañas
	Sobre el cultivo de soja transgénica	Permite el uso de agroquímicos por su resistencia
		Se realiza para alimentar el ganado
		Agota rápidamente los suelos
		Es más barato que el cultivo de soja no transgénica
		Es más eficiente que el cultivo de soja no transgénica
		Es un práctica habitual en Argentina
		Genera pérdida de biodiversidad
	Sobre el paquete de siembra directa	significa el manejo genético de la producción
		solamente consiste en desarrollar agroquímicos para controlar malezas
		es una innovación tecnológica que permite un desarrollo a largo plazo
		es la consecuencia del avance de la agrobiotecnología
	Sobre las transformaciones tecnológicas	La agricultura pampeana anterior era muchísimo más tóxica e iba a un proceso de desertificación generalizada
		El paquete tecnológico actual no ha causado una catástrofe ecológica ni productiva y solo hay un gran desarrollo agronómico que ha permitido al país obtener importantes ganancias
		La agricultura actual es mejor pero más perjudicial para el medio ambiente
		Existe una notable mejora en términos agronómicos gracias a la utilización del glifosato
		Todo desarrollo tecnológico está dirigido por el capital
Las transformaciones tecnológicas significan siempre nuevas condiciones de acumulación de capital		
No creo que exista una transformación tecnológica sin intereses económicos y/o políticos.		
La agricultura actual no creo que sea mejor ni peor que la anterior		
Incertidumbre con respecto al	Desconozco los efectos del glifosato	
	Desconozco lo que son los OGM	

conocimiento	Desconozco lo que es la soja transgénica
	No sé lo que es una transformación tecnológica
	No sé lo que es el paquete de siembra directa

Tabla 6. Preguntas sobre percepción de incertidumbre con respecto al conocimiento sobre el glifosato, los OGM y el desarrollo de la agrotecnología.

Categoría II. Riesgo

Percepción del riesgo

Posición de una persona frente a la posibilidad de acontecimientos inciertos.

Aceptabilidad del riesgo

Función de una relación costo/beneficio: que el riesgo sea lo suficientemente bajo como para asumirlo a condición de percibir beneficios, y que no se lo pueda reducir fácilmente.

Sobre la base de estas definiciones se diseñaron las preguntas de la **Tabla 7**.

Subcategorías		Opciones de respuestas
Percepción del riesgo	El glifosato	Afecta la salud humana
		Contamina el suelo y el agua
		Agota los suelos
		Genera pérdida de la diversidad
		Si se usa prolongadamente genera resistencia
	Las transformaciones tecnológicas	Como las tecnologías están en manos de empresas poderosas que pueden evadir controles estatales, no es posible que las transformaciones tecnológicas sean beneficiosas y estén al servicio de la gente
		Creo que toda transformación tecnológica termina siendo beneficiosa para la humanidad.
Aceptabilidad del riesgo	El glifosato	El avance tecnológico solamente será efectivo para el uso de la humanidad si esta tecnología queda en manos de la misma.
		Creo que no hay datos concretos sobre la relación entre el mal uso del glifosato y los daños que causa, por lo tanto es aceptable su uso siempre y cuando sea el correcto
	Mi postura sobre el cultivo de soja transgénica es...	de apoyo, porque es rápido y económico aunque represente un riesgo para la salud
		que debería tratarse de hacer huertas orgánicas y reemplazar este tipo de cultivo porque es peligroso, pese a ser muy redituable

	que no habría que dedicarse exclusivamente al monocultivo.
	que habría que dedicarse íntegramente al monocultivo y asumir sus riesgos porque no hay otra opción económica
	que acepto los problemas que ocasiona porque es el sustento de la economía de un país.
	que está bien dedicarse a cultivos transgénicos pues no hay que arar ni preparar la tierra
	que acepto el riesgo de este tipo de cultivo porque de lo contrario Argentina profundiza su crisis económica.
	de rechazo porque produce más daños que beneficios

Tabla 7. Análisis de la percepción y de la aceptabilidad del riesgo con respecto al glifosato, al cultivo de soja transgénica y a las transformaciones tecnológicas.

Categoría III. Ambivalencia

Ambivalencia

Coexistencia de valoraciones positivas y negativas sobre el mismo objeto por parte de una persona.

En la **Tabla 8** se muestran las opciones correspondientes a esta categoría.

Subcategorías y preguntas		Opciones de respuestas
Ambivalencia	Mi postura sobre el glifosato es que...	acepto los problemas que ocasiona porque es el sustento de la economía de un país
		no estoy segur@ si utilizando otros agroquímicos no estaríamos peor
		debería prohibirse
		debería evitarse
		es necesario
	Creo que el consumo de OMG ...	deberían evitarse
		deberían prohibirse
		es necesario

Tabla 8. Posturas ambivalentes de aceptación y de rechazo con respecto al glifosato, al cultivo de soja transgénica y a los OGM.

Categoría IV. Confianza

Confianza

Credibilidad que una persona manifiesta hacia ciertos agentes sociales; también puede referir a situaciones en que no se postula una agencia propia.

Las opciones de la **Tabla 9** se diseñaron teniendo en cuenta los siguientes factores. Por un lado, que una de las formas en que la institucionalización de la ciencia condiciona la confianza de la población es en la manera en que los científicos deben justificar sus investigaciones (Rodríguez Medina et al., 2019). Por el otro, que existen dos tipos de desconfianza: (1) cuando alguien tiene la creencia firme de que los intereses de otro actor no son compatibles con los propios y (2) cuando no confía en que las acciones se lleven a cabo con el fin con el que fueron propuestas (Wolfensberger, 2016). Finalmente, también tuvimos en cuenta qué ocurre con la necesidad de información para tomar decisiones. Si bien una decisión sobre políticas públicas puede ser definida como una elección efectiva que surge de la selección de la mejor alternativa, en nuestro trabajo indagamos acerca de la posibilidad de tomar una decisión incluso frente a la falta de información (Dahl, 2007).

Subcategorías		Preguntas de indagación y opciones de respuesta		
Confianza / Desconfianza	Según procedencia	Si leo en un estudio que el uso del glifosato no es peligroso...	Lo creo sin importar quien haya financiado el estudio	
			Lo creo si proviene de una empresa privada porque es una fuente independiente	
			Lo creo si proviene de organismos estatales como el CONICET	
			No lo creo si proviene de una empresa privada porque responde a intereses económicos	
			No lo creo si proviene de organismos estatales porque pretenden perpetuar el modelo sojero del país	
	Con respecto a la información		No lo creo porque no tengo suficiente información para decidir	
			Lo creo porque no tengo suficiente información para decidir	
	En la veracidad		Los estudios sobre los efectos del glifosato en la salud...	Se realizan en laboratorios pero no tienen relación con la realidad, por lo tanto los resultados son falsos
				Si un estudio dice que el glifosato es o no peligroso, no lo creo si proviene de una multinacional porque responden a intereses económicos de uno u otro sector
Los estudios muestran que no es peligroso pero no son				

			confiables porque son financiados por multinacionales
			Nunca creería que el glifosato no es peligroso, lo estudie quien lo estudie
			Todos los estudios demuestran que no es peligroso; el problema radica en su mal uso
			No hay evidencias científicas que sustenten su peligrosidad o lo contrario
	Respecto de políticas públicas	Creo que las políticas públicas sobre este tipo de cultivos son...	Inexistentes en nuestro país
			A favor de las grandes corporaciones y en detrimento de la población
			A favor de los intereses políticos
			Ineficientes porque no hay suficiente conciencia social
			Malas porque la presión ciudadana es casi nula o inexistente con respecto a estos temas

Tabla 9. Percepción de la confianza y de la credibilidad en diferentes actores sociales.

5.2. Resultados y discusión

La presentación de resultados se divide en cuatro secciones:

- Sección A. Posición sobre el glifosato
- Sección B. Posición sobre OGM
- Sección C. Posición sobre la soja transgénica
- Sección D. Posición sobre las transformaciones tecnológicas y las políticas públicas.

En cada sección se realizará el análisis y la discusión correspondiente según las categorías detalladas previamente. Por el tipo y cantidad de preguntas realizadas no todas las categorías se analizarán en todos los casos: para OGM no se profundizará en el análisis de riesgo y confianza, y en el caso de la soja transgénica no se analizarán las categorías ambivalencia y confianza. Dado que era posible marcar más de una opción, los porcentajes obtenidos pueden superar el 100% y solo se utilizarán a fines comparativos.

Sección A. Posición sobre el glifosato

Categoría I. Incertidumbre

A continuación se muestran los resultados del relevamiento en estudiantes de escuela secundaria técnica respecto de la incertidumbre (**Tabla 10**) y se comparan con los obtenidos por Vaccarezza en 2015 (**Tabla 11**).

Subcategorías	Opciones de respuestas	% elección
No incertidumbre	1.El glifosato es un herbicida y por lo tanto un pesticida	57,5
	2. El glifosato es un agroquímico y por lo tanto un agrotóxico	32,5
	3. El glifosato afecta a la salud humana	77,5
	4. El glifosato no es un problema en sí mismo	0,0
Incertidumbre	5. Desconozco sus efectos	5,0

Tabla 10. Incertidumbre sobre el glifosato relevada sobre estudiantes de escuela media técnica (N=40).

Subcategorías	Opciones de respuestas	% elección
No incertidumbre	1. No creo que el glifosato provoque daños	5,3
Incertidumbre con respecto a efectos y conocimiento	2. El glifosato produce daños	57,6
	3. No sé si perjudica o no	33,5
Desinterés	4. No tiene nada que ver conmigo	1,1

Tabla 11. Incertidumbre sobre el glifosato relevada por Vaccarezza (2015) sobre estudiantes universitarios (N=665). Fuente: Edición del cuadro 2 en Vaccarezza (2015).

Tal como se observa en la **Tabla 10**, la percepción dominante de los encuestados es que “el glifosato afecta a la salud humana” (77,5%, opción 3). Por otra parte, todos los encuestados consideran que el glifosato es un problema en sí mismo (**Tabla 10**, opción 4) incluso quienes mencionaron desconocer sus efectos (**Tabla 10**, opción 6), lo cual indicaría que su empleo les resulta problemático por otras cuestiones. Estas respuestas van en línea con las obtenidas por Vaccarezza (**Tabla 11**, opción 2) quien, además, señala que esta opinión difícilmente pueda ser superada con más conocimiento del tema.

Es interesante notar que, a diferencia de los resultados encontrados por Vaccarezza en los que el 33,5 % de los encuestados manifiestan incertidumbre con respecto a su conocimiento acerca del glifosato (**Tabla 11**, opción 3), en esta investigación apenas el 5% de los estudiantes indicaron esa

opción (“desconozco sus efectos”, **Tabla 10**, opción 5) y más de la mitad (57,5%) pudieron señalar que se trata de un herbicida (**Tabla 10**, opción 1). Esto podría sugerir que el grupo de nivel secundario, dada su especialización como técnicos químicos, ha recibido algún tipo de enseñanza o información específica que consideran que les permite evaluar al glifosato sin expresar dudas o incertidumbre cognitiva.

Por último, también es destacable que un porcentaje relativamente alto de los estudiantes considera que agroquímico y agrotóxico son sinónimos (32,5%, **Tabla 10**, opción 2). Anteriormente, se había definido a los herbicidas como productos fitosanitarios utilizados para eliminar plantas indeseadas. Esta definición cae bajo el término más amplio de “agroquímicos”. El término “agrotóxico” es incorrecto y el hecho de que se lo utilice para referirse a estos productos implica de por sí una serie de elementos emocionales y cognitivos asociados al término “tóxico” que haría aumentar la percepción negativa. En este sentido, una hipótesis es que dicho equívoco en la sociedad se origina, por un lado, por la influencia de los grupos ecologistas que suelen referirse a ellos como “agrotóxicos” para señalar su peligrosidad y la necesidad de prohibir su uso y, por el otro, por la fuerte influencia de los medios de comunicación que replican estos discursos.

Categoría II. Riesgo

A continuación se muestran los resultados del relevamiento en estudiantes de escuela secundaria técnica respecto del riesgo (**Tabla 12**) y se comparan con los obtenidos por Vaccarezza en 2015 (**Tabla 11**).

Subcategorías	Preguntas de indagación y opciones de respuestas	% elección	
Percepción del riesgo	El glifosato...	1. afecta a la salud humana	77,5
		2. contamina el suelo y el agua	62,5
		3. agota los suelos	40,0
		4. genera pérdida de la biodiversidad	47,5
		5. si se usa prolongadamente genera resistencia	35,0
Aceptabilidad del riesgo	6. Creo que no hay datos concretos sobre la relación entre el mal uso del glifosato y los daños que causa, por lo tanto es aceptable su uso siempre y cuando sea el correcto	2,5	

Tabla 12. Percepción del riesgo y de su aceptabilidad con respecto al glifosato por parte de los estudiantes de nivel medio (N=40).

Moltoni (2020) presenta dos abordajes dicotómicos en torno a este tema: uno en referencia al agroquímico en sí mismo (inocuidad / no inocuidad) y otro con relación a su uso (bien utilizado /

mal utilizado). En nuestra investigación esto se refleja en términos de las preguntas sobre percepción del riesgo y las de aceptabilidad.

En general, se observa que los y las estudiantes encuestados perciben al glifosato como riesgoso, con una mayor preocupación por afectar la salud humana (77,5%, **Tabla 12**, opción 1) que por el medio ambiente (**Tabla 12**, opciones 2, 3 y 4). Por otra parte, mientras que en este relevamiento sobre una población de estudiantes secundarios el 77,5% mencionó los riesgos para la salud humana, en el relevamiento de Vaccarezza solo lo hicieron el 57,6% de los y las encuestadas. Es decir que los más jóvenes la perciben como una tecnología de alto riesgo en mayor porcentaje que los estudiantes universitarios.

Así como la falta de información aumenta la incertidumbre, el disponer de ella da elementos objetivos a los individuos para evaluar las implicancias de cualquier nueva tecnología e influye en la percepción del riesgo (Moltoni, 2020). Podemos notar a partir de sus respuestas que nuestros encuestados muestran esta coherencia interna: parecen disponer de una información que les es suficiente para no presentar incertidumbre con respecto al conocimiento sobre los efectos del glifosato y, a su vez, tienen opiniones muy formadas (altos y moderadamente altos porcentajes de elección) respecto de los potenciales daños que creen que presenta (**Tabla 12**, opciones 1 a 5).

Ahora bien, en principio, a partir de las respuestas obtenidas en relación con la incertidumbre, podríamos inferir que para los y las estudiantes el glifosato es un problema en sí mismo, independientemente de cómo se lo utilice (**Tabla 10**, opción 4). Sin embargo, un 2,5% de los encuestados manifestó cierta aceptabilidad del riesgo (**Tabla 12**, opción 6). Si nos remitimos al trabajo de Jager et al. (2016) la diferencia que existe entre lo que puede considerarse un riesgo socialmente inaceptable que procura ser erradicado y un riesgo ambiental aceptado es que este último puede ser controlado a partir de la aplicación de una serie de mecanismos o normas de seguridad. Durante los relevamientos orales se recogieron diversas opiniones que van en esta misma línea: para algunos de nuestros encuestados la peligrosidad se basa también en las prácticas que se llevan a cabo durante la fumigación.

[E]l gran problema es que cuando se hacen estudios para ver si el glifosato es dañino o no se utilizan animales en el laboratorio para ver qué pasa en determinadas condiciones, pero acá en Argentina la persona que fumiga lo hace desde un avión al lado de una escuela.

Al preguntarles a quienes consideran inaceptable el riesgo por qué creen que algunas personas sí lo aceptan, encontramos que la mayoría sostiene que esto está asociado a una postura económica

y política; es decir, incluso a sabiendas de que el riesgo es alto, las ventajas económicas y las necesidades políticas parecerían prevalecer en la sociedad:

[E]l glifosato es riesgoso para la salud humana, pero [como] somos uno de los mayores exportadores de soja, el país, al igual que la empresa, no va a tener otra postura porque no le conviene económicamente (...) No tenemos otra opción.

Es notable que ellos y ellas mismas se incluyen en esta postura: “no tenemos otra opción” aunque no parecen sostenerla en realidad.

Categoría III. Ambivalencia

Dado que la ambivalencia implica la coexistencia de valoraciones positivas y negativas sobre el mismo objeto se decidió analizar si existía aceptación del glifosato por parte del total de encuestados. Los resultados se muestran en la **Tabla 13**.

Pregunta de indagación y opciones de respuestas	% elección
1. Mi postura sobre el glifosato es de aceptación sobre los problemas que ocasiona porque es el sustento de la economía del país	2,5
2. No estoy segur@ si utilizando otros agroquímicos no estaríamos peor	60,0

Tabla 13. Posición sobre el glifosato en cuanto a la ambivalencia obtenida a partir del relevamiento sobre estudiantes de escuela media técnica (N=40).

Vaccarezza (2015) destaca que algunos comunicadores sociales presentan una orientación desarrollista ante la tecnología del glifosato y esto llevaría a que esta tecnología fuera percibida por el público como conveniente en términos económicos pese al perjuicio que pudiera ocasionar. En el caso de los estudiantes de secundaria, sin embargo, solamente un 2,5% aceptó esta opción (**Tabla 13**, opción 1) y la postura ambivalente encontrada se apoyó fundamentalmente en una posición fatalista, de aceptación al no haber otra opción (**Tabla 13**, opción 2). Vaccarezza (2015) muestra como resultado que quienes tienen incertidumbre tienden a manifestar ambigüedad valorativa. En el caso de esta investigación, dado que la incertidumbre cognitiva es muy baja, como vimos en una sección previa, la ambivalencia se presenta como una aceptación sobre aspectos que no son posibles de evadir. Esto va en la misma línea que lo hallado respecto a la aceptabilidad del riesgo.

Por otra parte, se decidió analizar las respuestas del subgrupo de personas que habían elegido la opción “el glifosato afecta la salud humana” (**Tabla 12**, opción 1, N=31). En la **Tabla 14** se muestran los resultados.

Pregunta de indagación y opciones de respuestas	% elección
Mi postura sobre el glifosato es que afecta la salud humana y...	
1. debería prohibirse	42,0
2. debería evitarse	61,3
3. es necesario	0,0

Tabla 14. Posición sobre el glifosato en cuanto a la ambivalencia obtenida a partir del relevamiento sobre estudiantes de escuela media técnica. Se muestran los porcentajes de elección tomando como 100% al número de personas que eligieron “afecta la salud humana” (N=31).

Sobre el total de encuestados que respondieron que el glifosato afecta a la salud humana, un 42% (**Tabla 14**, opción 1) consideró que debería prohibirse y otro 61,3% que debería evitarse (**Tabla 14**, opción 2). Esto muestra que el aspecto sanitario parece ser muy relevante a la hora de fijar posiciones en los estudiantes de nivel secundario considerándose más influyente que el aspecto económico ya que, en este caso, no se observa ambivalencia.

Categoría IV. Confianza

A continuación se muestran los resultados del relevamiento en estudiantes de escuela secundaria técnica respecto de la confianza en distintas dimensiones (**Tabla 15**). Recordemos que el análisis de la confianza tiene en cuenta la actitud del sujeto hacia agentes sociales vinculados a la tecnología y no a una consideración de la tecnología en sí misma. Tomando en cuenta este concepto en el trabajo se ha analizado, por un lado, la confianza que tienen los estudiantes encuestados en estudios realizados por organismo estatales y privados sobre la toxicidad del glifosato y, por otra parte, la confianza en la veracidad de la información brindada por estos agentes.

Subcategorías de confianza	Preguntas de indagación y opciones de respuesta	% elección
Según procedencia (N = 40)	1. Lo creo sin importar quien haya financiado el estudio	2,5
	2. Lo creo si proviene de una empresa privada porque es una fuente independiente	0,0
	3. Lo creo si proviene de organismos estatales como el CONICET	27,5
	4. No lo creo si proviene de una empresa privada porque responde a intereses económicos	47,5
	5. No lo creo si proviene de organismos estatales porque pretenden perpetuar el modelo sojero del país	20,0

Con respecto a la información (N = 40)		6. No lo creo porque no tengo suficiente información para decidir	42,5
		7. Lo creo porque no tengo suficiente información para decidir	12,5
En la veracidad (N = 32)	Los estudios sobre los efectos del glifosato en la salud...	8. Se realizan en laboratorios pero no tienen relación con la realidad, por lo tanto los resultados son falsos	6,25
		9. Si un estudio dice que el glifosato es o no peligroso, no lo creo si proviene de una multinacional porque responden a intereses económicos de uno u otro sector	50,0
		10. Los estudios muestran que no es peligroso pero no son confiables porque son financiados por multinacionales	18,8
		11. Nunca creería que el glifosato no es peligroso, lo estudie quien lo estudie	34,4
		12. Todos los estudios demuestran que no es peligroso; el problema radica en su mal uso	0,0
		13. No hay evidencias científicas que sustenten su peligrosidad o lo contrario	0,0

Tabla 15. Confianza que suscita el uso de glifosato relevada en estudiantes de escuela media técnica.

Un 27,5% de los entrevistados deposita su confianza en organismos estatales mientras que un 20% desconfía de ellos (**Tabla 15**, opciones 3 y 5). La desconfianza respecto de las empresas privadas es mayor (**Tabla 15**, opciones 2, 4, 9 y 10). Es llamativo que el 34,4% de los entrevistados sostiene que está convencido de la peligrosidad del glifosato independientemente de los estudios que se realicen al respecto (**Tabla 15**, opción 11). Por otra parte, un 42,5% de las personas muestra una actitud de desconfianza frente a la falta de información. Esto va en línea con una mayor percepción del riesgo.

Es interesante notar que, aunque nuestros encuestados muestran una valoración general positiva sobre el trabajo de los científicos, esta valoración no se corresponde con la confianza depositada en ellos a diferencia de lo que se observa en la 5° Encuesta Nacional de Percepción Pública de la Ciencia (MinCyT, 2021): para nuestros encuestados los científicos no están exentos de intereses económicos que de alguna manera condicionan sus avances (**Tabla 15**, opciones 4, 9 y 10). Además, hay una diferencia en el sector en el que se deposita la confianza en las investigaciones biotecnológicas: mientras que el público en general prefiere confiar en científicos del sector privado (**Tabla 5**), nuestros encuestados muestran preferencia por científicos que trabajan en el sector público (**Tabla 15**, opciones 3 y 4).

Dentro del análisis de la confianza, se tomó el subgrupo de estudiantes que afirmaron que el glifosato afecta a la salud humana (N = 31) para analizar sus respuestas (GS) con el objetivo de comparar con los resultados obtenidos para el grupo general (GT). Los resultados se muestran en la **Tabla 16**.

Subcategorías de confianza	Opciones de respuesta y pregunta de indagación Si leo en un estudio que el uso del glifosato no es peligroso...	% elección	
		GS	GT
Según procedencia	1. Lo creo sin importar quien haya financiado el estudio	3,2	2,5
	2. Lo creo si proviene de una empresa privada porque es una fuente independiente	0,0	0,0
	3. Lo creo si proviene de organismos estatales como el CONICET	32,3	27,5
	4. No lo creo si proviene de una empresa privada porque responde a intereses económicos	48,4	47,5
	5. No lo creo si proviene de organismos estatales porque pretenden perpetuar el modelo sojero del país	29,0	20,0
Respecto a la información	6. No lo creo porque no tengo suficiente información para decidir	45,2	42,5
	7. Lo creo porque no tengo suficiente información para decidir	9,7	12,5

Tabla 16. Confianza que suscita el uso de glifosato relevada en estudiantes de escuela media técnica en el total de encuestados (GT, N=40) y en el subgrupo de encuestados que respondieron que el glifosato afecta a la salud humana (GS, N=31).

Podemos ver que el grupo que afirma que el glifosato afecta la salud humana (GS) da respuestas similares con respecto a la totalidad de los encuestados (GT). Es decir, que la confianza según la procedencia y respecto de la información no parece variar significativamente entre ambos.

Se realizó también una indagación acerca de los actores sociales que podrían contar como fuentes expertas respecto de estos temas. En la **Tabla 17** se muestra la asignación de nivel de experticia por parte de los y las estudiantes.

Creo que están más informados sobre los efectos del glifosato...	% elección
1. Los científicos y las científicas	72,5
2. Las empresas productoras de agroquímicos	62,5
3. La gente que trabaja y vive en el campo	55,0
4. Los/as médicos/as rurales	40,0
5. Los/as productores/as agropecuarios	27,5

6. La gente que vive en la ciudad	7,5
7. Las personas que se dedican a la política	5,0
8. Los/as comunicadores/as en medios masivos	5,0

Tabla 17. Asignación de experticia a diversos agentes sociales acerca de los efectos del glifosato según los estudiantes de nivel medio (N=40).

Los jóvenes entrevistados consideran que quienes se dedican a la ciencia, la gente que trabaja y vive en el campo, las empresas productoras de agroquímicos y los/as médicos/as rurales son los agentes más informados sobre los efectos del glifosato (**Tabla 17**, opciones 1 a 4). Es importante destacar que el hecho de que el público considere más informado a un agente no necesariamente implica que le otorga mayor credibilidad. Por ejemplo, en este caso, los y las estudiantes consideran informadas a las empresas productoras de los agroquímicos, pero, como hemos visto previamente, no las consideran fiables: creen que conocen acerca de los peligros de sus productos pero los niegan debido a intereses fundamentalmente económicos (**Tabla 15**, opciones 2, 4, 9 y 10).

Al igual que en el trabajo de Vaccarezza (2015) se observa una tendencia a atribuir el daño causado por el glifosato a la intencionalidad de los productores de esta tecnología, en general empresas privadas, hecho que se refleja en los comentarios durante los relevamientos orales:

[L]a empresa no va a cambiar porque esa es su forma de hacer dinero, ese es su objetivo como empresa.

[E]l empresario tiene como dios al capital, piensa en expandirse y eso no lo podemos cambiar.

Por otra parte, a diferencia de lo presentado por Vaccarezza (2015), los y las estudiantes de secundaria no desconfían de los científicos en términos morales sino en los intereses económicos que los rodean, en particular, no piensan que oculten información sobre los daños que produce el glifosato por conveniencia propia sino por presiones externas. En este caso, como afirma Knorr Cetina (1996) estamos hablando de relaciones que organizan las transacciones tanto entre especialistas como entre científicos y no- científicos.

Esta percepción se acentúa cuando se trata de científicos que trabajan en organismos nacionales:

Nunca puedo creer en una empresa tan poderosa. Hay investigadores que tratan de desmentir y son perseguidos. Después no tienen trabajo.

Como consecuencia, la credibilidad en los resultados de las investigaciones está cuestionada y frente a la falta de certeza prefieren desconfiar de los resultados.

Por último, con el objetivo de evaluar la consistencia interna de los y las entrevistadas se evaluaron 17 cuestionarios identificados por un nombre de fantasía frente a la siguiente combinación de respuestas que, de darse en conjunto, resultarían contradictorias:

- El glifosato afecta la salud humana
- Desconozco los efectos del glifosato

En ningún caso las y los encuestados que afirmaron que el glifosato afectaba la salud humana afirmaron desconocer sus efectos.

Sección B. Posición sobre OGM

Categoría I. Incertidumbre

En la **Tabla 18** se muestran los resultados del relevamiento en estudiantes de escuela secundaria técnica respecto de la incertidumbre.

Subcategorías	Pregunta de indagación y opciones de respuesta Los OGM...	% elección
No incertidumbre con respecto al conocimiento	1. son organismos creados artificialmente	50,0
	2. permiten obtener beneficios económicos	65,0
	3. son organismos transgénicos	70,0
	4. son una aplicación tecnológica útil	15,0
	5. son necesarios para evitar hambrunas	10,0
	6. son malos para la salud humana	35,0
	7. son seguros para consumir	12,5
Incertidumbre con respecto al conocimiento	8. desconozco lo que son	2,5

Tabla 18. Incertidumbre de los estudiantes de nivel secundario con respecto a los OGM (N=40).

El 70% de las y los encuestados considera a los organismos genéticamente modificados (OGM) como sinónimos de transgénicos (**Tabla 18**, opción 3), una concepción científicamente incorrecta pero muy habitual.

Por otra parte, de los 20 estudiantes que respondieron que “son organismos creados artificialmente” (**Tabla 18**, opción 1), 6 indicaron además que “son malos para la salud humana” (**Tabla 18**, opción 6) y, a la inversa, de los 8 estudiantes que indicaron que “son malos para la salud humana”, 6 señalaron también que “son organismos creados artificialmente”. Si analizamos la evidencia disponible, vemos que, hasta el momento, no se ha visto que los OGM causen daño a la salud humana (Altamirano Huerta y Marissa Margarita, 2022). Esto nos muestra que los y las estudiantes parecen creer, como gran parte de la población, que existe una cierta correlación entre los términos *artificial* y *nocivo* como contraposición a lo *natural como saludable*, otra concepción incorrecta pero muy difundida y utilizada en estrategias de marketing en la que se promocionan productos “verdes”, término empleado como sinónimo de *saludable* y *natural*.

Cabe destacar que los resultados encontrados están en concordancia con las actitudes que evidencia el público en la 5° Encuesta Nacional (2021) en la que hay una *tendencia* a la aceptación de los alimentos genéticamente modificados siempre y cuando no se anteponga al consumo de los alimentos naturales. Curiosamente, solo un bajo porcentaje (15%) considera que los OGM son una aplicación tecnológica útil (**Tabla 18**, opción 4).

Estos resultados son interesantes y preocupantes a la vez porque los y las estudiantes de nivel secundario técnico al tiempo que muestran un nivel muy bajo de incertidumbre respecto de su propio conocimiento sobre el tema (**Tabla 18**, opción 8), suscriben ampliamente a afirmaciones erróneas. Es decir, que tienen creencias científicamente incorrectas pero no son falibilistas al respecto. Algo similar a lo que ocurría en el caso del glifosato.

En los relevamientos orales, las y los encuestados reforzaron estas posturas. Hubo quienes señalaron que la aplicación de técnicas de biotecnología no parece ser un problema en sí misma sino que su recelo proviene de los sectores económicamente beneficiados, respuestas similares a las obtenidas para el caso del glifosato:

[S]i vamos a hablar de biotecnología y las aplicaciones biotecnológicas para aumentar la productividad no son negativas, es negativa la empresa que la está manejando.

En general, los y las estudiantes no fueron inconsistentes en sus respuestas. Por ejemplo, únicamente una persona de entre quienes señalaron que los OGM son perjudiciales para la salud humana (**Tabla 18**, opción 6) marcó simultáneamente que “son seguros para consumir” (**Tabla 18**, opción 7).

Categoría III. Ambivalencia

En este apartado se decidió analizar las respuestas de las 14 personas que eligieron la opción “los OGM son malos para la salud humana” (**Tabla 18**, opción 6) respecto de sus consideraciones acerca de su uso. Los resultados se muestran en la **Tabla 19**.

Preguntas de indagación y opciones de respuestas Creo que el consumo de OGM...	% elección
1. deberían prohibirse	33,3
2. deberían evitarse	75,0
3. son necesarios	0,0

Tabla 19. Ambivalencia respecto de los OGM en estudiantes de escuela media. Se toma como 100% al número de personas que eligieron “afecta la salud humana” (N=14).

Debido a que ningún estudiante marcó la opción de respuesta “son necesarios” podemos afirmar que aquellos encuestados que consideraron a los OGM riesgosos para la salud humana no presentan ambigüedad en cuanto a considerar su consumo una necesidad.

Sección C. Posición sobre la soja transgénica

Categoría I. Incertidumbre

A continuación se muestran los resultados del relevamiento en los y las estudiantes respecto de la incertidumbre. El análisis hace referencia tanto a la soja transgénica en sí misma (**Tabla 20**) como a su cultivo (**Tabla 21**).

Subcategorías	Pregunta de indagación y opciones de respuesta La soja transgénica...	% elección
No incertidumbre	1. es un OGM que permite el uso de agroquímicos por su resistencia	46,9
	2. es un OGM resistente a un pesticida	53,1
	3. es un OGM resistente a un herbicida	59,4
	4. afecta la salud humana porque tiene secuencias genéticas extrañas	56,3
Incertidumbre	5. Desconozco lo que es	9,4

Tabla 20. Incertidumbre con respecto al conocimiento sobre la soja transgénica (N=32).

Subcategorías	Pregunta de indagación y opciones de respuesta El cultivo de soja transgénica...	% elección
No	1. permite el uso de agroquímicos por su resistencia	52,5

incertidumbre	2. se realiza para alimentar el ganado	12,5
	3. agota rápidamente los suelos	77,5
	4. es más barato que el cultivo de soja no transgénica	47,5
	5. es más eficiente que el cultivo de soja no transgénica	60,0
	6. es una práctica habitual en Argentina	70,0
	7. genera pérdida de biodiversidad	55,0

Tabla 21. Incertidumbre con respecto al conocimiento sobre el cultivo de soja transgénica (N=40).

A partir de los resultados obtenidos podemos ver que los y las estudiantes de escuela técnica consideran que tienen conocimientos acerca de la soja transgénica. Únicamente el 9,4% dice no saber qué es (Tabla 20, opción 5). Esto implica que, al menos en principio, más del 90% de la población estudiantil estaría en condiciones de asumir una posición sobre su cultivo.

Por otra parte, notamos que vinculan a la soja transgénica con la resistencia a un pesticida y herbicida (Tabla 20, opciones 2 y 3). En principio, dado que la soja ha sido diseñada genéticamente para resistir al glifosato, podríamos asumir que los entrevistados saben que se trata de este agroquímico. De hecho, cuando se menciona a los agroquímicos en general los porcentajes de elección disminuye solo un poco (Tabla 10, opción 1). El vínculo que establecen los y las estudiantes entre la soja transgénica y los agroquímicos también se observa en relación con su cultivo (Tabla 21, opción 1).

Es interesante apuntar que más de la mitad de las y los encuestados consideran perjudicial a la soja transgénica en sí misma por presentar secuencias genéticas extrañas (Tabla 20, opción 4) más allá de la utilización del glifosato. Esto nos deriva nuevamente al análisis anteriormente expuesto con respecto a considerar a lo *natural* como *benéfico* en contraposición a lo *artificial* como *nocivo*.

Por otra parte, las personas entrevistadas colocan en un lugar central la cuestión económica: el 60% señala que es más eficiente (Tabla 21, opción 5) y el 47,5% más barato (Tabla 21, opción 4) que el cultivo de la soja no transgénica. También el 70% reconoce que es una práctica habitual en nuestro país (Tabla 21, opción 6). Sin embargo, prevalece la preocupación por el daño que ocasiona en los suelos (Tabla 21, opción 3) y la biodiversidad (Tabla 21, opción 7).

En general, podemos afirmar que este grupo de estudiantes cree que posee conocimiento sobre el tema y eso les permite tomar una postura en la cual no obvian los efectos perjudiciales de este tipo de cultivo pese a la gran rentabilidad que presenta.

Categoría II. Riesgo

En la **Tabla 22** se muestran los resultados del relevamiento en estudiantes de escuela secundaria técnica respecto de su percepción y aceptación del riesgo frente al cultivo de soja transgénica.

Pregunta de indagación y opciones de respuesta Mi postura sobre el cultivo de soja transgénica es...	% elección
1. de apoyo, porque es rápido y económico aunque represente un riesgo para la salud	5,0
2. que debería tratarse de hacer huertas orgánicas y reemplazar este tipo de cultivo porque es peligroso, pese a ser muy redituable	67,5
3. que no habría que dedicarse exclusivamente al monocultivo	62,5
4. que habría que dedicarse íntegramente al monocultivo y asumir sus riesgos porque no hay otra opción económica	2,5
5. que acepto los problemas que ocasiona porque es el sustento de la economía de un país	2,5
6. que está bien dedicarse a cultivos transgénicos pues no hay que arar ni preparar la tierra	0,0
7. que acepto el riesgo de este tipo de cultivo porque de lo contrario Argentina profundiza su crisis económica	0,0
8. de rechazo porque produce más daños que beneficios	47,5

Tabla 22. Percepción del riesgo respecto del cultivo de soja transgénica por parte de los estudiantes de nivel secundario relevados en esta investigación (N=40)

En las respuestas de los y las encuestadas se ve una polarización muy importante: el 67,5% afirma que habría que redirigir los cultivos hacia huertas orgánicas y el 62,5% que no habría que dedicarse al monocultivo (**Tabla 22**, opciones 2 y 3 respectivamente). A su vez, prácticamente todos los estudiantes mostraron una muy baja aceptación del riesgo (**Tabla 22**, opciones 5 y 7). Lifshitz (2003) señala que un derivado directo del culto a lo natural como no pernicioso o dañino son los llamados cultivos “orgánicos” en los que no se utilizan productos químicos industriales. Sin embargo, hoy en día, esta práctica no sería posible en forma masiva pues el aumento de la población mundial requirió la transformación de los agroecosistemas diversos en monocultivos dependientes de agroquímicos de síntesis. Esta revolución tecnocientífica transformó en profundidad las prácticas agrícolas (Molina, 2021) con lo cual, el deseo ingenuo de producir comida en huertas orgánicas para toda la población mundial no es ni remotamente factible en la práctica.

Con respecto a las opiniones expresadas en los relevamientos orales sobre OGM y, en particular, soja transgénica se destacan los siguientes extractos:

La mayoría de los productos que comemos son transgénicos, pero la soja es un problema específico porque hay sobreproducción y las compañías no se hacen cargo de su responsabilidad y de los problemas que traen.

Cada día se planta más soja, solo soja, pues los otros cultivos requieren más mano de obra (...) La soja es muy rentable.

El problema no es la soja, es el país; el problema es quién lo vende, quién se lo come.

En estas afirmaciones notamos que los y las estudiantes consideran negativamente el hecho de que los intereses económicos prevalecen por sobre otros factores y desplazan la situación de percepción del riesgo hacia el plano político al involucrar tanto al sector empresarial como a los ciudadanos como actores responsables.

Sección D. Posición sobre transformaciones tecnológicas y políticas públicas

Categoría I. Incertidumbre

La **Tabla 23** muestra los resultados de percepción de la incertidumbre de los y las estudiantes de nivel secundario técnico con respecto al paquete tecnológico aplicado al cultivo de soja transgénica. La **Tabla 24** muestra las respuestas con relación a la comparación entre el uso de paquetes de siembra directa y la agricultura previa a su existencia.

Pregunta de indagación y opciones de respuesta	% elección
El paquete de siembra directa...	
1. significa manejo genético de la producción	18,8
2. solamente consiste en desarrollar agroquímicos para controlar malezas	15,6
3. es una innovación tecnológica que permite un desarrollo a largo plazo	9,4
4. es la consecuencia del avance de la agrobiotecnología	21,9
5. no sé lo que es	46,9

Tabla 23. Percepción de la incertidumbre con respecto al paquete tecnológico aplicado al cultivo de soja por parte de los estudiantes de nivel media (N=32).

Pregunta de indagación y opciones de respuesta	% elección
Si comparo el paquete tecnológico actual con la agricultura previa creo que...	
1. la agricultura pampeana anterior era muchísimo más tóxica e iba a un proceso de desertificación generalizada	6,2
2. existe una notable mejora en términos agronómicos gracias a la utilización del glifosato	12,5

3. no ha causado una catástrofe ecológica ni productiva y solo hay un gran desarrollo agro-nómico que ha permitido al país obtener importantes ganancias	0,0
4. no creo que sea mejor ni peor que antes	15,6
5. es mejor pero más perjudicial para el medio ambiente	21,9

Tabla 24. Comparación entre el paquete tecnológico actual con los métodos de siembra utilizados con anterioridad a su aplicación por parte de los estudiantes de nivel secundario (N= 32)

El dato más llamativo es que, pese a que casi la mitad de los y las entrevistadas señala que ignora a qué nos estamos refiriendo con el término “paquete tecnológico” (Tabla 23, opción 5), todos afirman que ha causado un desastre ecológico (Tabla 24, opción 3). Más allá de esta aparente inconsistencia, es notorio que tantos/as estudiantes no logren vincular la producción de soja transgénica con la utilización de paquete tecnológico que conjuga el glifosato, la siembra directa y la semilla genéticamente modificada. Especialmente dadas las respuestas contundentes y con tan bajo nivel de incertidumbre obtenidas en las secciones previas.

Por otra parte, si bien los/as encuestados/as pueden presentar incertidumbre cognitiva con respecto a la tecnología en cuestión que vincula el agroquímico glifosato y la técnica de siembra directa, no necesariamente esta falta de conocimiento es extrapolable a las transformaciones tecnológicas en su generalidad. Para clarificar esta cuestión, se les preguntó respecto de las transformaciones tecnológicas en general. Los resultados se muestran en la Tabla 25.

Pregunta de indagación y opciones de respuesta	% elección
Las transformaciones tecnológicas...	
1. significan siempre nuevas condiciones de acumulación de capital	21,9
2. todo desarrollo tecnológico está dirigido por el capital	25,0
3. no creo que exista transformación tecnológica sin intereses económicos y/o políticos	53,1
4. no sé lo que es una transformación tecnológica	12,5

Tabla 25. Percepción de la incertidumbre con respecto a las transformaciones tecnológicas por parte de los estudiantes de nivel secundario relevados en esta investigación (N=32).

Los resultados muestran que la incertidumbre de los y las estudiantes con respecto al paquete de siembra directa es mayor que la que presentan frente a las tecnologías y sus avances en general (Tabla 25, opción 4).

Con el fin de evaluar la consistencia interna de las respuestas, en una segunda etapa del análisis se analizó el siguiente set de opciones:

1. No sé lo que es el paquete de siembra directa (Tabla 23, opción 5).

2. Con relación a la agricultura previa al paquete tecnológico no creo que sea mejor ni peor que la anterior (**Tabla 24**, opción 4).
3. Creo que es mejor, pero es más perjudicial con respecto al medio ambiente (**Tabla 25**, opción 5).

Si las respuestas de los y las encuestadas son consistentes, entonces no deberían haber marcado el enunciado 1 junto con el 2 o el 3 (o ambos). De los 32 encuestados, 15 respondieron 1 y 9 de ellos (60%), marcaron también el enunciado 2 o el 3. Esto nos permite inferir que, aunque los alumnos no manifiestan incertidumbre cognitiva respecto a los efectos del glifosato, la situación cambia cuando se lo vincula con la tecnología que lo acompaña. Este desconocimiento se acentúa aún más cuando nos referimos a las prácticas agrícolas anteriores a la década de los 90, aunque ellos mismos no sean conscientes de su propio desconocimiento.

Categoría II. Riesgo

Si bien como analizamos en el apartado anterior, los encuestados evidencian incertidumbre con respecto a las innovaciones tecnológicas que se ponen de manifiesto en el plano del conocimiento, esto no les impide asumir una posición en cuanto a sus riesgos. Los resultados de indagación respecto de esta categoría se muestran en la **Tabla 26**.

Pregunta de indagación y opciones de respuesta	% elección
Respecto de las transformaciones tecnológicas creo que...	
1. el avance tecnológico solamente será efectivo para el uso de la humanidad si esta tecnología queda en sus manos	3,1
2. Como las tecnologías están en manos de empresas poderosas que pueden evadir controles estatales, no es posible que las transformaciones tecnológicas sean beneficiosas y estén al servicio de la gente	31,2
3. creo que toda transformación tecnológica termina siendo beneficiosa para la humanidad	15,6

Tabla 26. Percepción por parte de los estudiantes de nivel secundario relevados en esta investigación del riesgo de los avances tecnológicos (N= 32).

La percepción con respecto a los riesgos del desarrollo de nuevas tecnologías es altamente negativa (**Tabla 23**, opción 3) y en menor medida condicionada a intereses que las vuelven perjudiciales para la mayoría de la gente (**Tabla 23**, opción 2).

Con el objetivo de indagar aún más sobre este tema, se profundizó con los/as encuestados/as su opinión acerca del desarrollo tecnológico en los relevamientos orales:

No va a haber una relación que sea beneficiosa para un todo si queremos beneficiar

solo a algunos.

Monsanto tiene solo una semilla y el Roundup que lo resiste. No se puede así; perdemos diversidad, perdemos semillas y la empresa gana.

No es que esté mal mejorar genéticamente las cosas, pero estamos en un sistema capitalista que no va a generar una semilla que mejore algo sino que va a generar lo que ellos quieren.

Somos un país rico con muchísimos recursos y lo estamos destrozando con esta política que tenemos ahora. Estamos siendo soja-dependientes: (...) los monopolios intentan mantener una perpetuidad de ese capital y una extensión de ese capital todavía aún mayor, se meten en el poder político.

Las personas entrevistadas perciben que el riesgo está en la carencia de políticas adecuadas que regulen los avances tecnológicos y en las prácticas monopólicas de determinados sectores sobre dichos avances.

Categoría III. Ambivalencia

Dado que los estudiantes se mostraron muy críticos con respecto a Bayer-Monsanto, la principal empresa que ellos consideran responsable del desarrollo del paquete agrotecnológico de siembra directa, y de las políticas públicas que se han implementado al respecto, el análisis de la ambivalencia para este apartado se realizó haciendo una única pregunta a todos/as los/as estudiantes durante las entrevistas abiertas: *Como técnicos químicos, ¿trabajarían en esta empresa?* El 92% de las respuestas fueron afirmativas.

Claramente los/as estudiantes muestran ambivalencia: son muy críticos de empresas para las que eventualmente trabajarían en caso de necesidad.

Categoría IV. Confianza

Como ya se mencionó, el análisis de la confianza remite a la actitud de los encuestados hacia agentes sociales vinculados a la tecnología y no, como en el caso de la incertidumbre, a una consideración de la tecnología misma. Por eso, en este caso, la confianza no se analiza con respecto a la tecnología en cuestión sino con respecto a las políticas públicas que regulan su aplicación. Las respuestas de los/as encuestados/as con relación a esta categoría se indican en la **Tabla 27**.

Pregunta de indagación y opciones de respuesta	% elección
Creo que las políticas públicas sobre este tipo de cultivos son...	

1. Inexistentes en nuestro país	21,9
2. A favor de las grandes corporaciones y en detrimento de la población	31,2
3. A favor de intereses políticos	31,2
4. Malas porque la presión ciudadana es casi nula o inexistente con respecto a estos temas	37,2
5. Ineficientes porque no hay suficiente conciencia social	43,8

Tabla 27. Confianza de los estudiantes de escuela media técnica en las políticas públicas que regulan los avances agrotecnológicos (N=32).

En estas respuestas, al igual que en los relevamientos orales, se evidencia una desconfianza con respecto a los gobernantes y a las empresas multinacionales las cuales se encuentran beneficiadas por la falta de conciencia social. También se pone de manifiesto los intereses económicos que los/as estudiantes consideran que existen detrás de la implementación de las políticas públicas y de la falta de acción ciudadana para revertir algunas decisiones.

Pienso más que nada que es una cuestión de políticas públicas [regular] dónde se fumiga, cómo se fumiga, si está el capital para innovar la fórmula para que cada vez sea menos tóxico. Creo que si no hay una política pública que empiece a cambiar eso no [alcanza con] el hecho de que no sea dañino.

Queda en nosotros hacer presión social porque si no, los gobiernos no van a hacer nada. Hay relación entre los políticos y estas multinacionales: lo único que puede movilizar es la presencia ciudadana.

Tenemos que cambiar a los políticos para que le hagan caso al pueblo y no a los empresarios.

Si vamos a hablar de la biotecnología y las aplicaciones biotecnológicas para aumentar la productividad no son negativas, es negativa la empresa que la está manejando. Las políticas públicas que no tenemos, la debilidad política que tiene nuestro país, ese es el problema.

Los/as estudiantes parecen considerar que la participación ciudadana debe de ser concebida como uno de los mecanismos esenciales para el fortalecimiento de la democracia y una mejor regulación del desarrollo tecnológico. Sostienen que nuestro país necesita hacer, entonces, un esfuerzo para involucrar a la sociedad civil en el apoyo a las políticas públicas de ciencia y tecnología y, al mismo tiempo, escuchar las demandas sociales frente a las consecuencias de las mismas políticas (Polino, 2015). En este sentido encontramos una diferencia con respecto al relevamiento

realizado en la 5ª Encuesta de Percepción Pública (MinCyT, 2021) en la que el público en general consideró a la comunidad científica y al personal técnico como los más capaces para tomar este tipo de decisiones.

Capítulo 6. Análisis de la influencia escolar en las percepciones del estudiantado

En el Capítulo 5 se analizaron las percepciones de los y las estudiantes respecto del uso del glifosato, la aplicación de los OGM, el cultivo de soja transgénica y su vinculación con el paquete de siembra directa y el crecimiento agropecuario, y, por último, las políticas públicas. También se compararon los resultados obtenidos con aquellos relevados por Vaccarezza (2015). En este capítulo se buscará determinar si la institución escolar tuvo incidencia en dichas percepciones. Para ello, se analizarán las respuestas de los propios estudiantes respecto de sus fuentes de información y los relevamientos orales a profesores de la institución técnica, así como los planes de estudio. Finalmente, teniendo en cuenta estos factores, se compararon los resultados obtenidos con los encontrados en las encuestas de percepción pública de la ciencia en Argentina.

6.1. Análisis de las fuentes de información

Al finalizar la recolección de datos, los y las participantes completaron una breve encuesta señalando de dónde habían obtenido la información que les había permitido responder tanto los cuestionarios autoadministrados como los relevamientos orales. En la **Tabla 28** se presentan los resultados ordenados desde el mayor al menor porcentaje de elección para cada contenido.

Contenido	Esta información la obtuve de...	% elección
Glifosato (N = 40)	la escuela	57,5
	los medios de comunicación masiva, internet, redes sociales	35,0
	no sé de dónde obtuve la información, pero creo que es así	12,5
	no sé de dónde obtuve la información, pero es así	7,5
Estudios sobre los efectos del glifosato en la salud (N = 32)	la escuela	50,0
	los medios de comunicación masiva, internet, redes sociales	34,4
	algo que escuché, pero no sé si fueron opiniones o estudios serios	21,9
	nunca escuché ni me interesó el tema	12,5
	estudios serios	9,4
Cultivo de soja transgénica (N = 40)	la escuela	50,0
	los medios de comunicación masiva, internet, redes sociales	45,0

	no sé de dónde obtuve la información, pero creo que es así	27,5
	no sé de dónde obtuve la información, pero es así	10,0
Paquete de siembra directa (N = 32)	la escuela	28,1
	los medios de comunicación masiva, internet, redes sociales	25,0
	algo que leí, pero no sé bien de qué se trata	25,0
	lo que he leído porque me interesa	18,8
Políticas públicas (N = 32)	la escuela	21,9
	los medios de comunicación masiva, internet, redes sociales	21,9
	algo que leí, pero no sé bien de qué se trata	18,8
	lo que he leído porque me interesa	15,6

Tabla 28. Fuentes de información que los propios estudiantes encuestados reconocen.

En todos los casos, la fuente principal mencionada por los y las estudiantes fue la escuela, que, evidentemente, cumple un rol central como transmisora de información a esta edad. Es interesante notar que ellos mismos afirman que tuvo mayor influencia que las redes sociales, lo cual es destacable tratándose de grupos de adolescentes. Cabe señalar que, en el caso de la 5° Encuesta de Percepción Pública de la Ciencia (MinCyT, 2021), los y las encuestadas habían indicado que su acceso a información especializada era fundamentalmente a través de la televisión, seguido por Internet y las redes sociales.

Con relación al glifosato y la soja transgénica, al menos la mitad de los y las participantes identificó a la institución escolar como su fuente de información. Podríamos inferir, entonces, que la influencia de los docentes y los planes de estudios debería ser importante sobre estos contenidos. En cambio, este porcentaje es mucho menor en el caso del paquete de siembra directa y las políticas públicas.

6.2. Análisis de los relevamientos orales a docentes

Se entrevistó a 19 docentes pertenecientes a la misma institución técnica de nivel medio que los/as estudiantes. Se les comunicó sobre la necesidad de una opinión con respecto al tema del desarrollo agrobiotecnológico vinculado al cultivo de soja transgénica y el uso del glifosato. Todos los relevamientos fueron realizados en la escuela dentro del horario escolar y, en promedio, demoraron 20 minutos. Dentro del grupo de docentes entrevistados, uno de ellos trabajó en forma directa con el grupo de estudiantes que participó de la investigación.

Se seleccionaron aquellas respuestas que se cree que pueden haber influido en la enseñanza de los temas en cuestión al alumnado y se categorizaron según se indica en la Tabla 29.

Respecto del glifosato y las tecnologías en cuestión...	% elección
Los considera beneficiosos	5,2
Los considera perjudiciales	36,8
No tiene una opinión marcada	26,3
Considera el tema relevante pero no lo enseña a los alumnos	10,5
Considera el tema relevante por eso lo enseña con espíritu crítico	21,1

Tabla 29. Categorización de las opiniones de los y las docentes entrevistados/as con relación al glifosato y las tecnologías que lo involucran (N=19).

A continuación se transcriben las respuestas más representativas de los relevamientos orales:

La tecnología nunca es neutra, siempre tiene un objetivo, alguien que la hace con determinado propósito. Y estos propósitos obedecen a determinada organización social. La tecnología de soja transgénica no es inocente y obedece a un modelo agroexportador, extractivista del suelo, insumo-dependiente, que se relaciona con la deforestación, el desalojo de tierras y su concentración. A nivel económico las empresas privadas se benefician y los costos ambientales son pagados por la población. Hay que tener un término medio entre la explotación del suelo y la conservación del medio ambiente.

Monsanto fue el creador de la soja transgénica. ¿Problemas? Extracción de nutrientes de la tierra: es difícil volver a cultivar cualquier cosa, no es sustentable, empobrece la tierra. Acá en la escuela vamos a hacer una experiencia con un determinado tipo de soja transgénica porque no todas son iguales y vamos a ver qué pasó con la tierra: Lo haremos con 5° y 6° año.

Al ser monocultivo no hay rotación y al reducirse las retenciones los agropecuarios se vuelcan a la soja sin ningún tipo de lineamientos porque, además, la soja es resistente a cualquier clima. Cuando fumigan con glifosato, al ser la soja resistente, mata todo menos a la soja. De lugares como Salta y Jujuy sacaron todo lo que generaba raíces y mantenía la tierra firme y sembraron soja, que no tiene muchas raíces y no puede hacer el mismo trabajo que otras especies. Si querés me meto en política: hubo una Presidenta que intentó cambiar esto, pero por un solo voto que definía la situación

no lo pudo hacer. Mientras no se modifiquen determinadas políticas acerca del campo dudo que esto vaya a cambiar: aumentar las retenciones a la soja y disminuirla para otros cultivo.

No creo en estudios de Monsanto ni de ninguna empresa. La empresa es una organización para invertir y obtener una renta, necesita cumplir con un número. Me ha tocado trabajar en industria de alimentos en donde tuve que renunciar para no ser cómplice de determinadas situaciones que se arreglan con la coima. No me quiero imaginar esto en una multinacional como Monsanto. Las consecuencias no les interesan.

Podemos resaltar que algunos de los profesores encuestados brindaron información a los alumnos con respecto al cultivo de la soja transgénica y el uso del glifosato, respetando el enfoque Ciencia, Tecnología, Sociedad y Ambiente (CTSA). Si bien no podemos afirmar que la formación recibida sea determinante en cuanto a la percepción social que presentan los encuestados con respecto al tema, no podemos desconocer que el alumnado ha sido formado de manera crítica con respecto a estas cuestiones.

6.3. Análisis de la formación específica

Los y las alumnas encuestadas en este trabajo pertenecen al segundo ciclo de la modalidad química de 4 años de duración. El plan de estudio consta de 46 horas cátedra por año (184 horas cátedra totales) dividido en tres campos de formación. Cada campo de formación se desarrolla dentro de esos cuatro años: el general con 43 horas cátedra, el científico tecnológico con 34 horas cátedra y el técnico específico con 107 horas cátedra. Las unidades curriculares del campo de formación técnico específico se detallan a continuación (GCBA, 2018, p. 26):

- Laboratorio de instrumental y certificación de normas
- Química analítica cualitativa
- Trabajo práctico de química analítica cualitativa
- Química orgánica I
- Trabajo práctico de química orgánica
- Química Industrial I
- Trabajo práctico de química industrial I
- Química analítica cuantitativa e instrumental
- Trabajo práctico de química analítica cuantitativa e instrumental
- Química orgánica y bio- orgánica
- Trabajo práctico de química orgánica y bio orgánica

- Química industrial II
- Trabajo práctico de química industrial II
- Tecnología de los alimentos y biotecnología
- Trabajo práctico de tecnología de los alimentos y biotecnología
- Prácticas profesionalizantes

Durante el trayecto formativo del ciclo superior se le ofrece al estudiante una sólida formación técnica en química que, aunque no otorga específicamente una formación en agrobiotecnología dentro del marco de ciencia, tecnología y sociedad (CTyS), les permite tener un marco referencial teórico adecuado para manejar ciertos conceptos y comprender en profundidad los procesos de transgénesis, entre otros. Esa es una diferencia con respecto a los y las estudiantes de nivel superior que fueron encuestados en el artículo de Vaccarezza (2015), quienes pertenecían a diversas disciplinas académicas -física, química, farmacia y bioquímica, biología y biotecnología, medicina, ingeniería, diseño industrial, psicología, historia, sociología, trabajo social y economía-. Dado que en ambos casos se trata de un grupo de personas jóvenes, con educación formal y acceso a redes sociales y medios de comunicación masivos bastante similares, no sería descabellado pensar que las diferencias encontradas en sus respuestas podrían deberse, al menos en parte, a esta formación específica. Incluso si en el grupo estudiado por Vaccarezza hubiera personas formadas como técnicas químicas, sería un porcentaje muy reducido dado que son pocas las escuelas con esta especificidad.

Capítulo 7. Conclusiones

El estudio realizado entre estudiantes de los últimos años de la escuela secundaria técnica química sobre la percepción del uso de agroquímicos y el cultivo de soja transgénica ha proporcionado resultados que llevan a una reflexión profunda, en particular dada la relevancia cada vez mayor de la agrobiotecnología y el impacto que estas prácticas tienen en la sociedad y el medio ambiente. En este sentido, examinar las actitudes y conocimientos de los y las estudiantes adquiere una importancia crucial para comprender mejor cómo se forma la opinión pública y cómo se pueden abordar los desafíos asociados con la comunicación y la educación científica en esta área.

El análisis de los resultados de los cuestionarios autoadministrados y de los relevamientos orales tanto en porcentajes como en las valoraciones de precisión, mostraron que este grupo social muestra rechazo hacia la agrobiotecnología por considerarla perjudicial. Comparando los resultados con los obtenidos por Vaccarezza (2015) encontramos que la mayoría de nuestros encuestados expresan percepción del riesgo pero no de incertidumbre en términos cognitivos, ya que no se evidencian dudas con respecto a los daños que causa la aplicación tecnológica.

Con respecto al glifosato, la percepción del riesgo se encuentra potenciada cuando se considera su manejo y utilización. En cuanto a la percepción de los OGM, nuestro público evidencia una menor polarización de actitudes con respecto a los resultados encontrados en las Encuestas Nacionales de Percepción Pública.

Es interesante destacar que la confianza no está depositada en la posesión o no de conocimientos sobre el tema, pues el daño ocasionado se le atribuye a la intencionalidad de los productores de esta tecnología y no a la ignorancia acerca de sus efectos (Vacarezza, 2015). Por este motivo, la falta de confianza en el quehacer de los científicos no deriva del hecho de considerarlos incapaces de diseñar tecnología no perjudiciales sino del estar sujetos a determinados intereses. En este punto, la diferencia con el trabajo presentado por Vaccarezza (2015) radica en el hecho de que los intereses son externos y no están vinculados a las normas morales que rigen el conocimiento científico.

Uno de los principales aportes de los estudios sociales de ciencia y tecnología es la idea de que el desarrollo científico-tecnológico debe pensarse en relación con otras esferas del quehacer humano como ser la política. En la actualidad, los estados dominantes no solamente conciben a las ciencias duras como recurso económico nacional sino que también asignan este rol a las ciencias sociales (Vessuri, 2022). Nuestros estudiantes fueron muy explícitos cuando vincularon el desarrollo agrobiotecnológico con las políticas públicas que lo sustentan indicando que no están al

servicio del pueblo. Teniendo en cuenta que, todo desarrollo tecnocientífico moviliza dimensiones relativas al orden social en el marco de una construcción de futuro (Herrera García y Kreimer, 2022), estas opiniones nos sugieren que la falta de confianza está vinculada con las políticas que regulan el desarrollo de la ciencia en relación con las demandas sociales (Kreimer, 2023).

Como afirma Carmona (2022), es necesario cimentar entre los estudiantes una sólida competencia científica con el objetivo de formar ciudadanos responsables con actitudes críticas. Tomando este concepto, parte de nuestro trabajo es investigar si la escuela cumple este objetivo y si en parte ha tenido alguna influencia en la respuesta de nuestros encuestados. En el contexto escolar, los y las estudiantes están expuestos a una variedad de información y perspectivas presentadas por sus docentes, materiales de estudio y el currículo educativo en general. Estos elementos contribuyen a moldear su comprensión y percepción sobre cuestiones complejas como la biotecnología agrícola y el uso de agroquímicos.

Al analizar los relevamientos orales realizados a los docentes, podemos concluir que las y los estudiantes recibieron por parte de algunos de ellos una formación crítica la cual pudo haber condicionado la percepción del riesgo que se encuentra reforzada por los conocimientos sobre los aspectos técnicos. El alumnado afirma haber sido poco informado con respecto al paquete de siembra directa. En efecto, este aspecto no es mencionado por sus docentes ni tampoco se encuentra en los diseños curriculares. Y en cuanto a lo que se refiere a políticas públicas, no hay evidencias de que hayan recibido información relevante desde la escuela y/o de las redes sociales o del ámbito familiar. Sin embargo, mostraron una postura crítica posiblemente por extrapolación de su percepción respecto de los otros ítems indagados.

La coherencia entre las opiniones de los estudiantes y las posturas de los docentes sugiere que la escuela desempeña un papel crucial en la construcción de la percepción pública sobre estos temas. Esta coincidencia subraya la importancia de examinar y comprender el papel que desempeña la institución como agente modelador de actitudes y opiniones hacia la biotecnología agrícola y el uso de agroquímicos.

Los resultados de esta investigación destacan la complejidad de abordar las percepciones y creencias de los estudiantes sobre la soja transgénica y el glifosato, incluso en contextos educativos específicos como la escuela secundaria técnica. Además, nuestros hallazgos, al igual que en el caso de lo encontrado por Vaccarezza (2015) en estudiantes universitarios, sugieren que las actitudes y representaciones sociales de este público respecto a la ciencia y la tecnología, reflejan

posiciones ambiguas. El hecho de que los y las estudiantes de escuela técnica tengan menos incertidumbre, es decir consideren que tienen un firme conocimiento acerca de los contenidos tecnológicos, representa un desafío adicional que debemos considerar al momento de llevar al aula este tipo de problemáticas.

Bibliografía

- Abril, A., Salas, P., Lovera, E., Kopp, S., y Casado-Murillo, N. (2005). Efecto acumulativo de la siembra directa sobre algunas características del suelo en la región semiárida central de Argentina. *Ciencia del suelo*, 23(2), 179-188.
- Acevedo Díaz, J. A. (1996). La tecnología en las relaciones CTS: una aproximación al tema. *Enseñanza de las Ciencias*, 14(1), 35-44. DOI:10.5565/rev/ensciencias.4238
- Acevedo Díaz, J. A. (2006). Relevancia de los factores no-epistémicos en la percepción pública de los asuntos tecnocientíficos. *Revista Eureka sobre Enseñanza y Divulgación de las Ciencias*, 3(3), 370-391.
- Aduriz Bravo, A. (2017). Pensar la enseñanza de la física en términos de “competencias”. *Revista De Enseñanza De La Física*, 29(2), 21-31. DOI:10.55767/2451.6007.v 29.n 2.18801
- Aijón Abadal, C., y Cumplido Prat, A. (2007). Percepción del riesgo de los agroquímicos en la localidad de Basavilbaso, Entre Ríos. Tesis de grado en Ciencias Ambientales, Universidad de Barcelona, España.. Disponible en: http://ddd.uab.cat/pub/tre-recpro/2007/hdl_2072_5219/PFCAijon+Cumplido.pdf
- Aloranti, V. C., y Valinotti, M. F. (2023). Modelo productivo, desarrollo territorial y ODS en localidades de Córdoba, Argentina. *Cuadernos de Vivienda y Urbanismo*, 16(1).
- Altamirano Huerta, H. J ., y Marissa Margarita , R. S. (2022). Transgénicos: ¿el futuro o un peligro?. *Jóvenes en la ciencia*, 13, 1–6.
- Altieri, M. (2009). *La agricultura moderna: Impactos ecológicos y la posibilidad de una verdadera agricultura sustentable*. Berkeley (USA): University of California, Berkeley, Department of Environmental Science, Policy and Management.
- Arancibia, F. P. (2020). Resistencias a la bio-economía en Argentina: las luchas contra los agrotóxicos (2001-2013). *Ciencia Digna*, 1(5), 42-63.
- Arias Monge, M., y Navarro Camacho, M. (2017). Epistemología, Ciencia y Educación Científica: premisas, cuestionamientos y reflexiones para pensar la cultura científica. *Actualidades investigativas en educación*, 17(3), 774-794.
- Atar, D. (2007). Aportes Metodológicos para el Estudio de la Percepción Social de la Ciencia y la Tecnología. Tesis de posgrado. Universidad Nacional de Quilmes. Disponible en: <https://ridaa.unq.edu.ar/handle/20.500.11807/193>
- Azar, G. (dir.) (2015). *Diseño curricular nueva escuela secundaria de la Ciudad de Buenos Aires: ciclo orientado del bachillerato, formación general*. Gobierno de la Ciudad de

- Buenos Aires. Ministerio de Educación. Disponible en: https://buenosaires.gov.ar/areas/educacion/nes/pdf/2015/NES-Co-formacion-general_w.pdf
- Barba-Ho, L. E., y Becerra, D. (2011). Biodegradabilidad y toxicidad de herbicidas utilizados en el cultivo de caña de azúcar. *Ingeniería de Recursos Naturales y del Ambiente*, 10, 11-19.
- Barbosa, M. C., Aiassa, D., y Mañas, F. (2017). Evaluación de daño al ADN en leucocitos de sangre periférica humana expuestos al herbicida glifosato. *Revista internacional de contaminación ambiental*, 33(3), 403-410. DOI:10.20937/rica.2017.33.03.04
- Barfoot, P., y Brookes, G. (2014). Key global environmental impacts of genetically modified (GM) crop use 1996–2012. *GM Crops y Food*, 5(2), 149-160. DOI:10.4161/gmcr.28449
- Barrio Alonso, C. (2008). La apropiación social de la ciencia: nuevas formas. *Revista iberoamericana de ciencia tecnología y sociedad*, 4(10), 213-225.
- Beck, U. (1998). La política de la sociedad del riesgo. *Estudios Demográficos y Urbanos*, 39(1), 501-514.
- Bell, D.(2001). *La sociedad Post- Industrial en un intento de prognosis social*. Madrid: Alianza Editorial.
- Bergel, S.D. (2003). Percepción social de la nueva biotecnología vegetal. *Redes*, 10(20), 154-170.
- Bertuch, F., y Fernández, R. J. (2015). Reseña del libro “Transgénicos, ciencia, agricultura y controversias en la Argentina” de Pablo Ariel Pellegrini (2013). *Rev Agronomía y ambiente* 35(1), 89-93.
- Bilański, G. A. (2023). La apuesta por el desarrollo con nuevas técnicas de edición genética en la Argentina. *Mundo agrario*, 24(55), 203-203.
- Bono, L.C., y Tenutto, M. (2018). Cultura tecnocientífica y percepción social de las ciencias y tecnologías: investigación y transferencia como aportes para una posible interfase entre la escuela y las políticas públicas. *Anuario digital de investigaciones educativas*, 1, 458-474.
- Brieva, S. S. (2007). *Dinámica de las relaciones socio-técnicas en la agricultura argentina: trayectorias y estilos socio-técnicos de innovación y cambio tecnológico en la producción de soja, desde 1970 a la actualidad*. 1er Congreso Latinoamericano de Historia Económica, Montevideo.
- Brookes, G., y Barfoot, P. (2017a). Farm income and production impacts of using GM crop technology 1996–2015. *GM Crops y Food*, 8(3), 156-193. DOI:10.1080/21645698.2017.1317919

- Brookes, G., y Barfoot, P. (2017b) Environmental impacts of genetically modified (GM) crop use 1996–2015: Impacts on pesticide use and carbon emissions. *GM Crops y Food*, 8(2), 117-147. DOI: 10.1080/21645698.2015.1025193
- Brookes, G., y Barfoot, P. (2018). Farm income and production impacts of using GM crop technology 1996–2016. *GM Crops y Food*, 9(2), 59-89. DOI: 10.1080/21645698.2018.1464866
- Brossard, D. (2018). Biotechnology, communication and the public. Keys to delve into the social perception of science. *Mètode. Annual Review*, 9. DOI: 10.7203/metode.9.11347
- Brunetti, J., Ormart, E. y Antón, C.(2014). La percepción de la ciencia y la tecnología y su relación con la educación. Congreso Iberoamericano de Ciencia, Tecnología, innovación y educación, CABA.
- Buch, T. (2003). CTS desde la perspectiva de la educación tecnológica. *Revista Iberoamericana de Educación*, 32, 147-163.
- Cacace, G. P. (2020). *Argentina, nuevo paradigma agrario y nuevas configuraciones socio-territoriales: el impacto de los agrotóxicos en el departamento de Río Cuarto, provincia de Córdoba (1990-2019)*. Tesis de Maestría, FFyL (UBA). Disponible en: <http://repositorio.filo.uba.ar/handle/filodigital/15718>
- Cacace, G.P.(2022). Argentina y los agroquímicos. *Posición. Revista de Investigaciones geográficas*, 8, 1-26. <https://posicion-inigeo.unlu.edu.ar/posicion/article/view/45>
- Cáceres, D. M. (2018). Biotecnología y poder.¿ Usan los cultivos transgénicos menos agroquímicos? *Revista Interdisciplinaria de Estudios Agrarios*, 48(12), 29-56.
- Cadenazzi, G. (2009). *La historia de la soja en Argentina. De los inicios al boom de los '90*. XXVII Congreso de la Asociación Latinoamericana de Sociología. VIII Jornadas de Sociología de la Universidad de Buenos Aires. Asociación Latinoamericana de Sociología, Buenos Aires.
- Cámara Hurtado, M., y López Cerezo, J. A. (2014). *Cultura científica y percepción del riesgo*. En Muñoz, E. y Laspra B. (coord.). *Culturas científicas e innovadoras: progreso social*. Buenos Aires: Eudeba.
- Campuzano Cortina, C., Feijoó Fonnegra, L. M., Manzur Pineda, K., Palacio Muñoz, M., Rendón Fonnegra, J., & Zapata Díaz, J. P. (2017). Efectos de la intoxicación por glifosato en la población agrícola: revisión de tema. *CES Salud Pública*, 8(1), 121–133.

- Cardozo, M. P., Mendoza, M. E., Calafat, M. J., Quiriban, A. E., y Adema, S. (2021). Biotecnología aplicada al sector agropecuario. Una experiencia de articulación nivel medio-universitario. *Virtualidad, Educación y Ciencia*, 12(23), 89-104. DOI: 10.60020/1853-6530.v12.n23.34470
- Carmona, A. G. (2022). La naturaleza de la ciencia en las metas de aprendizaje de las sucesivas reformas curriculares en España: un análisis desde la tradición CTS. *Revista Iberoamericana de Ciencia, Tecnología y Sociedad-CTS*, 17(51), 77-94.
- Cervini, R., y Basualdo, M. (2003). La eficacia educativa del sector público. El caso de las escuelas secundarias técnicas en Argentina. *Revista Latinoamericana de Estudios Educativos*, 33(3), 53-92.
- Chaparro Giraldo, A. (2011). Cultivos transgénicos: Entre los riesgos biológicos y los beneficios ambientales y económicos. *Acta Biológica Colombiana*, 16(3), 231-251.
- Chávarro, L. A. (2017). La cultura científica como cultura política: rompiendo la brecha entre ambas. *Revista de Ciencias Sociales*, 30(41), 179-197.
- Chávarro, L. A. (2018). Riesgo e incertidumbre como características de la sociedad actual: ideas, percepciones y representaciones. *Revista Reflexiones*, 97(1), 65-75. DOI: 10.15517/rr.v97i1.31509
- Chiappe, M., Bianco, M., y Almeida, J. (2011). Intereses en disputa en torno a la agrobiotecnología: un análisis comparativo entre Uruguay y el sur de Brasil. *Pampa (Santa Fe)*, 7, 121-139.
- Cohen, M. A., y Méndez, L. H. (2015). La sociedad del riesgo: amenaza y promesa. *Sociológica México*, 43, 173-201.
- Corica, A. M., y Alfredo, M. (2021). Más de una década de la Ley de Educación Técnico Profesional en Argentina: revisiones a partir de trayectorias educativo-laborales de egresados. *Revista Educación, Política y Sociedad*, 6(1), 61-88. DOI:10.15366/rep2021.6.1.003
- Cortassa, C. (2010). Del déficit al diálogo, ¿y después? Una reconstrucción crítica de los estudios de comprensión pública de la ciencia, *Revista iberoamericana de ciencia tecnología y sociedad*, 5(15), 47-72.
- Cortassa, C., Gonzalo A., y Wursten A. (2017). Comunicar la ciencia: escenarios y prácticas. *Memorias del V Congreso Internacional de Comunicación Pública de la Ciencia y la Tecnología- COPUCI 2015*. 1 era Edición. Editorial Universidad Nacional de Entre Ríos (EDUNER). Disponible en: <https://eduner.uner.edu.ar/public/ebooks/comunicar-la-ciencia-escenarios-yprcticas.94514450867.pdf>

- Cuevas Badallo, A. y Urueña López, S. (2019). Públicos y actores en la democratización de la actividad científica. *Revista Iberoamericana de Ciencia, Tecnología y Sociedad-CTS*, 14(42).
- Cui, K., y Shoemaker, S P. (2018). Public perception of genetically-modified (GM) food: a nationwide Chinese consumer study. *NPJ Science of Food*, 2(1), 10. DOI:10.1038/s41538-018-0018-4
- Dahl, R. (2007). La toma de decisiones en una democracia: la Corte Suprema como una institución que crea políticas públicas. *Revista Jurídica de la Universidad de Palermo*, 8(1).
- Dávila, M. (2022). *Conflictos socioambientales en torno al uso de agroquímicos: el rol del Estado y de la comunidad científica en la aprobación del trigo transgénico tolerante a la sequía y a herbicidas*. Segundo Congreso Internacional de Ciencias Humanas "Actualidad de lo clásico y saberes en disputa de cara a la sociedad digital", San Martín.
- Dávila-Rodríguez, L. P. (2020). Apropiación social del conocimiento científico y tecnológico. Un legado de sentidos. *Trilogía Ciencia Tecnología Sociedad/Trilogía Ciencia Tecnología Sociedad*, 12(22), 127-147. DOI:10.22430/21457778.1522.
- De Prado, R. y Cruz-Hipólito, H. (2010). *Mecanismos de resistencia de las malezas a los herbicidas*. Conferencia de la Sociedad Caribeña de Cultivos Alimenticios. Disponible en: https://www.researchgate.net/publication/296332280_MECANISMOS_DE_RESISTENCIA_DE_LAS_MALEZAS_A_LOS_HERBICIDAS
- Defago, A., y Ithuralde, R. E. (2018). Hacia una contextualización de la enseñanza de la química: contenidos articulados en torno a problemáticas sociocientíficas como ejes temáticos. *Boletim da Associação Ibero-Americana CTS*, 8, 34-39.
- Del Giorgio Solfa, F., Sierra, M. S. y Vescio, M. V. (2017). Evolución de la educación secundaria técnica: diseño y emprendedorismo para la innovación. *Reflexión Académica en Diseño y Comunicación*, 18(32), 85-90.
- Del Valle Rivera, M. D. C. (2010) *Jorge Alberto Sábato. Pensador y activista comprometido con la realidad*. En: El pensamiento latinoamericano sobre el cambio tecnológico para el desarrollo. México: IIEC-UNAM.
- Diamant, C.M. (2017). Cultivos genéticamente modificados: ¿son un riesgo para el ambiente y para la salud? *Inmanencia*, 6 (1), 54-59.
- Díaz Martínez, J. A., y López Peláez, A. (2007). Clonación, alimentos transgénicos y opinión pública en España. *Revista Internacional de Sociología*, 65(48), 75-98. DOI: 10.3989/ris.2007.i48.69

- Díaz Moreno, N., y Jiménez-Liso, M. R. (2012). Las controversias sociocientíficas: temáticas e importancia para la educación científica. *Revista Eureka sobre Enseñanza y Divulgación de las Ciencias*, 9(1), 54-70.
- Díaz, I., y García, M. (2011). Más allá del paradigma de la alfabetización: La adquisición de cultura científica como reto educativo. *Formación universitaria*, 4(2), 3-14. DOI: 10.4067/s0718-50062011000200002
- Drucker, P. F. (1969). The knowledge society. *New Society*, 13(343), 629-631.
- European Chemicals Agency (ECHA) (2023). *Glyphosate*. Disponible en: <https://echa.europa.eu/hot-topics/glyphosate>
- Echeverri, G. L., Rodríguez, L. M. R., y Rodríguez, M. A. P. (2020). Análisis de investigaciones iberoamericanas en el campo de la comunicación y la opinión pública. *Correspondencias y Análisis*, (11), 4. DOI: 10.24265/cian.2020.n11.03
- Erokhin, D., y Komendantova, N. (2023). GMO discussion on Twitter. *GM Crops y Food*, 14(1), 1-13. DOI:10.1080/21645698.2023.2241160
- Escobar, G., y García, M. (2017). La escuela, un vehículo para la apropiación social del conocimiento. *Revista Digital Innovación y Ciencia*, 24(2).
- Espinoza Rodríguez, J. K. (2023). *El aprendizaje basado en proyectos para el desarrollo del pensamiento investigativo-reflexivo y la aplicación de destrezas adecuadas en la enseñanza de agro-biotecnología basada en la manipulación genética*. Tesis Doctoral, UNLP. DOI: 10.35537/10915/151010.
- Esteves Eleno, E. A. (2020). *Biotecnología: Plantas transgénicas como táctica en el desarrollo de la agricultura sustentable*. Tesis de licenciatura. Disponible en: <http://dspace.utb.edu.ec/handle/49000/8513>
- FAO (2015). Código Internacional de Conducta para la Gestión de Plaguicidas. Documento de trabajo. Roma: FAO. Disponible en: https://www.fao.org/fileadmin/templates/agphome/documents/Pests_Pesticides/Code/Code_Spanish_2015_Final.pdf
- Fernández, N. N. (2022). Escuela técnica y trabajo en Argentina: políticas, prácticas y saberes en juego. *Cuadernos de Investigación Educativa*, 13(1), 79-95. DOI: 10.18861/cied.2022.13.1.3116
- Fernández-Alías, A., Ayuso, E., González, C., y López, L. (2020). *¿Dependen las actitudes y conocimientos de los estudiantes sobre la biotecnología de la inversión en la industria biotecnológica de cada país?* Conferencia: Educação em ciências: cruzar caminos, unir saberes. DOI:10.2480/978-989-746-198-9

- Fernández, R. J., Rush, P., y Plencovich, M. C. (2020). Agroecología y agricultura industrial: ¿ dos culturas irreconciliables?. *Agronomía y Ambiente*, 39(2).
- Ferreira, H. A., Vidales, S.N., Bono, L.C. (2012). Cultura tecnocientífica, percepción pública y participación ciudadana: Una aproximación a las interacciones entre ciencia, tecnología y sociedad en la provincia de Córdoba, Argentina. *En clave ciudadana Investigaciones para una ciudad más Justa, Democrática y Sustentable*, 33-37.
- Folguera, G., Carrizo, E. y 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.
- Fourez, G. (1997). *Alfabetización científica y tecnológica: acerca de las finalidades de la enseñanza de las ciencias*. Buenos Aires: Ediciones Colihue SRL.
- Funk, C., y Kennedy, B. (2016). The new food fights: US public divides over food science. *Pew Research Center*, 1-100. Disponible en: https://www.pewresearch.org/internet/wp-content/uploads/sites/9/2016/11/PS_2016.12.01_Food-Science_FINAL.pdf
- Galagovsky, Lydia R. (2007). Enseñar química vs. Aprender química: una ecuación que no está balanceada. *Química Viva*, 6.
- García, C. (2019). La comunicación de la ciencia y la tecnología como herramienta para la apropiación social del conocimiento y la innovación. *JCom América Latina*, 02(01), Y02. DOI: 10.22323/3.02010402.
- Gartner Isaza, L.(2010). Percepción acerca de la ciencia y la tecnología en estudiantes y docentes de la Universidad de Caldas. *Revista Luna Azul*, 30, 29-59.
- Giarracca, N. A., y Teubal, M. (2010). Disputas por los territorios y recursos naturales: el modelo extractivo. *Revista alasru*, 5, 113-133.
- Gil, J. P. (2020). De la controversia de las Dos Culturas a la vía única. *CIVINEDU 2020*, 529.
- Giraldo-Gutiérrez, F.L., Zuñiga-Miranda, S.E., Londoño-Vásquez, D.A. y Sánchez-Ceballos, L.M. (2018). La lectura en la apropiación de la ciencia y la tecnología. *Revista Latinoamericana de Estudios Educativos*, 14(2), 158-178. DOI: 10.17151/rlee.2018.14.2.8
- GCABA. Ministerio de Educación. Dirección General de Planeamiento e Innovación educativa (2013-2018). *Contenidos y aportes para la modalidad técnico profesional ciclo orientado*.CABA:Ministerio de educación. Disponible en: <https://www.et25caba.edu.ar/files/PlanEstudios.pdf>

- GCABA. Ministerio de Educación. Dirección General de Planeamiento. Consejo Federal de Educación. Resolución CFE N° 283/16 ANEXO I. Disponible en:
http://www.inet.edu.ar/wp-content/uploads/2012/10/283-16_01.pdf
- GCABA. Ministerio de Educación. Dirección General de Planeamiento. Consejo Federal de Educación. Resolución N° 84/09. Disponible en: <http://www.bnm.me.gov.ar/giga1/normas/14496.pdf>
- GCABA. Ministerio de Educación. Dirección General de Planeamiento e Innovación educativa (2012). Diseño Curricular Jurisdiccional del Segundo Ciclo de la Modalidad Técnico Profesional del Nivel Secundario Especialidad Química. Disponible en:
http://huergo.edu.ar/docs/perfilproquimica_anexo.pdf
- Godin, B. y Gingras, Y. (2000). What is scientific and tech culture and how is it measured? A multidimensional model. *Public Understanding of Science*, 9(1), 43- 58. DOI: 10.1088/0963-6625/9/1/303
- Gordillo, M. M., y Osorio, C.(2003). Educar para participar en ciencia y tecnología. Un proyecto para la difusión de la cultura científica. *Revista Iberoamericana de Educación*, 32. 165-210. DOI:10.35362/rie320927
- Goya, E. D. (2012). *Medios de comunicación masiva*. México: Red Tercer Milenio.
- Guzmán, A., Romero, E. A., y Grossman, F. B. (2018). Convergencia de innovación en el nuevo paradigma tecnológico en nanotecnología entre países. *Contaduría y Administración*, 63(1), 35-36.
- Hayward, M. D., Armstead, I. P, y Morris, P. (1998). *Potencial teórico de los métodos biotecnológicos en el mejoramiento de cultivos*. En: Miles, J. W, Maass, B. L, Valle, C. B., y Kumble, V. (eds.). *Brachiaria: Biología, agronomía y mejoramiento*. Centro Internacional de Agricultura Tropical (CIAT).
- Herrera García, F., y Kreimer, P. (2022). No solamente hay comunidades científicas periféricas, también hay objetos de investigación periféricos. *Trilogía Ciencia Tecnología Sociedad*, 14(28).
- Hidalgo Lopez, C., y Sorondo, L. (2020). Agroecología y soberanía alimentaria: ideas para el debate en camino a la agricultura sostenible. *Revista de Ciencia y Tecnología Agrollanía*, 19, 80-87.
- Irwin, A., y Michael, M. (2003). *EBOOK: Science, Social Theory y Public Knowledge*. UK: McGraw-Hill Education.
- Jaillier Castrillón, É. (2020). *Comunicación, sociedad del conocimiento y ciudad*. Medellín: Universidad Pontificia Bolivariana.<http://hdl.handle.net/20.500.11912/5458>.

- Jager, M., Pellizzari, C., Feito, M.C., Batista, S., y Solari, C. (2016). *Percepción Social del riesgo Ambiental y Vulnerabilidad*. En Jäger M. (ed.) *Gobernabilidad, percepción, control y efectos del uso de agroquímicos en la región metropolitana de Buenos Aires*. Buenos Aires: Universidad Nacional de La Matanza.
- Kato-Nitta, N., Tachikawa, M., Inagaki, Y., y Maeda, T. (2023). Public perceptions of risks and benefits of gene-edited food crops: an international comparative study between the US, Japan, and Germany. *Science, Technology and Human Values*, 48(6), 1360-1392. DOI: 10.1177/01622439221123830.
- Knorr-Cetina, K. (1996). Comunidades científicas o arenas transepistémicas de investigación. *Revista Redes*, 3(7), 129-160.
- Kogevinas, M. (2018). ¿Es cancerígeno el glifosato? *Investigación y Ciencia*, 498, 46-47.
- Kômoto, N., Tsuda, M., Okada, E., Iizuka, T., Kuwabara, N. et al. (2014) Development of methods for risk assessment of transgenic silkworms rearing on biodiversity. *Sanshi-Konchu Biotech*, 83(2), 171–179. DOI:10.11416/konchubiotec.83.2_171
- Krämer, W., y Schirmer, U. (2007). *Modern crop protection compounds, 3 volume set*. USA: John Wiley y Sons Ltd.
- Kreimer, P. (2023). Ciencias duras, ciencias blandas y CTS. Un “menage à trois” conflictivo. En Herrera, F., Kreimer, P., Gómez, A., y Cruz, M. E. (eds.). *Ingenieros y otros profesionales técnicos. Aporte de las ciencias sociales y las humanidades en su formación*. CABA: CLACSO y Quito: Escuela Politécnica Nacional. Disponible en: <https://biblioteca-repositorio.clacso.edu.ar/bitstream/CLACSO/248528/1/Ingenieros-y-otros.pdf>
- Krüger, K. (2006). El concepto de la "Sociedad del Conocimiento". *Revista Bibliográfica de Geografía y Ciencias Sociales*, 11(683), 1-10.
- Lara Ramírez, J. V. (2020). *Biotechnología: un bien para la agricultura y el mundo*. *Revista Neuronum*, 6(3), 180-183.
- Lewenstein, B. V. (2003). *Models of Public Communication of Science & Technology*. Disponible en: https://edisciplinas.usp.br/pluginfile.php/43775/mod_resource/content/1/Texto/Lewenstein%202003.pdf
- Ley de Educación Técnico Profesional N° 26058/05, Argentina. Disponible en: <http://www.inet.edu.ar/wp-content/uploads/2012/10/ley-26058.pdf>
- Ley de Educación Nacional N° 26.206 (2006).
- Ley Federal de Educación N° 24.195 (2006).
- Lifshitz, A. (2003). La pretendida supremacía de lo natural. *Gaceta Médica de México*, 139 (3), 294-298.

- Longhi, F., y Bianchi, S. (2020). Soja, glifosato y salud humana. Algunas evidencias en el Chaco Seco Argentino (1990-2012). *Rev. Geog. Amer. Central*, 2(65). DOI: 10.15359/rgac.65-2.6
- López Cerezo, J. A., y Cámara Hurtado, M. (2005). *Apropiación social de la ciencia*. En: Cultura Científica en Iberoamérica. Encuesta en grandes núcleos urbanos. Madrid: FECyT, OEI, RICyT.
- López Cerezo, J.A. (2005). Participación ciudadana y cultura científica. *Arbor*, 181 (715), 351-362.
- Lorenzo, M. G. (2017). Enseñar y aprender ciencias. Nuevos escenarios para la interacción entre docentes y estudiantes. *Educación y Educadores* , 20(2), 249-263. DOI: 10.5294/edu.2017.20.2.5.
- Lorenzo, M. G., y Farré, A. S. (2020). *La ciencia y la tecnología entre el bien y el mal. Un debate para la formación ciudadana*. *Aesthetika*, 12(3), 35-42
- Lugo, O., y Valadez-Vega, M. C. (2023). Organismos Genéticamente Modificados: lo que los hidalgenses opinan. *Uno Sapiens Boletín Científico de la Escuela Preparatoria No. 1*, 6(11), 26-31. DOI:10.29057/prepa1.v6i11.10931.
- Mata Lozano, E. (2021). *Aproximación de la biotecnología al aula a través de contextos reales: ¡copia, corta y pega genes! Una propuesta para la enseñanza de la biotecnología en 2º de bachillerato*. Tesis de Maestría, Universidad de Zaragoza. Disponible en: <https://zagan.unizar.es/record/109984/files/TAZ-TFM-2021-604.pdf>
- Martino, D. L. (1994). *Agricultura sostenible y siembra directa*. Montevideo: Unidad de difusión del Instituto Nacional de investigación Agropecuaria (INIA). Disponible en: <http://inia.uy/en/Publicaciones/Documentos%20compartidos/111219220807121916.pdf>
- Maturo, Y. D. (2018). La escuela técnica y la pasantía en empresas. Aspectos generales sobre su puesta en acto y sus efectos en las expectativas laborales de los alumnos. *Praxis Educativa*, 22(1), 40-50. DOI:10.19137/praxiseducativa-2018-220104
- Meras, D. I. (2019). La ambivalencia ante la innovación: representaciones sociales de los riesgos y beneficios de la innovación en la sociedad española. *Revista Española de Sociología*, 28(3), 93-114.
- Michniuk, N. (2018). Tensiones entre educación y trabajo: el caso de la Escuela Industrial N° 4 “José Menéndez” de Río Gallegos (1940-1990)- 1a ed . - Río Gallegos: Universidad Nacional de la Patagonia Austral. Disponible en: https://www.unpa.edu.ar/sites/default/files/publicaciones_adjuntos/TENSIONES_MICHNIUK_final.pdf

- Mikkelsen, C. A. (2008). La expansión de la soja y su relación con la agricultura industrial. *Revista Universitaria de Geografía*, 17(1), 165-188.
- Miller, J. (1998). The measurement of civic scientific literacy. *Public Understanding of Science*, 7, 203-223. DOI:10.1088/0963-6625/7/3/001
- Ministerio de Ciencia, Tecnología e Innovación Productiva (MinCyT) (2015). Encuesta exploratoria sobre percepción pública de la biotecnología alimentaria en Argentina. Disponible en: https://www.argentina.gob.ar/sites/default/files/informe_percepcion_biotecnologia_alimentos.pdf
- Ministerio de Ciencia, Tecnología e Innovación Productiva (MinCyT) (2021). Quinta encuesta nacional de percepción pública de la ciencia. La evolución de la percepción pública de la ciencia. Disponible en: https://www.argentina.gob.ar/sites/default/files/5ta_encuesta_version_digital.pdf.
- Ministerio de Educación de la Nación (2006). «Ley de Educación Nacional 26.206. Disponible en : <https://www.argentina.gob.ar/sites/default/files/ley-de-educ-nac-58ac89392ea4c.pdf>
- Molina, J. E. (2021). La revolución verde como revolución tecnocientífica: artificialización de las prácticas agrícolas y sus implicaciones. *Revista Colombiana de Filosofía de la Ciencia*, 21(42), 175-204.
- Moltoni, L. A. (2020). *Debate agroquímico-agrotóxico: Aportes desde el enfoque de construcción social del riesgo*. Buenos Aires: Teseo Press.
- Nodari, R.O. , y Guerra, P. M. (2004). *La bioseguridad de las plantas transgénicas*. En Bárcena, A. et al. (eds). Los transgénicos en América Latina y el Caribe: un debate abierto. Santiago de Chile: Naciones Unidas. Comisión Económica para América Latina y el Caribe (CEPAL). Disponible en: <https://repositorio.cepal.org/server/api/core/bitstreams/17ae0959-844e-493d-b9e3-3c0f11e24ad5/content>
- OCDE (2016). *PISA 2015 Assessment and Analytical Framework: Science, Reading, Mathematical and Financial Literacy*. Paris: OECD Publishing. DOI: 10.1787/9789264255425-en
- O'Farrell, J., Pizzo, F., Freytes, C., Aneise, A. J., y Demeco, L. (2022). *Pilares de la innovación en la biotecnología agrícola argentina*. Documento de trabajo. Disponible en: https://fund.ar/wp-content/uploads/2022/06/Fundar_Pilares-de-la-innovacion-en-biotecnologia-agricola.pdf
- O'Riordan, T. (1983). The cognitive and political dimensions of risk analysis. *Journal of Environmental Psychology*, 3, 345–354.

- Pedemonte Castro, F. E. (2017). *Problemática del uso de glifosato*. Tesis de Grado, Universidad Nacional Agraria La Molina. Disponible en: <https://repositorio.lamolina.edu.pe/bitstream/handle/20.500.12996/3011/T10-P4-T.pdf?sequence=1&isAllowed=y>
- Pellegrini, P.A. (2013). Anomalías en los comienzos de la transgénesis vegetal: intereses e interpretaciones en torno a las primeras plantas transgénicas. *História, Ciências, Saúde-Manguinhos*, 20, 1453-1471. DOI:10.1590/S0104-59702013000500002
- Piña López, L.E., y Senior Naveda, A. (2020). Estudio de la ciencia, tecnología e innovación desde perspectivas multi técnicas. *Revista de Ciencias Sociales (Ve)*, 26(3), 312-326. DOI:10.31876/rsc.v26i3.33251
- Polino, C. (coord.) (2015). Manual de Antigua: indicadores de percepción pública de la ciencia y la tecnología. Disponible en: <https://oei.int/publicaciones/manual-de-antigua-indicadores-de-percepcion-publica-de-la-ciencia-y-la-tecnologia-2015>
- Polino, C., y García Rodríguez, M. (2016) *Indicadores de interés en las encuestas de percepción pública de la Ciencia y la Tecnología*. En RICYT, El Estado de la Ciencia. Principales indicadores de ciencia y tecnología Iberoamericanos / Interamericanos, Buenos Aires: RICYT.
- Polino, C., Fazio, M.E., y Vaccarezza, L. S. (2003). Medir la percepción pública de la ciencia en los países iberoamericanos: aproximación a problemas conceptuales. *CTS+I: Revista Iberoamericana de Ciencia, Tecnología, Sociedad e Innovación*, 5.
- Quintero Cano, C. A. (2010). Enfoque Ciencia, Tecnología y Sociedad (CTS): perspectivas educativas para Colombia. *Zona Próxima*, 12, 222-239. DOI:10.14482/zp.12.707.99
- Ramos Grijalva, D., y Arévalo Tapia, M. G. (2018). La prevalencia de la sociedad del conocimiento o la sociedad de la información como elementos estructurantes del sistema social. *Prisma social: Revista de Investigación Social*, 20, 333-346.
- Reboratti, C. (2010). Un mar de soja: la nueva agricultura en Argentina y sus consecuencias. *Revista de geografía Norte Grande*, 45, 63-76. DOI: 10.4067/S0718-34022010000100005
- Robayo-Avenidaño, A., Galindo-Mendoza, M. G., Yáñez-Estrada, L., y Aldama-Aguilera, C. (2018). Medición de la percepción pública de los OGM con una escala tipo Likert. *Agrociencia*, 52(5), 767-781.
- Rodrigo, L. (2017). La escuela secundaria técnica en Argentina. Un análisis histórico y comparado de las políticas educativas para el sector durante las últimas décadas *VI Congreso Nacional e Internacional de Estudios Comparados en Educación*, Buenos Aires.

- Rodríguez Martínez, H. L., Peña Manjarrez, M., Gutiérrez Reyes ,A.V., González Trevizo, C.L., Montes Fonseca, S. L., y López Avalos, G. G. (2017). Biorremediación de arsénico mediada por microorganismos genéticamente modificados. *Terra Latinoamericana*, 35(4), 353-361.
- Rodríguez Medina, L., Pandal de la Peza, A., y Shrum, W. (2019). Sobre la desconfianza en la ciencia y la política: el brote de zika en México, 2016-2018. *Sociológica (México)*, 34(96), 205-238.
- Rodríguez Nazer, R. F. (2019). *La construcción simbólica del productor rural de avanzada en Clarín Rural, 1996-2008*. Tesis de Maestría. FLACSO, Buenos Aires. Disponible en: <https://repositorio.flacsoandes.edu.ec/handle/10469/16446>
- Romero Ardila, C. A., y Barreto Pinto, V. E. (2017). *La biotecnología en el desarrollo agrícola de Colombia*. Tesis de grado. Universidad Nacional Abierta y a Distancia UNAD, Colombia. Disponible en. <https://repository.unad.edu.co/handle/10596/17387>
- Rossini, P. (2015). *Transgénicos e investigación agrícola. Un estudio de caso sobre la emergencia de nuevos objetos de investigación en una institución pública de investigación agropecuaria de la Argentina*. Tesis de maestría. Universidad Nacional de Quilmes, Argentina. Disponible en: <http://ridaa.unq.edu.ar/handle/20.500.11807/148>.
- Ruiz Martín, G. (2023). *Organismos transgénicos: una visión de su aportación a la sociedad actual*. Trabajo final de grado. Universidad de Cádiz, España. Disponible en: <http://hdl.handle.net/10498/28973>
- Sanchez Cuevas, M.C. (2003). Biotecnología: Ventajas y desventajas para la agricultura. *Revista UDO agrícola*, 3(1), 1–11.
- Sánchez Mora, M. D. C., y Macías Nestor, A. P. (2019). El papel de la comunicación pública de la ciencia sobre la cultura científica: acercamientos a su evaluación. *Revista Eureka sobre Enseñanza y Divulgación de las Ciencias*, 16(1), 1-15. DOI: 10.25267/RevEurekaensdivulgcienc.2019.v16.i1.1103.
- San Sebastián, L. J. (2020). *Análisis de la estructura de ingresos y gastos públicos observados y estructurales en Argentina: período 2003-2018*. Trabajo final de práctica profesional. Universidad Nacional de San Martín, Argentina. Disponible en: <https://ri.unsam.edu.ar/handle/123456789/1309>
- Santamarta, J. (2004). Los transgénicos en el mundo: El qué, quién, cuánto, cuándo, dónde y por qué de los transgénicos. Comunicado electrónico de *World Watch*. Disponible en: <https://www.nodo50.org/worldwatch/ww/pdf/trans.pdf>

- Sarewitz, D., Foladori, G., Invernizzi, N., y Garfinkel, M. S. (2004). Science policy in its social context. *Philosophy today*, 48, 67-83. DOI:10.5840/philtoday200448Supplement8
- Schalamuk, S., Velázquez, S., Chidichimo, H., y Cabello, M. (2003). Efecto de la siembra directa y labranza convencional sobre la colonización micorrízica y esporulación en trigo. *Boletín Micológico*, 18. DOI: 10.22370/bolmicol.2003.18.0.405
- Snow, C. P. (1961). *The two cultures and the scientific revolution*. New York: Cambridge University Press.
- Sohi, M., Pitesky, M., y Gendreau, J. (2023). Analyzing public sentiment toward GMOs via social media between 2019-2021. *GM Crops Food*, 31, 14(1), 1-9. DOI: 10.1080/21645698.2023.2190294
- Sosa, M. L. (2016). Desarrollo industrial y educación técnica: una estrecha relación. El caso argentino. *Revista Latino-Americana de História-UNISINOS*, 5(15), 174-195. DOI: 10.4013/rlah.v5i15.699
- Sztompka, P. (2006). New perspectives on trust. *American journal of sociology*, 112(3), 905-919.
- Taguchi, C., Shibata N., Soga, K., Yoshiba, S., Narushima, J., Sugino, M., y Kondo, K. (2023). Providing appropriate information to consumers boosts the acceptability of genome-edited foods in Japan. *GM Crops Food*, 14(1), 1-14. DOI: 10.1080/21645698.2023.2239539
- Todt, O. (2004). Manejar la incertidumbre: la controversia sobre la ingeniería genética en Europa y su influencia sobre la regulación. *Revista iberoamericana de ciencia tecnología y sociedad*, 1(3), 79-100.
- Torres Romero, J. C., Ortega, J., Polanco, M. F., Padilha, J. C., y Montenegro, S. (2020). Biotecnología agroambiental: un enfoque emergente frente a la crisis mundial. *Ciencias Agropecuarias*, 6(1), 79-85. <https://doi.org/10.36436/24223484.316>
- Totaitive, I. A. S., y Gutiérrez, P. A. S. (2017). Habilidades científicas a través del conocimiento de las aves colombianas. *Enseñanza de las ciencias: revista de investigación y experiencias didácticas*, (Extra), 1071-1076.
- Trench, B. (2008). *Towards an Analytical Framework of Science Communication Models*. In: Cheng, D., Claessens, M., Gascoigne, T., Metcalfe, J., Schiele, B., Shi, S. (eds) *Communicating Science in Social Contexts*. Springer, Dordrecht. DOI: 10.1007/978-1-4020-8598-7_7

- Tutton, R. (2007). Constructing Participation in Genetic Databases: Citizenship, Governance, and Ambivalence. *Science Technology Human Values*, 32(2), 172-195. DOI:10.1177/0162243906296853
- Vaccarezza, L. (2007). The Public Perception of Science and Technology in a Periphery Society: A Critical Analysis from a Quantitative Perspective. *Science, Technology and Society*, 12(1), 141-163. DOI: 10.1177/097172180601200107
- Vaccarezza, L. S. (2009). Estudios de cultura científica en América Latina. *Redes*, 15(30), 75-103.
- Vaccarezza, Leonardo S. (2011) *Reflexiones sobre la cultura científica en América Latina*. En Arellano, A., y Kreimer, P. (eds.) *Estudio social de la ciencia y la tecnología desde América Latina*. Bogotá: Siglo del Hombre Ediciones.
- Vaccarezza, L. (2015). Incertidumbre, ambivalencia y confianza. Percepción social del riesgo de contaminación por agroquímicos, *Revista Redes*, 21(40), 15-40.
- Vaccarezza, L, y López Cerezo, J.A. (2003) *Proyecto Iberoamericano de indicadores de percepción pública, cultura científica y participación ciudadana*. Documento de trabajo N° 7. Centro de Estudios sobre Ciencia, Desarrollo y Educación Superior.
- Vaccarezza, L., Polino, C., y Fazio, M.E. (coord.). (2004). *Los argentinos y su visión de la ciencia y la tecnología. Primera Encuesta Nacional de Percepción Pública de la Ciencia*. Secretaría de Ciencia, Tecnología e Innovación Productiva. Disponible en: https://www.argentina.gob.ar/sites/default/files/percepcion_publica_2003.pdf
- Valdebenito Allendes, Jorge. (2018). Twitteo, ¿luego resisto? Movilización popular y redes sociales en Chile: La marea roja de Chiloé (2016). *Izquierdas*, (40)E01, 185-201. Epub DOI: 10.4067/S0718-50492018000300185
- Vara, A, M. (2004). Transgénicos en Argentina: más allá del boom de la soja. *Revista iberoamericana de ciencia tecnología y sociedad*, 1(3), 101-129.
- Vessuri, H. (2022). Las ciencias sociales en el nuevo orden mundial. *Ciencia, Tecnología y Política*, 5(8), 070. DOI: <https://doi.org/10.24215/26183188e070>
- Villalba, A. (2009). Resistencia a herbicidas. Glifosato. *Ciencia, Docencia y Tecnología*, 20(39),169-186.
- Villarroel, J.J. (2017). Tratamiento del impacto de los agroquímicos en la salud en libros escolares empleados en la escuela secundaria en la Provincia de Entre Ríos, Argentina. Trabajo de tesis. Universidad Nacional de Quilmes, Argentina. Disponible en: <https://ridaa.unq.edu.ar/handle/20.500.11807/799>

- Vilouta Rando, N. (2023). ¿De qué hablamos cuando hablamos de OGM? : Las múltiples y contradictorias maneras de presentar una controversia socio científica en la escuela secundaria. *Revista Iberoamericana De Ciencia, Tecnología Y Sociedad - CTS*, 18(52), 117–144. DOI:10.52712/issn.1850-0013-334
- Vilouta Rando, N., y Pellegrini, P.A. (2021). La perspectiva esencialista en la concepción de la tecnología. *ArtefaCToS. Revista de estudios de la ciencia y la tecnología*, 10(2), 45-70. DOI: 10.14201/art20211024570
- Walter, P.A., y Justo, A.M. (2020). Hitos político-institucionales de marco legal en el uso de organismos genéticamente modificados (OGM) en Argentina. *Revista Americana de Empreendedorismo e Inovação*, 2(1), 265-277.
- Wellcome Trust (2000). Science and the Public A Review of Science Communication and Public Attitudes to Science in Britain. Disponible en: https://wellcome.org/sites/default/files/wtd003419_0.pdf
- Wolansky, M.J.(2011). Plaguicidas y salud humana. *Ciencia Hoy*, 21(122), 23-29.
- Wolfensberger, M. (2016). *A Conceptual Analysis of Trust in Medicine: its Definition, Decline and Significance*. Tesis doctoral: Keele University.
- Woźniak-Gientka, E., Agata, T., Milica, P., Anna, B., Dennis, E. et al. (2022). Public perception of plant gene technologies worldwide in the light of food security. *GM Crops y Food*, 13(1), 218-241. DOI:10.1080%2F21645698.2022.2111946
- Wunderlich, S., y Gatto, K. A. (2015). Consumer perception of genetically modified organisms and sources of information. *Advances in nutrition*, 6(6), 842-851. DOI: 10.3945/an.115.008870
- Wynne, B. (1995). Public understanding of science. *Handbook of science and technology studies*, 1, 361-388.
- Zarrilli, A. (2020). La Naturaleza puesta en Jaque: La Expansión de la Frontera Agropecuaria en Argentina y su Impacto Socio-Ambiental (1980-2017). *Historia Ambiental Latinoamericana y Caribeña (HALAC) revista de la Solcha*, 10(1), 125-149. DOI:10.32991/2237-2717.2020v10i1.p125-149
- Zamarrón, G. (2006). De cultura científica y anexas. En *VVAA, Universidad, comunicación y ciencia: contrastes*. México: Universidad de Baja California y Mario Porrúa Editores.
- Ziman, John (2003). Ciencia y Sociedad Civil. *Revista Iberoamericana de Ciencia, Tecnología y Sociedad - CTS*, 1(1),177-188.