

Article

Los Riesgos de las Biotecnologías Desde la Mirada de los Científicos: Una Revisión Sistemática de las Publicaciones en los Últimos 20 Años

César Cisternas Irrarázabal¹, Arturo Vallejos-Romero², Minerva Cordovés-Sánchez³, Felipe Sáez-Ardura⁴

¹ Magíster en Ciencias Sociales. Universidad de la Frontera. ORCID: 0000-0002-4510-4239. Email: cesar.cisternas@ufroterra.cl

² Doctor en Investigación en Ciencias Sociales. Profesor titular del Departamento de Ciencias Sociales de la Universidad de La Frontera. ORCID: 0000-0002-0393-7275. Email: arturo.vallejos@ufroterra.cl

³ Doctora en Ciencias Agroalimentarias y Medioambiente. Universidad de La Frontera. ORCID: 0000-0002-0513-7837. Email: minerva.cordoves@ufroterra.cl

⁴ Doctor en Ciencias Sociales. Universidad de la Frontera. ORCID: 0000-0001-9472-5552. Email: felipe.saez@ufroterra.cl

RESUMEN

Desde su emergencia, las biotecnologías han generado múltiples controversias respecto de sus riesgos. En las últimas décadas, este campo ha tenido un desarrollo exponencial, emergiendo nuevas técnicas de ingeniería genética como el CRISPR-Cas9, sistemas libres de células y otras herramientas de biología sintética. Con esto en mente, este trabajo realiza una revisión sistemática de la investigación sobre la percepción de los investigadores del ámbito de la biotecnología acerca los riesgos de estas tecnologías. La revisión analizó un corpus de 25 publicaciones indexadas en Web of Science, Scopus y Dimensions en los últimos 20 años. Los resultados indican que, desde la perspectiva de los científicos, la biotecnología presenta pocos o ningún riesgo. Asimismo, los investigadores del área procesan el no-conocimiento y la incertidumbre de un modo radicalmente diferente al público general, considerando a estos últimos, muchas veces, como carentes del conocimiento científico necesario para participar válidamente en el debate sobre los riesgos de la biotecnología.

Palabras-chave: biotecnología; riesgos; científicos; revisión sistemática.

ABSTRACT

Since their emergence, biotechnologies have generated several controversies and public debates regarding their risks. In recent decades, the field has developed exponentially, with the emergence of new genetic engineering techniques such as CRISPR-Cas9, cell-free systems and other synthetic biology tools. With this in mind, this paper conducts a systematic review of research on the perception of biotechnology researchers about the risks of these technologies. The review analyzed a corpus of 25 publications indexed in Web of Science, Scopus, and Dimensions over the last 20 years. The results show that, from the perspective of scientists in the field, biotechnology presents little or no risk. In addition, researchers in the field process non-knowledge and uncertainty in a radically different way than the public, often considering the latter as lacking the sufficient scientific knowledge to validly participate in the debate on the risks of biotechnology.

Keywords: biotechnology; risks; scientists; systematic review.



Submissão: 06/01/2025



Aceite: 23/02/2026



Publicação: 18/03/2026





Introducción

El tránsito a la modernidad implicó una transformación radical en el modo en el que la sociedad comprendía los resultados no deseados y la incertidumbre. En efecto, estos dejan de ser vistos como productos de fuerzas naturales ocultas o intenciones divinas inaccesibles, emergiendo la idea de riesgo, desde la cual tales resultados no deseados o posibles consecuencias desconocidas empiezan a ser asociadas directamente a las decisiones humanas (Giddens 1990; Luhmann 2006). Dada la ubicuidad del riesgo en la sociedad desde la segunda mitad del siglo XX, intrínsecamente vinculada al modelo de producción y desarrollo, se ha propuesto entenderla como sociedad del riesgo (Beck 1998, 2002).

La actividad de la ciencia, pilar fundamental del esquema económico-productivo del capitalismo tardío, ha alcanzado niveles de desarrollo tan complejos, que debe lidiar constantemente con la incertidumbre y, por extensión, el riesgo. Así, en la actualidad, el avance del conocimiento científico y el refinamiento de las tecnologías de vanguardia lleva a que el riesgo no comprenda una mera percepción externa de potenciales efectos vinculados a los nuevos descubrimientos e invenciones. Por el contrario, los altos niveles de incertidumbre implícitos en los desarrollos teóricos y aplicados hacen que el riesgo sea una condición necesaria para el despliegue de las posibilidades de investigación (Luhmann 2006).

A lo largo de las últimas décadas los avances en diversos campos de la biología —como la biología molecular, celular o de sistemas— han sido considerables. En este período, por ejemplo, se desarrollan nuevas técnicas de ingeniería genética y se consolida la emergencia de la biología sintética, subdisciplina que apunta a construir o rediseñar partes, estructuras, dispositivos y sistemas biológicos que puedan tener alguna utilidad para la biología teórica o la producción de químicos, enzimas industriales, biocombustibles o medicinas (Lu 2020; Rylott & Bruce 2020; Voigt 2012).

En numerosas ocasiones y contextos, los desarrollos tecnológicos del campo de las ciencias biológicas han generado controversia y debate público. Este tipo de controversias públicas tienen lugar cuando emergen visiones contrapuestas respecto a los problemas, estrategias y soluciones asociadas a la evolución de una tecnología determinada (Bijker, 1995). En el caso de la biotecnología, desde mediados de los setenta emerge un debate público respecto a los riesgos de sus aplicaciones (Wade 1984), generándose, en las décadas posteriores, un ingente volumen de investigación acerca de las controversias asociadas a su utilización, especialmente en el ámbito agroalimentario (Bauer 2005; Evanega et al. 2022; Nisbet & Huge 2006; Priest 1995).

Sin embargo, pocos trabajos han puesto atención a las percepciones de los científicos del campo respecto a los riesgos de las diferentes biotecnologías. Esto resulta particularmente evidente en el caso de las subdisciplinas y desarrollos más recientes, como la biología sintética, área en la cual existen contadas publicaciones que abordan el problema (DeFrancesco 2021; Epstein & Vermeire 2016; Jin et al. 2021; Marris 2015; Rohden et al. 2022).

Conocer las percepciones presentes en el contexto de la investigación sobre biotecnología es clave en dos ámbitos. Por una parte, permite explorar los modos en los que se procesa el riesgo en los campos tecnocientíficos de vanguardia o emergentes. En segundo lugar, el desafío de abordar los riesgos de las tecnologías emergentes, regular su desarrollo y establecer marcos para su gobernanza no solo demanda tener claridad respecto a estos potenciales riesgos, sino que también conocer cuáles son las narrativas de los actores e instituciones involucrados en el campo y capaces de actuar sobre él (Bauer & Bogner 2020; Marris et al. 2014; Vallejos-Romero & Garrido 2019; van Baalen et al. 2023).

En consideración de esto, la revisión sistemática realizada se ha guiado por la pregunta: ¿cuál es la percepción que tienen los investigadores en el ámbito de la biotecnología sobre los riesgos de las tecnologías desarrolladas en su campo?



La generación del conocimiento científico y el riesgo como controversia

La biotecnología ha sido a lo largo de las últimas décadas uno de los campos tecnocientíficos más sujetos a controversias, debido a los riesgos percibidos por el público. Estas controversias son procesos sociales y para entenderlas es necesario tener en cuenta dos elementos: (1) el modo en que la ciencia, entendida como sistema o institución social, genera conocimiento y (2) las dinámicas que llevan a la emergencia de desencuentros dentro de los campos científicos o al cuestionamiento de los hechos científicos por parte actores no pertenecientes al campo (actores políticos, público general o grupos de interés de algún tipo).

Desde la visión de la sociología de la ciencia clásica, se postula que el conocimiento científico es generado en la actividad de una comunidad organizada en una estructura social democrática, es decir, que los miembros de dicha comunidad desarrollan su investigación y colaboran teniendo siempre como prioridad el objetivo común de lograr avances en la ciencia (Merton 2002). Sin embargo, esta perspectiva ha sido blanco de profundas críticas, ya que, si bien constituye un tipo ideal de la ciencia como institución o sistema social útil para analizar el *ethos* científico, no se corresponde con la realidad de la operación de la ciencia y la multiplicidad de intereses que mueven a los científicos (Bourdieu 1994, 2008; Knorr-Cetina 1996; Latour & Woolgar 1995).

Uno de los primeros cuestionamientos a la visión tradicional de la actividad científica proviene del análisis de la estructura social de las revoluciones científicas. Según esta mirada, la ciencia suele operar en condiciones de ciencia normal, esto es, guiada por un paradigma que genera consenso en la comunidad (Kuhn 2013). Pero, en ciertas coyunturas, el paradigma vigente no es capaz de dar respuesta a determinados problemas, por lo tanto, comienza una revolución científica en la que distintos paradigmas en competencia son confrontados en un proceso que involucra aristas científicas y sociales (Kuhn 2013).

Más tarde, Latour & Woolgar (1995), en base al estudio etnográfico de un laboratorio, radicalizarían este enfoque de la ciencia como un proceso social. De acuerdo con su tesis, los hechos científicos no son descubiertos, sino que son contruidos a través de complejos procesos sociales que involucran la negociación, interpretación y la construcción de consensos en un determinado campo científico (Latour & Woolgar 1995).

Esta no es la única corriente que descarta la asepsia de la construcción de los hechos científicos. En una línea similar, Knorr-Cetina (1999) estudia el laboratorio científico como un espacio en el que, simultáneamente, se reconstruye la naturaleza en el objeto de estudio y se construye al científico como contraparte de este objeto, proceso que se desarrolla bajo determinada cultura epistémica, es decir, un conjunto de prácticas, mecanismos y arreglos que, en su conjunto, orientan la generación de conocimiento científico dentro de un campo.

De lo expuesto se desprende que, actualmente, existe cierto consenso respecto a que la generación de conocimiento científico no es lineal. Por el contrario, se concibe como un proceso complejo mediado por conflictos y tensiones entre el propósito de la ciencia como institución —esto es, lograr conocimientos que den explicaciones más satisfactorias a los problemas que son relevantes para ella en un momento determinado—, las culturas epistémicas y los intereses personales de los científicos.

Debido a la función crucial de los desencuentros y debates en el proceso de generación de conocimiento científico, las controversias sociotécnicas se han transformado en un problema altamente investigado en el campo de los estudios sociales de la ciencia y la tecnología. Estas dinámicas pueden volverse coyunturas cruciales para impulsar revoluciones científicas. No obstante, existen diversas aproximaciones a este fenómeno, cada una problematizando de manera diferente el modo en el que emergen y se resuelven las controversias.

Kuhn (2013) sugiere que, ante la emergencia de anomalías que no pueden ser resueltas desde el paradigma vigente, las alternativas generan un proceso de debate y controversias en las que serán factores cruciales la relevancia en el campo y las redes de influencia que tienen los científicos que apoyan cada paradigma en disputa. En esta perspectiva temprana sobre la ciencia y la actividad de los científicos, ya se observa la relevancia de los factores sociales en el desarrollo y resolución de diferendos tecnocientíficos.



Latour (1987), uno de los autores más influyentes en el campo de las controversias sociotécnicas, amplía la forma de entender las controversias al no limitar los procesos sociales que las origina al plano de la ciencia. Para él, este tipo de controversias emergen al escudriñarse la caja negra de la ciencia. Esto es, el conjunto de debates y procedimientos que llevaron a la aceptación de un hecho científico que ha pasado a ser considerado como verdadero o al relativo consenso respecto al diseño de un dispositivo tecnológico (Latour 1987). En principio, los actores que pueden abrir la caja negra asociada a cierto hecho científico o desarrollo tecnológico no necesariamente deben ser científicos.

Callon et al. (2009), en tanto, sugieren que las controversias nacen en contextos de incertidumbre técnica, es decir, cuando no existe una postura única respecto a un tópico sociotécnico. En este marco, se producen foros híbridos, es decir, espacios abiertos donde los grupos de interés – de diverso carácter– discuten opciones técnicas. Esto, a juicio de los autores, responde a un redireccionamiento de la democracia, desde una representativa a una dialógica, tránsito que implica la democratización de la ciencia y la técnica (Callon et al. 2009).

En una línea similar, Bijker (1995) argumenta que las controversias se generan cuando existe flexibilidad interpretativa respecto a un dispositivo sociotécnico, vale decir, cuando coexisten diferentes marcos tecnológicos o puntos de vista sobre un determinado objeto tecnológico. Estos puntos de vista son defendidos por distintos grupos sociales relevantes, los cuales buscan que el cierre de la controversia resulte en una solución lo más cercana posible a su propia perspectiva.

En este contexto, Bijker (1995) adopta una postura constructivista, en la que la sociedad es la que determina el cambio tecnológico. Esta tesis contrasta fuertemente con el postulado marxista tradicional, según el cual la relación entre tecnología y sociedad tiene una dirección opuesta: es la tecnología la que determina el tipo de sociedad, y no al revés (Heilbroner 2009). Sin embargo, para Heilbroner (2009), esta última perspectiva se vuelve insostenible en el contexto de una sociedad moderna capitalista, la cual se caracteriza por haber liberado las fuerzas del cambio tecnológico.

Método

Motores de búsqueda seleccionados

El presente trabajo ha considerado para la búsqueda las bases de artículos científicos Web of Science, Scopus y Dimensions. Web of Science y Scopus constituyen las bases científicas de más larga tradición, disponiendo una amplia cobertura de revistas en diferentes áreas del conocimiento (Chadegani et al. 2013; Harzing 2019; Singh et al. 2021). Por su parte, Dimensions es una base, de reciente creación, que apunta a disputar la posición dominante de Web of Science y Scopus (Harzing 2019; Singh et al. 2021; Thelwall 2018).

Una de las diferencias más relevantes entre estas bases de publicaciones se vincula con el espectro de revistas que abarcan. Web of Science y Scopus presentan un fuerte énfasis en los campos de las ciencias naturales, ingeniería y biomedicina, mientras que Dimensions ha buscado transformarse en una plataforma con amplia cobertura de ciencias sociales y humanidades (Singh et al. 2021). Asimismo, los umbrales establecidos para definir qué revistas son indexables difieren en cada caso: Web of Science mantiene criterios muy estrictos y, por tanto, altamente excluyentes, al tiempo que Dimensions aplica criterios más laxos con el fin de captar el mayor volumen posible de literatura relevante (Stahlschmidt & Stephen 2022).

Es preciso apuntar que las bases de publicaciones científicas globales presentan un claro sesgo idiomático, considerando fundamentalmente trabajos redactados en inglés (Tennant 2020), lo que puede significar excluir trabajos relevantes escritos en otra lengua. Ahora bien, aquellas publicaciones escritas en un idioma distinto al inglés e indexadas en estas bases también representan un desafío para la realización de búsquedas sistemáticas.



En efecto, si bien la mayor parte de los trabajos considera un resumen en inglés, la traducción de todos los artículos potencialmente relevantes puede no ser viable en función de los recursos que disponen los investigadores. En este caso, una de las alternativas es excluir aquellos documentos escritos en lenguas en las que los investigadores no tienen competencia, consignando cuántos y cuales fueron de manera de facilitar que, a futuro, otros investigadores que sí dominan tales lenguas accedan a aquellas publicaciones (Gough et al. 2012).

Comando de búsqueda

La búsqueda de publicaciones se ha limitado a un marco temporal que comprende las últimas dos décadas. Esta decisión se basa en que durante este periodo se consolidan y emergen numerosos desarrollos en el cambio de la biotecnología, pero, a la vez, empiezan a (re)surgir varios movimientos de protesta contra el avance de este tipo de tecnologías y su aplicación en la producción en industrias como la alimentaria.

Se comenzó realizando una primera búsqueda de carácter exploratorio, la cual consideraba únicamente los términos “*risk*”, “*biotech**” y “*researcher*”, por ser estos los conceptos clave de la pregunta definida. La búsqueda ha considerado los campos de título, resumen y palabras clave, abarcando, así, el contenido textual de que todas las publicaciones suelen tener en libre acceso. De tal manera, el comando de búsqueda para esta primera aproximación exploratoria quedó conformada de la siguiente manera:

TITLE-ABS-KEY(researcher AND biotech* AND risk) AND PUBYEAR > 2003

Esta primera búsqueda arrojó 306 resultados en Scopus. A partir de las palabras clave de indexación más recurrentes en este conjunto de documentos y la incorporación de sinónimos y términos afines a los ya contemplados se complementó el comando de búsqueda. Además, se consideró el concepto “*perception*” y sus afines, con el fin de incrementar la especificidad de los resultados obtenidos. De esta manera se llegó a una segunda cadena de búsqueda, la cual entregó 125 resultados en la misma base de datos. Este proceso se repitió cuatro veces más, buscando obtener una línea de búsqueda que equilibrara sensibilidad y especificidad.

En términos globales, las revisiones sistemáticas deben transar entre sensibilidad y especificidad —en cuanto son propiedades inversamente proporcionales—, siendo una alternativa para incrementar la sensibilidad la inclusión de varios términos y el considerar varias bases de publicaciones en la búsqueda (Petticrew & Roberts 2006). En consideración y esto, y advirtiendo que el incremento de resultados entre las últimas tres iteraciones de la cadena fue marginal, se estimó correcto tomar la última versión de la cadena como la definitiva. Esta quedó configurada, para el caso de Scopus, de esta forma:

TITLE-ABS-KEY((((scientist OR researcher OR "scientific community" OR "research community" OR expert OR biotechnologist) AND (biotech* OR "synthetic biology" OR synbio OR "genetically modified" OR "gene* modification" OR gmo OR "genetically engineer*" OR "transgenesis" OR "transgenic" OR "genome editing" OR "gene editing" OR mutagen* OR crispr))) AND (risk OR danger OR threat OR peril OR hazard OR harm OR menace OR "dual use" OR safety OR biosafety OR uncertainty OR biosecurity) AND (attitude OR imaginary OR representation OR narrative OR discourse OR perception OR opinion OR view OR perspective OR stance)) AND PUBYEAR > 2003



Una vez realizada la búsqueda final en cada base, se procedió a descargar los metadatos de las publicaciones con el propósito de consolidar una base única y facilitar las etapas posteriores del trabajo.

Criterios de inclusión y exclusión

Las tres búsquedas realizadas entregaron un total de 3.204 registros. A partir de los datos de DOI y títulos se logró eliminar un total de 1.267 duplicados, por lo que el conjunto de documentos se redujo a 1.937.

Tras esta primera depuración de los datos, se emprendió un escrutinio de los artículos orientado a realizar la selección de trabajos a ser analizados en la siguiente fase de escrutinio. En este procedimiento se prestó especial a los metadatos vinculados a la lengua del artículo y el tipo de documento, además de los títulos y resúmenes.

Se estableció como criterio de inclusión que las publicaciones tuviesen un objetivo principal que considerara el dar cuenta de la percepción sobre los riesgos de la biotecnología que tienen los investigadores del campo. En tanto, el primer criterio de exclusión fue que los documentos correspondieran a un tipo de documento distinto a artículos, revisiones, capítulos o papers de conferencias, puesto que estos documentos son los que presentan los resultados más relevantes. Finalmente, con la finalidad de asegurar la viabilidad de la revisión, se excluyeron aquellos documentos que no estuviesen redactados en inglés o español.

Resultados obtenidos y muestra construida

De los 1.937 registros únicos identificados, se descartaron 260 por no corresponder a los tipos de documento de interés para esta revisión. Asimismo, fueron excluidas 76 publicaciones redactadas en un idioma distinto al inglés o el español. En consecuencia, un conjunto de 1.601 documentos fue seleccionado para la etapa de escaneo de títulos y resúmenes. Tras este primer análisis, se evidenció que solo 40 trabajos cumplían los criterios de inclusión.

Posteriormente, se efectuó una segunda fase de escaneo, en la cual se leyó íntegramente los documentos seleccionados en la etapa anterior. Este procedimiento llevó a excluir quince publicaciones: tres de ellas debido a que no se pudo acceder al documento completo, cuatro por no presentar datos respecto a la percepción de riesgos y ocho debido a que consideraban a más actores en sus muestras y la presentación de resultados no permitía distinguir las respuestas de los científicos de aquellas entregadas por los demás grupos.

De este modo, 25 publicaciones fueron consideradas para la revisión sistemática. El proceso de búsqueda y selección se encuentra esquematizado, a continuación, en la Figura 1.

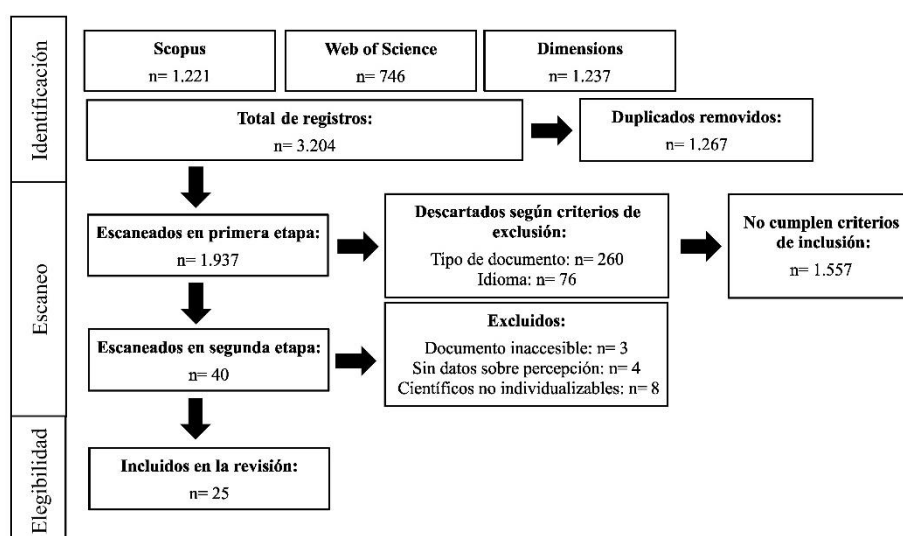


Figura 1. Resultados del proceso de búsqueda y muestreo. Fuente: Elaboración propia.



Resultados

Los artículos incluidos en la revisión se distribuyen bastante homogéneamente en el rango temporal definido. La mayor parte de las investigaciones reportadas se desarrollaron en el contexto de Estados Unidos, la Unión Europea y Japón. En el ámbito metodológico, predomina la utilización de técnicas cuantitativas, en cuanto la mayoría de los trabajos recurren a la aplicación de encuestas como principal mecanismo de recolección de datos.

Los resultados reportados respecto a la perspectiva de los científicos sobre los riesgos de la biotecnología son, en general, similares en los distintos trabajos. Sin embargo, existen diferencias interesantes en cuanto a la aproximación al problema. La revisión efectuada ha permitido identificar tres modos de acercarse al problema, a saber: (1) centrarse únicamente en la perspectiva de los científicos sobre los riesgos de la biotecnología, (2) analizar las diferencias en la percepción de riesgos por parte de los científicos y el público general, o (3) profundizar en la perspectiva que tienen los científicos sobre la validez del público como interlocutor en el debate.

A continuación, en los apartados siguientes, se exponen los principales resultados de las investigaciones que abordan la percepción de los científicos sobre la biotecnología. Como Anexo, se incluye una descripción más detallada del contexto estudiado en cada publicación, el enfoque metodológico, la muestra y los principales resultados.

Perspectiva de los científicos sobre los riesgos de la biotecnología

En cuanto a la perspectiva de los científicos sobre los riesgos de la biotecnología, los estudios suelen focalizarse en el ámbito alimentario, especialmente en los cultivos modificados genéticamente. En esta línea, distintas investigaciones demuestran que prácticamente la totalidad de los científicos de este campo consideran que no existen riesgos asociados a estos alimentos, ya sea en lo relativo a la salud humana (Huang et al. 2017; Kangmennang et al. 2016; Katto-Nita et al. 2019; Lassoued et al. 2019; Pappalardo et al. 2021; Ray & Rampal 2018; Sjöberg 2008), la economía (Lassoued et al. 2019), el medioambiente (Kangmennang et al. 2016; Katto-Nita et al. 2019; Lassoued et al. 2019; Pappalardo et al. 2021) o la sociedad (Katto-Nita et al. 2019; Lassoued et al. 2019). Es interesante notar que Aleksejeva (2014) reporta que el 50,7% de los científicos consideran que los riesgos de los cultivos modificados genéticamente para la salud y el medioambiente deben ser estudiados caso a caso.

A partir de una estrategia metodológica basada en el análisis del lenguaje utilizado en papers sobre cultivos modificados genéticamente publicados entre 2000 y 2018, Stevens et al. (2021) encontraron que un 40% de dichas publicaciones mantiene una postura no neutral, siendo seis veces más probable que esta sea positiva en los artículos financiados por fuentes privadas.

Un estudio cualitativo centra su atención, específicamente, en el caso de los impulsores genéticos. El trabajo concluye que, si bien los investigadores reconocen cierto nivel de incertidumbre, no creen que este sea un argumento suficientemente sólido como para detener las pruebas de esta tecnología fuera del laboratorio (de Graeff et al. 2021).

Algunos trabajos han comparado la seguridad percibida respecto a los usos de las biotecnologías en alimentación y medicina, apreciándose que la gran mayoría de científicos estima que las aplicaciones en este último campo son más seguras que aquellas propias del plano alimentario (Inaba & Macer, 2004; Savadori et al. 2004). Inaba & Macer (2004) revelan que para un 85% de los científicos japoneses las aplicaciones más seguras son la producción de medicinas en organismos modificados genéticamente y el desarrollo de ratones con cáncer para la investigación, mientras que la aplicación más riesgosa serían los xenotrasplantes. También en relación con el plano de los usos médicos, se ha reportado que los investigadores en medicina regenerativa japoneses



consideran como factores clave en la aceptabilidad de los avances del campo la validación científica y que los expertos puedan lidiar con sus riesgos y accidentes (Shineha et al. 2018).

Otros trabajos, más recientes, han dirigido su interés al área de la biología sintética. Desde la percepción de los científicos australianos, este campo tiene riesgos a nivel ecológico, derivados de liberaciones accidentales o intencionadas de organismos sintéticos; social, como el bioterrorismo y la biopiratería; y económico, en cuanto los beneficios de la biología sintética podrían generar o profundizar las desigualdades al interior y entre países (Dalziell & Rogers, 2023). Un diagnóstico diferente entrega el trabajo de Jin et al. (2021), mostrando que los científicos chinos y europeos no perciben riesgos asociados a esta tecnología *per se*, aunque reconocen que puede producir daños si es utilizada por criminales o empresas con un enfoque exacerbado de obtención de ganancias. Mientras que, Howell et al. (2020) observaron diferencias en las representaciones de los riesgos que mantienen los científicos estadounidenses según su edad y raza, siendo los más jóvenes y los blancos quienes perciben más riesgos en la biología sintética.

De este modo, entre los científicos del área predomina una cultura epistémica que promueve un marco tecnológico que minimiza los riesgos de la biotecnología, especialmente en el caso de aquellas aplicaciones con una trayectoria más extensa. No obstante, los científicos muestran más apertura al reconocimiento de riesgos cuando se trata de tecnologías que se han desarrollado recientemente, como aquellas relacionadas al campo de la biología sintética. Esto último implica que, a pesar de la prevalencia de la cultura epistémica antes mencionada, la novedad de tales tecnologías lleva a parte de los científicos a ser más proclives a reconocer un mayor grado de incertidumbre y, por ende, la posibilidad de que existan algunos riesgos asociados.

Diferencias entre científicos y el público general respecto a los riesgos percibidos

Varias investigaciones exploran las diferencias entre la visión de los científicos y el público general respecto a los riesgos de la biotecnología en un espacio geográfico delimitado. Muchos de estos trabajos son de carácter plenamente comparativos y no profundizan en la percepción de cada uno de estos grupos. A esta categoría pertenecen distintas publicaciones que evidencian que, en Italia, Suecia y Japón, la percepción de riesgos es mucho mayor en el público general que entre los científicos, tanto en las aplicaciones alimentarias (Inaba & Macer 2004; Kato-Nitta et al. 2019; Pappalardo et al. 2021; Savadori et al. 2004; Sjöberg 2008), como en las médicas (Savadori et al. 2004; Shineha et al. 2018).

Por su parte, Howell et al. (2020) centra su análisis en la influencia de distintas variables demográficas en la percepción de riesgos de la biología sintética entre los expertos y el público general. Sus resultados demuestran que edad y raza son características que condicionan la percepción en ambos grupos, al tiempo que, en el público, la ideología conservadora y la alta religiosidad lleva a evaluar como mayores los riesgos de este campo.

Cuatro investigaciones se aproximan al fenómeno de la diferencia de percepciones del riesgo de las biotecnologías entre científicos y público lego desde la dimensión representacional-epistemológica. Así, estudiando los discursos de los expertos y el público respecto a los riesgos de una vacuna para ganado elaborada a partir de genes artificiales, Ditlevsen et al. (2020) encuentran que la noción de *innatural* aparece recurrentemente en el público como argumento subyacente a la percepción de altos riesgos en esta vacuna, realidad totalmente contrapuesta a lo que ocurre entre los expertos, quienes no utilizan este concepto y consideran que existen menos riesgos asociados a la vacuna.

De la misma manera, se han investigado los modelos mentales que estructuran las posturas de expertos y el público general respecto a los riesgos de los cultivos desarrollados mediante herramientas biotecnológicas. Destaca, a este respecto, el rol diferente que desempeña la incertidumbre en la lógica de ambos grupos. Los científicos conciben como clave la evaluación de riesgos y beneficios, mientras que el público general equipara



la incertidumbre acerca de los efectos de una determinada aplicación de biotecnologías a riesgos de aquella aplicación (Hagemann & Scholderer 2007, 2009).

En una línea de investigación relacionada, se han examinado las culturas epistémicas que emergen, entre investigadores y actores situados fuera del campo, en el marco del debate sobre los riesgos de los organismos modificados genéticamente. De esta manera, se ha sugerido que estas distintas culturas epistémicas difieren en el modo en el que procesan el no-conocimiento y la evidencia, lo que constituiría un punto crítico para la discusión sobre la regulación del uso industrial de la biotecnología (Böschén 2009).

Los hallazgos de este conjunto de investigaciones demuestran que la flexibilidad interpretativa de la biotecnología se ha sostenido a lo largo de lo que va del siglo XXI. Asimismo, se aprecia que los marcos tecnológicos de los científicos y el público reticente a estas tecnologías difieren radicalmente en el modo en el que hacen sentido de la incertidumbre y la aplicación del principio de precaución. De esta manera, mientras que los científicos tienden a desestimar los posibles riesgos de estas tecnologías ante sus beneficios, el público opositor juzga la misma existencia de flexibilidad interpretativa como un indicio de riesgos.

Perspectiva de los científicos sobre el público como interlocutor en el debate y dinámicas argumentales

La intensidad del debate público sobre la utilización de determinados avances de la biotecnología en diferentes industrias y, en particular, aquellas que guardan relación con la alimentación, generó interés en estudiar en qué medida los científicos de las áreas relacionadas consideraban interlocutores válidos al público lego. Así, Cuppen et al. (2009) reportan que los científicos presentan sesgos en el procesamiento de argumentos del público, siendo especialmente receptivos a aquellas afirmaciones coincidentes con su postura y expresadas en una manera no afectiva. Estos resultados son consistentes con aquellos presentados por So et al. (2023), los cuales resaltan la escasa reflexividad de la postura de los científicos respecto al debate sobre los posibles riesgos de la edición genética en cultivos, en tanto suelen considerar las posturas críticas hacia estas tecnologías un producto de hacedores de políticas públicas y ciudadanos desinformados.

El análisis del debate acerca de la política relativa a los organismos modificados genéticamente en Ghana, realizado por Kangmennaang et al. (2016) revela que los científicos enfrentan los cuestionamientos del público recurriendo a dinámicas contra-retóricas que califican las alegaciones del interlocutor como hechos puntuales, carentes de fundamento, declaraciones insinceras o las desproblematizan escudándose en la base afectiva de la reclamación. Mientras que, en el contexto islandés, Hjörleifsson & Schei (2006) dan cuenta de que los investigadores en genética humana, a pesar de tender a calificar el miedo público como irracional, reconocen que existen algunos puntos en los que el escepticismo podría estar justificado, al tiempo que estiman que, a pesar de su conocimiento especializado, muchas veces ellos mismos adoptan una mirada personal o ambigua.

Por otra parte, también se ha estudiado la función de ciertos dispositivos discursivos en el debate entre científicos y el público general respecto a los riesgos de la biotecnología. En este marco, los hallazgos indican que, frecuentemente, los lugares comunes (frases hechas, clichés, dichos populares, etc.) desempeñan un papel interaccional relevante, permitiendo mitigar los desacuerdos, transitar entre tópicos, procesar la incertidumbre y negociar códigos morales de conducta (Lassen 2008).

Algunos trabajos han dirigido su interés al campo de la biología sintética. Los resultados de estas investigaciones muestran que aquellos científicos que perciben mayores riesgos asociados a este grupo de biotecnologías consideran que el público general puede ser un actor valioso en el debate y se encuentran más abiertos a la implementación de sistemas de gobernanza más participativos (Wirz et al. 2023). En tanto, en China y la Unión Europea se ha encontrado que los científicos estiman bajos los riesgos de la biología sintética, presentando



imaginarios en los que el público rechaza estas tecnologías debido a su irracionalidad y escaso conocimiento en la materia (Jin et al. 2021).

En su conjunto, están investigaciones reflejan que, a pesar de que en ciertos contextos existe apertura al debate público e, incluso, a modelos de gobernanza participativa de los riesgos de la biotecnología, predomina entre los científicos una mirada que descalifica los marcos tecnológicos del público general. Esto constituye una limitante significativa para el desarrollo favorable de foros híbridos o el debate democrático participativo sobre los avances tecnológicos en el campo de la biotecnología.

Conclusiones

La revisión sistemática realizada ha permitido identificar un importante corpus de publicaciones acerca de las percepciones de los científicos que investigan en el ámbito de la biotecnología respecto a los riesgos asociados a este campo. En concreto, se ha analizado un total de 25 artículos sobre la temática. La mayor parte de estos aborda las aplicaciones agroalimentarias de estas tecnologías, pero también existe un número no menor de trabajos que se enfocan en otros ámbitos.

Se ha logrado establecer que las investigaciones se aproximan al problema desde tres aristas: (1) centrarse únicamente en la perspectiva de los científicos sobre los riesgos de la biotecnología, (2) analizar las diferencias en la percepción de riesgos por parte de los científicos y el público general, o (3) profundizar en la perspectiva que tienen los científicos sobre la validez del público como interlocutor en el debate.

Respecto a la perspectiva de los científicos sobre los riesgos de la biotecnología, en términos generales, la evidencia demuestra que la mayoría de estos considera que la modificación genética no presenta riesgos considerables (Huang et al. 2017; Kangmennang et al. 2016; Kato-Nitta et al. 2019; Lassoued et al. 2019; Pappalardo et al. 2021; Ray & Rampal 2018; Shineha et al. 2018; Sjöberg 2008). Aunque, en algunos casos, se ha observado que las aplicaciones médicas son consideradas menos riesgosas que las alimentarias (Inaba & Macer, 2004; Savadori et al. 2004).

Ahora bien, en los subcampos relacionados a biotecnologías de más reciente desarrollo, como los impulsores genéticos y la biología sintética, es posible encontrar discursos científicos que reconocen potenciales riesgos, aunque existen diferencias respecto a si estos se originan por el carácter mismo de estos desarrollos o la posibilidad de uso malicioso (Dalziell & Rogers 2023; Jin et al. 2016; Shineha et al. 2018). En consecuencia, es posible sostener que la cultura epistémica dominante en el campo de la biotecnología promueve un marco tecnológico que minimiza sus riesgos.

En cuanto a las diferencias entre la percepción de los expertos y el público general, los resultados de diversas investigaciones coinciden en que estos últimos consideran las biotecnologías mucho más riesgosas que los científicos del campo (Ditlevsen et al. 2020; Inaba & Macer 2004; Kato-Nitta et al. 2019; Pappalardo et al. 2021; Savadori et al. 2004; Shineha et al. 2018; Sjöberg 2008). Al mismo tiempo, se han apreciado disparidades en el modo en que ambos actores suelen procesar el no-conocimiento, la incertidumbre y la evidencia (Böschen 2009; Hegemann & Scholderer 2007, 2009). Se constata, así, que se ha mantenido la flexibilidad interpretativa sobre la biotecnología a lo largo del siglo XXI, lo que mantiene abiertas las controversias en torno a ella.

Por último, en cuanto a la percepción de los científicos sobre el público general en el marco del debate sobre los riesgos del campo, los datos demuestran que, usualmente, los investigadores restan validez a la postura de las personas no expertas que desconfían de las biotecnologías, calificándolas como irracionales o carentes de conocimientos científicos suficientes (Cuppen et al. 2009; Jin et al. 2021; Kangmennang et al. 2016; So et al. 2023). Esto, sin duda, dificulta que el debate público se de en condiciones que resulten en el cierre de las controversias de una manera democrática y participativa. Aunque, en ciertos casos, se ha observado que los investigadores más abiertos a reconocer las posibles consecuencias no deseadas de las biotecnologías estiman



razonable el escepticismo sobre el campo y se muestran abiertos a mecanismos participativos de regulación y gobernanza (Hjörleifsson & Schei 2016; Wirz et al. 2023).

Los resultados de esta revisión contribuyen a sistematizar las percepciones sobre el riesgo que mantienen los científicos del campo de la biotecnología en distintos contextos. En este sentido, esta revisión ha permitido mapear los resultados de las investigaciones que han abordado el problema relativo al modo en el que los científicos construyen los riesgos de su objeto de estudio. Se entrega, así, una imagen condensada de los marcos interpretativos que predominan en uno de los grupos sociales relevantes de mayor importancia en el contexto de las controversias sociotécnicas sobre las biotecnologías.

Se ha logrado dar cuenta de que, lejos de la imagen tradicional de la ciencia como una comunidad cohesionada (Merton, 2002), el debate sobre los riesgos de las biotecnologías refleja el carácter social de la ciencia y del consenso científico (Knorr-Cetina 1996, 1999; Latour 1987; Latour & Woolgar 1995). En este sentido, si bien entre los investigadores del campo existe una tendencia general al acuerdo en torno a que se han exagerado los riesgos de la biotecnología en el debate público, parte de ellos reconoce cierto grado de incertidumbre respecto a las posibles consecuencias no deseadas de algunas de sus aplicaciones, especialmente aquellas de desarrollo más reciente.

Esto resulta concordante con la tesis respecto a que las controversias o debates tecnocientíficos suelen emerger en contextos de incertidumbre técnica (Callon et al. 2009). En tales circunstancias se generan las condiciones adecuadas para que exista flexibilidad interpretativa respecto a cierta tecnología, es decir, para que se generen diferentes puntos de vista sobre un determinado objeto tecnológico (Bijker 1985).

Los trabajos revisados solo abordan de manera limitada la interacción entre los diversos grupos sociales relevantes en estas controversias, recogiendo principalmente a la perspectiva de los científicos y, en menor medida, la del público general. Sin embargo, evidencian que la flexibilidad interpretativa en torno a la biotecnología se ha mantenido a lo largo del siglo XXI, al tiempo que contrastan la visión de los científicos con la del público general y consignan que el marco tecnológico de estos últimos es considerado, en muchos casos, como irracional o producto del desconocimiento por los científicos.

De esta manera, los resultados de este trabajo representan un insumo para comprender el modo en el que se procesa la flexibilidad interpretativa al interior de un campo tecnocientífico de vanguardia. Es decir, este ejercicio ha permitido vislumbrar, a grandes rasgos, las actitudes y representaciones de quienes desarrollan la investigación biotecnológica sobre su incertidumbre y posibles consecuencias no deseadas en el marco de una sociedad capitalista tardía en la que los riesgos forman parte inherente de sus estructuras y funciones.

Referencias

- Aleksejeva I 2014. EU Experts' Attitude Towards Use of GMO in Food and Feed and Other Industries. *Procedia - Social and Behavioral Sciences* 110: 494-501. <https://doi.org/10.1016/j.sbspro.2013.12.893>
- Bauer A, Bogner A 2020. Let's (not) talk about synthetic biology: Framing an emerging technology in public and stakeholder dialogues. *Public Understanding of Science* 29(5): 492-507. <https://doi.org/10.1177/0963662520907255>
- Bauer M 2005. Public Perceptions and Mass Media in the Biotechnology Controversy. *International Journal of Public Opinion Research* 17(1): 5-22. <https://doi.org/10.1093/ijpor/edh054>
- Beck U 1998. *La sociedad del riesgo*. Paidós, Barcelona, 304 pp.



- Beck U 2002. *La sociedad del riesgo global*. Siglo XXI, Madrid, 290 pp.
- Bijker W 1995. *Of bicycles, bakelites, and bulbs: Toward a theory of sociotechnical change*. MIT Press, Cambridge, 380 pp.
- Bourdieu P 1994. El campo científico. *REDES* 1(2): 129-160.
- Bourdieu P 2008. *Homo Academicus*. Siglo XXI, Buenos Aires, 315 pp.
- Böschen S 2009. Hybrid regimes of knowledge? Challenges for constructing scientific evidence in the context of the GMO-debate. *Environmental Science and Pollution Research International* 16(5): 508–520. <https://doi.org/10.1007/s11356-009-0164-y>
- Callon M, Lascoumes P, Barthe Y 2009. *Acting in an uncertain world: An essay on technical democracy*. MIT Press, Cambridge, 287 pp.
- Chadegani A, Salehi H, Yunus M, Farhadi H, Fooladi M, Farhadi M, Ebrahim N 2013. A Comparison between Two Main Academic Literature Collections: Web of Science and Scopus Databases. *Asian Social Science* 9(5): 18. <https://doi.org/10.5539/ass.v9n5p18>
- Cuppen E, Hisschemøller M, Midden C 2009. Bias in the exchange of arguments: the case of scientists' evaluation of lay viewpoints on GM food. *Public Understanding of Science* 18(5): 591-606. <https://doi.org/10.1177/0963662508091021>
- Dalziell J, Rogers W 2023. Scientists' Views on the Ethics, Promises and Practices of Synthetic Biology: A Qualitative Study of Australian Scientific Practice. *Science and Engineering Ethics* 29(41). <https://doi.org/10.1007/s11948-023-00461-1>
- de Graeff N, Jongsma K, Bredenoord A 2021. Experts' moral views on gene drive technologies: a qualitative interview study. *BMC Medical Ethics* 22: 25(2021). <https://doi.org/10.1186/s12910-021-00588-5>
- DeFrancesco L 2021. Synthetic virology: The experts speak. *Nature Biotechnology* 39: 1185-1193. <https://doi.org/10.1038/s41587-021-01078-0>
- Ditlevsen K, Glerup C, Sandøe P, Lassen J 2020. Synthetic livestock vaccines as risky interference with nature? Lay and expert arguments and understandings of 'naturalness'. *Public Understanding of Science* 29(3): 289-305. <https://doi.org/10.1177/0963662520906083>
- Epstein M, Vermeire T 2016. Scientific Opinion on Risk Assessment of Synthetic Biology. *Trends in Biotechnology* 34(8): 601-603. <https://doi.org/10.1016/j.tibtech.2016.04.013>
- Evanega S, Conrow J, Adams J, Lynas M 2022. The state of the 'GMO' debate—Toward an increasingly favorable and less polarized media conversation on ag-biotech? *GM Crops & Food* 13(1): 38-49. <https://doi.org/10.1080/21645698.2022.2051243>
- Gough D, Oliver S, Thomas J 2012. *An introduction to systematic reviews*. SAGE, Londres, 288 pp.
- Giddens A 1996. Modernidad y autoidentidad. En J Beriaín. *Las consecuencias perversas de la modernidad: Modernidad, contingencia y riesgo* (3ra ed.). Anthropos, Barcelona, pp. 33-72.



- Hagemann K, Scholderer J 2007. Consumer versus Expert Hazard Identification: A Mental Models Study of Mutation-bred Rice. *Journal of Risk Research* 10(4): 449-464. <https://doi.org/10.1080/13669870701417819>
- Hagemann K, Scholderer J 2009. Hot Potato: Expert-Consumer Differences in the Perception of a Second-Generation Novel Food. *Risk Analysis* 29(7): 1041-1055. <https://doi.org/10.1111/j.1539-6924.2009.01229.x>
- Harzing A 2019. Two new kids on the block: How do Crossref and Dimensions compare with Google Scholar, Microsoft Academic, Scopus and the Web of Science? *Scientometrics* 120(1): 341-349. <https://doi.org/10.1007/s11192-019-03114-y>
- Heilbroner R 2009. Do machines make history?. En D Johnson, J Wetmore. *Technology and society: Building our sociotechnical future*. Cambridge, MIT Press, pp. 97-106.
- Hjörleifsson S, Schei E 2006. Scientific rationality, uncertainty and the governance of human genetics: an interview study with researchers at deCODE genetics. *European Journal of Human Genetics* 14: 802-808. <https://doi.org/10.1038/sj.ejhg.5201626>
- Howell E, Scheufele D, Brossard D, Xenos M, Kwon S, Youtie J, Shapira P 2020. Scientists' and the Publics' Views of Synthetic Biology". En B Trump, C Cummings, J Kuzma, I Linkov. *Synthetic Biology 2020: Frontiers in Risk Analysis and Governance. Risk, Systems and Decisions*. Springer, Cham, pp. 371-387.
- Huang J, Peng B, Wang X 2017. Scientists' attitudes toward agricultural GM technology development and GM food in China. *China Agricultural Economic Review* 9(3), 369-384. <https://doi.org/10.1108/CAER-05-2017-0101>
- Inaba M, Macer D 2004. Policy, Regulation and Attitudes towards Agricultural Biotechnology in Japan. *Journal of International Biotechnology Law* 1(2): 45-53. <https://doi.org/10.1515/jibl.2004.1.2.45>
- Jin S, Clark B, Li W, Kuznesof S, Frewer L 2021. Social dimensions of synthetic biology in the agrifood sector: The perspective of Chinese and EU scientists. *British Food Journal* 123(12): 4135-4154. <https://doi.org/10.1108/BFJ-12-2020-1142>
- Kangmennaang J, Osei L, Armah F, Luginaah I 2016. Genetically modified organisms and the age of (Un) reason? A critical examination of the rhetoric in the GMO public policy debates in Ghana. *Futures* 83: 37-49. <https://doi.org/10.1016/j.futures.2016.03.002>
- Kato-Nitta N, Maeda T, Inagaki Y, Tachikawa M 2019. Expert and public perceptions of gene-edited crops: attitude changes in relation to scientific knowledge. *Palgrave Communications* 5: 137. <https://doi.org/10.1057/s41599-019-0328-4>
- Knorr-Cetina K 1996. ¿Comunidades científicas o arenas transepistémicas de investigación? Una crítica de los modelos cuasi-económicos de la ciencia. *REDES* 3(7): 129-160.
- Knorr-Cetina K 1999. *Epistemic cultures: How the sciences make knowledge*. Harvard University Press, Cambridge, 329 pp.
- Kuhn T 2013. *La estructura de las revoluciones científicas* (4ta ed.). Fondo de Cultura Económica, México D.F, 404 pp.



- Lassen I 2008. Commonplaces and social uncertainty: negotiating public opinion. *Journal of Risk Research* 11(8): 1025-1045. <https://doi.org/10.1080/13669870802323379>
- Lassoued R, Macall D, Smyth S, Phillips P, Hessel H 2019. Risk and safety considerations of genome edited crops: Expert opinion. *Current Research in Biotechnology* 1: 11-21. <https://doi.org/10.1016/j.crbiot.2019.08.001>
- Latour B 1987. *Science in action. How to follow scientists and engineers through society*. Harvard University Press, Cambridge, 288 pp.
- Latour B, Woolgar S 1995. *La vida en el laboratorio. La construcción de los hechos científicos*, Alianza Editorial, Madrid, 326 pp.
- Lu Y 2020. *Cell-Free Synthetic Biology*. Springer, Singapur, 37 pp.
- Luhmann N 2006. *Sociología del riesgo*. Universidad Iberoamericana, México D.F., 294 pp.
- Marris C 2015. The Construction of Imaginaries of the Public as a Threat to Synthetic Biology. *Science as Culture* 24(1): 83-98. <https://doi.org/10.1080/09505431.2014.986320>
- Marris C, Jefferson C, Lentzos F 2014. Negotiating the dynamics of uncomfortable knowledge: The case of dual use and synthetic biology. *BioSocieties* 9(4): 393-420. <https://doi.org/10.1057/biosoc.2014.32>
- Merton R 2002. *Teoría y estructuras sociales* (4ta ed.). Fondo de Cultura Económica, México D.F., 774 pp.
- Nisbet M, Hume M 2006. Attention Cycles and Frames in the Plant Biotechnology Debate: Managing Power and Participation through the Press/Policy Connection. *Harvard International Journal of Press/Politics* 11(2): 3-40. <https://doi.org/10.1177/1081180X06286701>
- Pappalardo G, D'Amico M, Lusk J 2021. Comparing the views of the Italian general public and scientists on GMOs. *International Journal of Food Science + Technology* 56(7): 3641-3650. <https://doi.org/10.1111/ijfs.14993>
- Petticrew M, Roberts H 2006. *Systematic Reviews in the Social Sciences: A Practical Guide*. Blackwell Publishing, Oxford, 336 pp.
- Priest S 1995. Information Equity, Public Understanding of Science, and the Biotechnology Debate. *Journal of Communication* 45(1): 39-54. <https://doi.org/10.1111/j.1460-2466.1995.tb00713.x>
- Ray P, Rampal V 2018. Attitude of stakeholders towards genetically modified crops in Malwa region of Punjab. *Indian Journal of Economics and Development* 14(1): 66-74. <https://doi.org/10.5958/2322-0430.2018.00006.9>
- Rohden F, Nelson C, Yost C, Anderson C, Moritz R, Vinke S, Wieden H 2022. Proceedings of the Dual Use Research of Concern Panel Discussion: Challenges and perspectives. *Canadian Journal of Microbiology* 68(5): 377-382. <https://doi.org/10.1139/cjm-2021-0343>
- Rylott E, Bruce N 2020. How synthetic biology can help bioremediation. *Current Opinion in Chemical Biology* 58, 86-95. <https://doi.org/10.1016/j.cbpa.2020.07.004>



- Singh V, Singh P, Karmakar M, Leta J, Mayr P 2021. The journal coverage of Web of Science, Scopus and Dimensions: A comparative analysis. *Scientometrics* 126(6): 5113-5142. <https://doi.org/10.1007/s11192-021-03948-5>
- Savadori L, Savio S, Nicotra E, Rumiati R, Finucane M, Slovic P 2004. Expert and Public Perception of Risk from Biotechnology. *Risk Analysis* 24(5): 1289-1299. <https://doi.org/10.1111/j.0272-4332.2004.00526.x>
- Shineha R, Inoue Y, Ikka T, Kishimoto A, Yashiro Y 2018. A Comparative Analysis of Attitudes on Communication Toward Stem Cell Research and Regenerative Medicine Between the Public and the Scientific Community. *Stem Cells Translational Medicine* 7(2): 251-257. <https://doi.org/10.1002/sctm.17-0184>
- Sjöberg L 2008. Genetically Modified Food in The Eyes of the Public and Experts. *Risk Management* 10: 168-193. <https://doi.org/10.1057/rm.2008.2>
- So A, Habets M, Testerink C, Macnaghten P 2024. The societal roles and responsibilities of plant scientists in the context of genome-edited crops. *Plants, People, Planet* 6(3): 760-773. <https://doi.org/10.1002/ppp3.10485>
- Stahlschmidt S, Stephen D 2022. From indexation policies through citation networks to normalized citation impacts: Web of Science, Scopus, and Dimensions as varying resonance chambers. *Scientometrics* 127(5): 2413-2431. <https://doi.org/10.1007/s11192-022-04309-6>
- Stevens B, Reppen R, Linhart M, Gibson K, Parafinuk A, Roberts A, Sanford R, Johnson N 2021. Analysis of biased language in peer-reviewed scientific literature on genetically modified crops. *Environmental Research* 16: 084035. <https://doi.org/10.1088/1748-9326/ac1467>
- Tennant J 2020. Web of Science and Scopus are not global databases of knowledge. *European Science Editing* 46: e51987. <https://doi.org/10.3897/ese.2020.e51987>
- Thelwall M 2018. Dimensions: A competitor to Scopus and the Web of Science? *Journal of Informetrics* 12(2): 430-435. <https://doi.org/10.1016/j.joi.2018.03.006>
- Vallejos-Romero A, Garrido J 2019. Las narrativas del riesgo en la Patagonia chilena. *Perfiles Latinoamericanos* 27(53): 1-23. <https://doi.org/10.18504/pl2753-015-2019>
- van Baalen S, Srinivas K, He G 2023. Challenges of Global Technology Assessment in Biotechnology—Bringing Clarity and Better Understanding in Fragmented Global Governance. En L Hennen, J Hahn, M Ladikas, R Lindner, W Peissl, R van Est. *Technology Assessment in a Globalized World: Facing the Challenges of Transnational Technology Governance*. Springer, Cham, pp. 149-174.
- Voigt C 2012. Synthetic Biology. *ACS Synthetic Biology* 1(1): 1-2. <https://doi.org/10.1021/sb300001c>
- Wade N 1984. Biotechnology and its public. *Technology in Society* 6(1): 17-21. [https://doi.org/10.1016/0160-791X\(84\)90014-9](https://doi.org/10.1016/0160-791X(84)90014-9)
- Wirz C, Howell E, Scheufele D, Brossard D, Xenos M 2023. Examining expertise: Synthetic biology experts' perceptions of risk, benefit, and the public for research and applications regulation. *Public Understanding of Science* 32(7): 870-888. <https://doi.org/10.1177/09636625231166652>



Anexo: Síntesis de las publicaciones incluidas en la revisión sistemática

Publicación	Aproximación predominante	País	Método	Muestra	Principales resultados
Shineha et al. (2018)	Diferencias entre científicos y público general	Japón	Cuantitativo (Encuesta)	1.115 miembros de la Sociedad Japonesa de Medicina Regenerativa / 2.160 público general	Los investigadores en medicina regenerativa perciben como factores claves en la aceptabilidad de las nuevas aplicaciones tecnológicas del campo la validación científica y que los expertos puedan lidiar con sus riesgos y accidentes.
Stevens et al. (2021)	Perspectiva de los científicos	Internacional	Cualitativo (Análisis de contenido)	230 publicaciones	40% de las publicaciones tiene una postura positiva o negativa hacia los cultivos modificados genéticamente. Entre las publicaciones con financiamiento privado la postura positiva suele ser más favorable.
Ray & Rampal (2018)	Perspectiva de los científicos	India	Cuantitativo (Encuesta)	10 investigadores de la Universidad Agrícola de Punjab	La mayoría de los investigadores tiene una postura favorable a los cultivos modificados genéticamente, percibiendo que estos no revisten riesgo para la salud humana.
Cuppen et al. (2009)	Perspectiva de los científicos sobre el público general	Países Bajos	Cuantitativo (Encuesta)	73 científicos afiliados a universidades o centros de investigación neerlandeses	Los científicos presentan sesgos al procesar los argumentos del público general, tendiendo a aceptar en mayor medida aquellos que coinciden con su postura personal y son presentados de una manera no emocional.
Lassen (2008)	Perspectiva de los científicos sobre el público general	Dinamarca	Cualitativo (Grupos Focales)	No transparenta la cantidad de participantes	En el marco del debate sobre los riesgos de las biotecnologías alimentarias, los lugares comunes desempeñan un papel clave para la interacción argumental entre expertos y el público general
Pappalardo et al. (2021)	Diferencias entre científicos y público general	Italia	Cuantitativo (Encuesta)	258 miembros de la Asociación Italiana de Sociedades de Ciencias Agrarias / 1.006 público general	Un 81% de los científicos agrícolas cree que los cultivos modificados genéticamente son seguros para la alimentación, mientras que solo un 54% del público general se encuentra de acuerdo con esta aseveración.



Hagemann & Scholderer (2007)	Diferencias entre científicos y público general	Dinamarca	Mixto (Delphi-Entrevistas)	24 expertos del Instituto Danés para la Investigación Alimentaria y Veterinaria / 25 público general	Se aprecian diferencias considerables en el modo en el que los científicos y el público general piensa sobre los riesgos de las biotecnologías. El público equipara incertidumbre a riesgo, mientras que los científicos son menos drásticos a este respecto.
Aleksejeva (2014)	Perspectiva de los científicos	Unión Europea	Cuantitativo (Encuesta)	67 expertos de 23 países de la Unión Europea	Un 50,7% de los científicos estima que los riesgos sanitarios y ambientales de los cultivos modificados genéticamente deben ser estudiados caso a caso.
Wirz et al. (2023)	Perspectiva de los científicos sobre el público general	Estados Unidos	Cuantitativo (Encuesta)	790 investigadores en biología sintética	Los científicos que perciben menos riesgos en la biología sintética defienden en mayor medida la autoridad científica. Quienes estiman que existen ciertos riesgos potenciales se muestran más receptivos a la perspectiva del público general.
Savadori et al. (2004)	Diferencias entre científicos y público general	Italia	Cuantitativo (Encuesta)	58 profesores o estudiantes doctorales en biología / 58 público general	El público general percibe todas las aplicaciones de la biotecnología como más riesgosas que los científicos. Estos últimos estiman menores los riesgos en el ámbito médico que en el alimentario.
Kato-Nitta et al. (2019)	Diferencias entre científicos y público general	Japón	Cuantitativo (Encuesta)	111 expertos en biología molecular / 3000 público general	Los expertos en biología molecular perciben menos riesgos en las tecnologías de edición y modificación genéticas que el público general.
de Graeff et al. (2021)	Perspectiva de los científicos	Internacional	Cualitativo	11 expertos en ciencias naturales	Los investigadores reconocen cierta incertidumbre relacionada a las aplicaciones de la tecnología de impulsores genéticos, pero no consideran que este sea un argumento para detener las pruebas de esta tecnología fuera del laboratorio.
Sjöberg (2008)	Diferencias entre científicos y público general	Suecia	Cuantitativo (Encuesta)	49 expertos en tecnologías genéticas / 469 público general	Los expertos presentan una visión favorable respecto a los alimentos modificados genéticamente, mientras que el público general muestra un importante rechazo.
Kangmennaang et al. (2016)	Perspectiva de los científicos	Ghana	Cualitativo (Análisis documental)	No transparenta la cantidad de documentos analizados	Los científicos no perciben riesgos ambientales o para la salud humana asociados a los organismos modificados



	sobre el público general				genéticamente. Usualmente enfrentan los cuestionamientos calificándolos como carentes de fundamento o los desproblematizan escudándose en la base afectiva de la reclamación.
Hagemann & Scholderer (2009)	Diferencias entre científicos y público general	Dinamarca	Mixto (Delphi-Entrevistas)	24 expertos del Instituto Danés para la Investigación Alimentaria y Veterinaria / 25 público general	Los expertos tienden a definir riesgos en términos de una causa asociada a un efecto. Por su parte, el público general muestra un razonamiento más abstracto en el que la incertidumbre es equivalente a riesgo.
Böschén (2009)	Diferencias entre científicos y público general	Internacional	Cualitativo (Entrevistas-Análisis documental)	28 científicos (biología molecular, ciencias vegetales, ecología, medicina).	Existen diferentes culturas epistémicas en el debate sobre los organismos modificados genéticamente. Estas difieren en el modo en el que procesan la evidencia, el no-conocimiento y la incertidumbre.
Inaba & Macer (2004)	Diferencias entre científicos y público general	Japón	Cuantitativo (Encuesta)	370 científicos / 377 público general	Los científicos consideran la producción de medicinas y el desarrollo de ratones con cáncer como las aplicaciones más seguras de la biotecnología. En tanto, la más riesgosa serían los xenotransplantes.
Lassoued et al. (2019)	Perspectiva de los científicos	Internacional	Cuantitativo (Encuesta)	57 científicos	De acuerdo con los científicos, los cultivos editados genéticamente presentan riesgos marginales para la economía, la salud humana y el medioambiente.
Hjörleifsson & Schei (2006)	Perspectiva de los científicos sobre el público general	Islandia	Cualitativo (Entrevistas)	13 investigadores de la empresa de CODE genetics	Si bien los científicos se muestran optimistas respecto al uso de las tecnologías de genética humana para la prevención de enfermedades comunes, reconocen que existen aspectos en los que el escepticismo puede estar justificado.
Huang et al. (2017)	Perspectiva de los científicos	China	Cuantitativo (Encuesta)	806 científicos de universidades agrícolas y dos academias nacionales	La mayoría de los científicos estima que el consumo de cultivos modificados genéticamente no representa un peligro para la salud humana.
Howell et al. (2020)	Diferencias entre científicos y público general	Estados Unidos	Cuantitativo (Encuesta)	806 científicos / 3.145 público general	Existen diferencias en la percepción de riesgos de la biología sintética entre los científicos estadounidenses según su edad y raza, siendo los más



					jóvenes y blancos quienes perciben más riesgos en la biología sintética.
Jin et al. (2021)	Perspectiva de los científicos sobre el público general	China/Unión Europea	Cuantitativo (Encuesta)	9 investigadores chinos y 13 de la Unión Europea	Los científicos chinos y europeos no perciben riesgos asociados a la biología sintética, aunque indican que se pueden producir daños si es utilizada por criminales o si se exagera la obtención de ganancias.
Ditlevsen et al. (2020)	Diferencias entre científicos y público general	Dinamarca, Reino Unido, Polonia, Austria y España	Cualitativo (Entrevistas- Grupos Focales)	9 expertos en vacunas y 13 expertos en biología sintética / 154 público general	La noción de naturalidad es poco usada por científicos del campo de la biología sintética y las vacunas. Sin embargo, está ampliamente difundida entre el público general, el cual percibe la no naturalidad de las aplicaciones de la biología sintética como riesgo.
Dalziel & Rogers (2023)	Perspectiva de los científicos	Australia	Cualitativo	31 miembros del Australian Research Council Centre of Excellence in Synthetic Biology	Desde la mirada de los científicos australianos, la biología sintética presenta potenciales riesgos ecológicos, sociales y económicos.
So et al. (2024)	Perspectiva de los científicos sobre el público general	Países Bajos	Cualitativo (Entrevistas, diarios, medios digitales)	16 investigadores del área de ciencias vegetales de la Universidad de Wageningen	Los científicos muestran escasa reflexión en relación a los posibles riesgos de la edición genética en cultivos. Suelen atribuir las críticas a ciudadanos y hacedores de políticas públicas desinformados.