

Análisis de los aspectos epistemológicos y sociales presentes en el discurso tecno-científico referido a los organismos genéticamente modificados (OGM) cultivados en la Argentina

Analysis of epistemological and social aspects in the techno-scientific discourse referring to genetically modified organisms (GMOs) grown in Argentina

Guillermo Folguera, Erica Carrizo y Alicia Massarini *

En este trabajo se analizan los principales ejes argumentales del discurso tecno-científico referido al cultivo de organismos genéticamente modificados (OGM) en Argentina, tanto en relación con los supuestos epistemológicos subyacentes, como en cuanto a los vínculos entre la tecno-ciencia y la sociedad. En particular, nuestro análisis se centra en dos aspectos complementarios: los factores epistemológicos relativos al origen y al creciente prestigio de la genética molecular y la argumentación utilizada en la revista *Ciencia Hoy* por científicos y tecnócratas, que constituirían un pilar significativo en la construcción de la legitimidad social de la introducción y creciente expansión de cultivos GM durante los últimos quince años en Argentina.

Palabras clave: biología molecular, genética, legitimidad social, OGM

*In this paper, we analyze the main arguments present in the techno-scientific discourse of the specialists in biotechnology about genetically modified organisms (GMO) grown in Argentina, with regard both to its epistemic assumptions and to its reference to the relationships between techno-science and society. In particular, our work focuses on two complementary aspects of this discourse: the epistemic factors related with the origin and the growing prestige of molecular genetics as a biological subdiscipline, and the argumentation used by scientific and technocrats in the *Ciencia Hoy* journal, which have supported the legitimacy of the introduction and expansion of GM cultures in Argentina during the last fifteen years.*

Key words: molecular biology, genetics, social legitimacy, GMO

* Guillermo Folguera es investigador del Grupo de Investigación de Historia de la Ciencia y del Grupo de Filosofía de la Biología, FCEN-FFyL, Universidad de Buenos Aires, Argentina. Correo electrónico: guillefolguera@yahoo.com.ar. Erica Carrizo es investigadora del Centro de Estudios de Historia de la Ciencia y la Técnica José Babini, Universidad Nacional de San Martín, Argentina. Correo electrónico: acire999@gmail.com. Alicia Massarini es investigadora de la Maestría en Política y Gestión de la Ciencia y la Tecnología, FfyB, Universidad de Buenos Aires, Argentina. Correo electrónico: aliciamassarini@yahoo.com.ar. Esta investigación fue financiada por el proyecto de investigación UBACyT X029. Se agradece a Javier Rodríguez Alcazar, Olimpia Lombardi, Manuel Alejandro Sánchez, Micaela Godoy Herz y a Ana Fiszbein, por todos los comentarios realizados que sin dudas han enriquecido al presente trabajo. A su vez, se agradecen los comentarios de un revisor anónimo.

Introducción

Si bien algunos autores han propuesto diferentes relaciones entre ciencia y tecnología (véase Niiniluoto, 1997), en las últimas décadas se ha generalizado la noción de que tal distinción resulta difícil de delimitar (Rodríguez Alcázar, 2009). Así, por ejemplo la noción de tecno-ciencia, concebida como un cuerpo de conocimientos integrados en los que tanto los aspectos científicos como los técnicos se presentan profundamente articulados en todas las etapas del proceso de construcción, resulta apropiada para caracterizar la actividad científica contemporánea (Hottois, 1999). Ciertamente, este vínculo se pone de manifiesto en aspectos tales como la atracción que generan determinadas “promesas” tecnológicas para la obtención de importantes inversiones destinadas a investigaciones. En el mismo sentido, la justificación de estas inversiones se refuerza a través de la adjudicación al contexto tecnológico de valores presumiblemente positivos, los cuales clásicamente han sido atribuidos al ámbito de la investigación científica.

En cuanto al rol que ocupa la tecno-ciencia en las sociedades contemporáneas, quizás uno de los aspectos más significativos sea la legitimación de un sistema que presenta gran inversión económica, importante prestigio y efectos directos sobre la sociedad (Lelas, 2000). En palabras de Lelas, el problema de la legitimación presenta dos claves centrales a ser analizadas, la referida a la relación entre las teorías y la “realidad” y la otra dada entre la ciencia y la sociedad (Lelas, 2000). En una interesante referencia a estos aspectos, Marcos (2005) denomina a estos vínculos, respectivamente, “relación epistémica con la naturaleza” y “relación práctica con la sociedad”. Ciertamente, resulta importante la indagación de ambos a los fines de la comprensión del *status* tecno-científico. No obstante, este análisis cobra aún más relevancia en el contexto de algunas problemáticas que forman parte de la denominada “Gran Ciencia” (*Big Science*), en referencia a la actual modalidad de producción científica en el marco de amplios y ambiciosos proyectos, en muchos casos multinacionales, que requieren grandes montos de financiamiento. Sin dudas, una de las áreas tecno-científicas que han presentado un mayor impacto sobre las sociedades contemporáneas ha sido la de la biotecnología aplicada a la producción de organismos genéticamente modificados (OGM).

La pregunta central que motiva el presente trabajo es: ¿cómo ha contribuido el discurso tecno-científico a la búsqueda y a la construcción de legitimidad para el caso de los OGM tanto en lo referido a la relación epistémica con la naturaleza como a su relación con la sociedad? Para dar respuesta a estos interrogantes nos focalizaremos en los argumentos más frecuentemente empleados por los especialistas en biotecnología en Argentina para justificar la conveniencia del empleo de OGM en la agricultura, ya que consideramos que este discurso constituye un pilar de central importancia en la construcción de las actuales representaciones sociales hegemónicas sobre este tema. Las concepciones presentes en el discurso de los especialistas serán consideradas mediante dos tipos de análisis. El primero se basará en el uso de metáforas presentes en el discurso divulgativo siguiendo las categorías señaladas por Liakopoulos (2002). Posteriormente, se analizarán las principales estrategias argumentativas consideradas en los artículos revisados. En particular, el análisis se focalizará en el caso de Argentina, dado que fue uno de los países en los que los OGM fueron recibidos más tempranamente y con gran aceptación tanto por parte de la comunidad académica como por parte del sector productivo. Respecto a los textos considerados, el análisis se basó en los artículos de divulgación relativos a los OGM publicados entre 1996 y 2011 por la revista *Ciencia Hoy*, una de las más importantes de Argentina en materia de divulgación científica. Cabe señalar que esta revista es producida por la comunidad académica de Argentina, con una amplia difusión y

continuidad en dicho país. Su propósito está orientado a establecer un canal de comunicación de la comunidad científica fundamentalmente interno; pero a la vez representa una vía de acercamiento a otros sectores de la sociedad, en particular maestros y profesores del sistema educativo, a partir de la divulgación del estado actual y los avances logrados en la producción científica y tecnológica de nuestro país. Con el fin de organizar el análisis propuesto, el trabajo presenta tres secciones. En la primera, se abordará la relación epistémica con la naturaleza que se refleja en el discurso de los especialistas referido a los OGM. Aquí nos centraremos en las características generales de la genética y la genética molecular en tanto áreas del conocimiento, como en su relación con el resto del contexto disciplinar de la biología. La segunda parte del trabajo se focalizará en el modo de conceptualizar la relación entre la agrobiotecnología y la sociedad presente en el discurso tecno-científico plasmado en los artículos de la revista *Ciencia Hoy* mediante el análisis de metáforas y de las estrategias argumentativas presentes en los discursos. Por último, el trabajo relacionará las dos secciones anteriores, tratando de reconocer el modo en que son articuladas las legitimidades epistémicas y las sociales configuradas desde el discurso de especialistas cercanos a la problemática de los OGM en Argentina durante los últimos quince años.

1. Relaciones disciplinarias y niveles inferiores de las jerarquías biológicas: acerca de la legitimidad y los OGM

1.1. Introducción: el lugar central de la genética en la biología contemporánea

Durante la Modernidad, la física se presentó como el modelo disciplinar del conocimiento científico. Esta tendencia se consolidó durante la etapa positivista en la segunda mitad del siglo XIX, a partir de una jerarquización de las diferentes áreas del conocimiento que ya incluían el estudio de los seres vivos. ¿Qué sucedía por entonces en la joven biología? Algunas décadas después de la publicación de *El origen de las especies*, las ideas de Darwin no terminaban de ser asumidas por la comunidad académica. Así, en las primeras décadas del siglo XX, los estudios realizados por Darwin y los de Mendel -reinterpretados por los primeros genetistas clásicos- eran aún concebidos como irreconciliables. La recuperación de las ideas darwinianas encontró su cauce a partir del trabajo de investigadores provenientes de dos corrientes diferentes. La primera se originó en los trabajos iniciales de la genética, realizados por Mendel, Morgan y algunos de sus seguidores. Estas investigaciones se desarrollaron en el marco de lo que se conocerá posteriormente como genética clásica. La otra corriente fundamental que dio origen a la síntesis estuvo impulsada por los trabajos en modelos matemáticos formulados por autores como Haldane, Wright y Fisher (Waddington, 1957; Provine, 1986). A partir de la confluencia de ambas corrientes, en menos de veinte años se consolidó un esquema de gran poder unificador a los ojos de la propia comunidad científica de la época. Entre los principales trabajos que expresan esta confluencia aparece la mencionada obra de Dobzhansky (1937), *Genetics and the Origin of Species*. Otras obras que merecen mencionarse son *Systematics and the Origin of Species*, de Mayr (1942), y *The Modern Synthesis* de Huxley (1942). También pueden recordarse *Tempo and Mode in Evolution* de Simpson (1944), así como *Variation and Evolution in Plants* de Stebbins (1950).

Así, la síntesis biológica fue reuniendo y organizando otros campos del saber a los que se les adjudicó oportunamente determinados roles. En este sentido, por ejemplo, mientras la genética de poblaciones aportaba modelos y algoritmos para estudiar los mecanismos de evolución, otras disciplinas debían “limitarse” a la presentación fenoménica tanto diacrónica (paleontología) como sincrónica (sistemática) (Ghiselin,

1980; Arthur, 1997; Folguera y di Pasquo, 2008; Folguera, 2010). De este modo, la genética de poblaciones se consolidó ocupando un lugar central dentro de la biología contemporánea. Sin embargo, simultáneamente a este proceso, otros tipos de abordajes se estaban originando. Su importancia epistémica sería ciertamente significativa, aunque también lo sería su impacto económico.

1.2. Origen y consolidación de los estudios moleculares

Respecto al origen y consolidación de la biología molecular, fueron señalados diferentes períodos (véase Stent en Thullier (1985)). En el primer período (“romántico”), comprendido entre 1935 y 1953, pueden reconocerse investigaciones tales como las realizadas por Delbrück, Astbury (1937), Chargaff (1950, 1951 y 1952), así como los experimentos de Hershey y Chase (1952) y los propios de Rosalind Franklin (1953). A su vez, cabe mencionar el experimento de Avery, MacLeod y MacCarthy (1944), en el que es propuesto que el material genético se encuentra en el ADN. El segundo período (“dogmático”) está originado en la formulación del modelo de estructura tridimensional de la molécula de ADN en 1953, así como por la propuesta de Meselson y Stahl (1958) acerca del modelo de replicación semi-conservativa del ADN, finalizando en 1963. En este período es acuñado el llamado “dogma central”, modelo que supone el flujo lineal y unidireccional de información desde la molécula de ADN hacia las proteínas, pasando por el ARN. Por último durante el tercer período (“académico”), marcado por una creciente institucionalización, las principales líneas de investigación de la biología y la genética molecular, los modelos y técnicas que las sustentaron, así como los desafíos y preguntas que las inspiraron se centraron la búsqueda de explicaciones relativas a las interacciones entre moléculas. En esta dirección, fueron reconocidos y caracterizados diversos procesos a nivel molecular, tales como los involucrados en la replicación del ADN, en la síntesis y procesamiento del ARN, en la regulación génica y en los controles post-transcripcionales, entre otros (Alberts et al, 1996).

A partir de estos eventos (y de algunos otros no mencionados por cuestiones de espacio), el campo de la genética pasó a comprender distintas especialidades que abordan el problema de la herencia en diferentes escalas espacio-temporales: la genética clásica o mendeliana, los estudios genéticos que indagan la dimensión cromosómica, la genética de poblaciones y la genética molecular. A pesar del (inevitable, por cierto) sesgo y recorte que constituye cualquier aproximación a los fenómenos de la vida, este tipo de indagación -con una fuerte impronta reduccionista- resultó particularmente exitosa para la comprensión de diversos procesos celulares al mismo tiempo que sustentó teóricamente aplicaciones tecnológicas impactantes por su gran importancia económica. Particularmente, nos referimos a las innovaciones introducidas por las tecnologías del ADN recombinante y su impacto en diversas actividades productivas, en especial en la industria farmacéutica y en la producción agropecuaria. En este escenario, la genética molecular fue alcanzando un creciente predominio dentro de la biología.

Así, entre las décadas de 1950 y 1980, tanto en el campo de la investigación como en el de la comunicación pública, fueron imponiéndose nuevas representaciones de “la lógica de lo viviente”, según las cuales los genes se encontrarían en el nivel fundamental de la jerarquía en los sistemas vivos al ser portadores de aquella clave a la que actualmente se asigna un máximo valor para el ejercicio del poder: la información. En esta metáfora se asume que los genes tienen atributos tales como producirse a sí mismos, ser depositarios del monopolio de la información, dirigir a través de órdenes toda la maquinaria celular, crear el organismo, perpetuar las especies. Esta representación, a la que Fox Keller (1995) ha denominado “discurso de

acción de los genes”, reforzó la creencia de que todo lo que se espera comprender acerca de los seres vivos está contenido en la secuencia del ADN. Uno de los principales resultados prácticos de esta visión del mundo biológico es la noción de que ningún problema “está por fuera” del análisis de los genetistas permitiendo (al menos en términos de “promesas”) el completo conocimiento de aspectos tan diversos como la identidad de las especies biológicas, las características principales de nuestra humanidad o la comprensión de las principales enfermedades humanas (Lewontin, 2000). Sin embargo, en la biología del siglo XX convivieron diversas subdisciplinas o enfoques que continuaron indagando el fenómeno de la vida desde distintas perspectivas. Veamos entonces el modo en el que esta diversidad fue “ordenada” y “jerarquizada”, elemento epistemológico relevante para comprender uno de los aspectos contextuales en que los OGM obtienen su legitimidad.

1.3. La biología y la genética molecular en el contexto disciplinar de la biología contemporánea

Si bien la visión de una ciencia biológica estratificada -conforme a los llamados niveles de organización de los sistemas biológicos- no es reciente, cierto es que ha sido a partir de la segunda mitad del siglo XX cuando ésta terminó de adoptar su estructura actual a través de la conformación y consolidación de disciplinas tales como la genética o la biología molecular (Feibleman, 1965; Pattee, 1976; Milsum, 1978). La relación entre dichos niveles y las subdisciplinas que los indagan dista de ser trivial. En la actualidad pueden reconocerse subdisciplinas que comprenden el estudio de diversos niveles, tal como la genética que, como hemos expuesto, presenta áreas que indagan tanto fenómenos propiamente moleculares como otras en las que se intenta dar cuenta de la dinámica poblacional. Así, frente al análisis de cualquier fenómeno biológico se debe reconocer la complejidad de lo viviente (Di Pasquo y Folguera, 2009). A modo de ejemplo, resulta interesante recordar el caso de las investigaciones sobre cierto tipo de anemia (Salthe, 1985). En este estudio, Salthe señala que los niveles molecular, genético, celular, organísmico, démico y ecosistémico juegan roles fundamentales en la dinámica de la enfermedad.

Respecto a las relaciones entre niveles y (sub)disciplinas dentro de la jerarquía, Bunge sugiere que cada uno de los niveles presenta un conjunto de particularidades, a la vez que tienen una cierta “autonomía” respecto a los restantes (Bunge, 1961 y 2004). Por lo tanto, adquiere sentido y legitimidad la investigación científica en cada nivel, donde regiría una cierta autonomía tanto en cuanto a las teorías como al campo fenoménico particular al que tales teorías refieren (Eble, 2005). En este sentido, en principio, la idea de jerarquía no implicaría la existencia de relaciones de prioridad o dependencia entre los niveles que la conforman, pese a que en ocasiones se reconoce la vigencia de cierta prioridad de un nivel sobre los demás, situación caracterizada como “fundamentalismo” (Wilson, 2003). En el caso de la biología contemporánea, el principio de autonomía no parece haber predominado, a la vez que se reconoce el predominio de la genética molecular por sobre otras aproximaciones al mundo biológico reproduciendo al interior de la disciplina el enfoque reduccionista propio de la física. A partir de lo considerado, a continuación analizaremos entonces los elementos epistemológicos, metodológicos y ontológicos presentes en el discurso tecno-científico referido a los OGM, que han coadyuvado al privilegio otorgado a los niveles inferiores y a las subdisciplinas correspondientes que los indagan.

1.4. El privilegio de los niveles inferiores y las “promesas” epistemológicas, metodológicas y ontológicas

A partir del predominio de la genética molecular, resulta importante analizar en los discursos tecno-científicos relativos a los OGM el privilegio de los niveles de organización más básicos de la jerarquía biológica. En Argentina, siguiendo la misma orientación que las tendencias globales en las últimas décadas, la asimetría en la jerarquía asignada a las diferentes ramas de la biología presenta también un claro privilegio hacia la biología molecular. Por ejemplo, Goldstein, biólogo molecular de gran prestigio en la tradición científica de Argentina, sostenía a comienzos de la década de 1980: “[La biotecnología] está basada en la biología molecular, la disciplina que crea la frontera en permanente expansión del conocimiento biológico, y crea, además tanto la teoría como los instrumentos necesarios para permitir su propio desarrollo y el del resto de las disciplinas biológicas” (Goldstein, 1982: 190). En términos internos, este privilegio disciplinar puede explicarse, por razones epistemológicas, metodológicas u ontológicas. Veamos a continuación un repaso de algunos de estos elementos.

Ciertamente, las razones epistemológicas parecen relacionarse de manera directa con el problema de los roles disciplinarios mencionado anteriormente. Al respecto, las teorías que conformaban el *corpus* de la genética de poblaciones parecieron ocupar un lugar dentro del “núcleo duro” del sistema teórico de la síntesis biológica (Love, 2010). Así, es muy interesante advertir justamente cómo en ciertas problemáticas se produce un proceso de exclusión de ciertos saberes y enfoques dentro del propio ámbito científico. Un ejemplo de ello es la ausencia casi total en los discursos sobre los OGM de los especialistas en biotecnología, de referencias a la necesidad de realizar estudios focalizados en niveles de mayor complejidad que requieren marcos teóricos y modelos de otras subdisciplinas. Esta omisión se hace aún más significativa en la medida en que diversos estudios de campo han reconocido evidencias de fenómenos e impactos contrastantes con los criterios y supuestos referidos en el discurso biotecnológico asociado a los OGM, tal como es el caso de la presencia de flujo génico entre organismos genéticamente modificados y variedades nativas (véase como ejemplo Quist y Chapela, 2001). Otro aspecto epistemológico importante a ser considerado es el del determinismo, expresado por ejemplo, en la discusión acerca del rol relativo de la selección natural y de la deriva génica en los procesos micro-evolutivos. Mientras la selección natural, en su variante direccional, es un mecanismo fuertemente determinista en el sentido de que el modelo asume la posibilidad de dar cuenta de un estado final a partir de las condiciones iniciales, la deriva génica presenta al respecto características opuestas. Este determinismo, que siguiendo la clasificación realizada por Lombardi (2002) se enmarca en un determinismo gnoseológico, pareciera sugerir que, frente al conocimiento de un estado inicial, sería posible conocer el estado posterior dentro de un margen de error acotado. Pese a que en las últimas décadas la idea acerca de la predictividad en los fenómenos de la vida fue puesta en tensión (Bergel, 1999), en el caso del discurso asociado a los OGM, los esquemas deterministas no parecen haber sido revisados (véase Permingeat y Margarit, 2005). En principio, este determinismo parece también estar íntimamente ligado a la asimetría disciplinar mencionada, en la medida en que las subdisciplinas que atañen al estudio de los niveles inferiores dentro de la jerarquía en la biología están atravesadas por tradiciones reduccionistas que se vinculan fuertemente con explicaciones lineales y deterministas de tipo causa-efecto. A su vez, al igual que para el caso de la genética de poblaciones, cabe aquí el interrogante acerca del tipo de determinismo subyacente en la argumentación de los biotecnólogos para el caso de los OGM. En principio, además de tratarse de un determinismo gnoseológico en el sentido antes mencionado, pueden encontrarse señales que sugieren una dimensión

ontológica, por lo que el compromiso acerca de qué es lo real recaería en las entidades de los niveles inferiores, esto es, los genes y las moléculas en el caso de la biología contemporánea. A su vez, cabe señalar que en el discurso asociado a los OGM estaría presente un tipo de realismo “fuerte” o también denominado “metafísico”. Según Putnam (1988), para esta posición los objetos existen independientemente de nuestro conocimiento y constituyen una totalidad determinada, por lo que habría una única descripción verdadera y completa del mundo. En el mismo sentido, la posición que prevalece en el discurso asociado a los OGM parece corresponder a la concepción denominada reduccionista ontológica, entendiendo por ella “la idea de que cada sistema biológico particular (ejemplo: un organismo) está constituido nada más que por moléculas y sus interacciones” (Griffiths, 2008). Así, las características del fisicalismo adjudicado a la biología se identifican con un reduccionismo ontológico de las entidades de los niveles inferiores. Este fisicalismo, sumado a un reduccionismo ontológico, sustenta la idea de que las pequeñas entidades constituyentes de lo orgánico serían los elementos fundamentales. De este modo, se relacionan los compromisos ontológicos con las investigaciones epistémicas: si efectivamente son las moléculas y los genes los elementos fundamentales de la vida, es su estudio el que nos ofrecerá el conocimiento más básico y significativo.

Respecto a los aspectos metodológicos que pudieron haber incidido en la consolidación de dicha asimetría disciplinar, cabe incluir que sus abordajes se basan de manera casi exclusiva en la experimentación artificial en el laboratorio (Pestre, 2003). Es interesante cómo estos estudios han asumido el privilegio de los niveles inferiores, tanto en el ámbito de la investigación llamada “pura”, como en los casos claramente tecnológicos. Entre estos últimos, resulta muy clara la cita de uno de los biotecnólogos más importantes de Argentina en relación con el modo de reconocer posibles efectos no deseados por parte de los OGM: “Todos los riesgos que pudieran tener los alimentos derivados de transgénicos son mensurables con la tecnología de la que disponemos actualmente. Podemos detectar hasta una única molécula, de modo que cualquier riesgo que exista es evitable” (Mentaberry, 2004). En esta afirmación no sólo se reconoce una noción empirista extrema, sino también la exclusión de las otras subdisciplinas biológicas que pudieran estudiar, por ejemplo, los efectos de los OGM en los niveles superiores o en otras escalas temporales o espaciales.

1.5. Problemas en la relación epistémica con la naturaleza: el reconocimiento de la complejidad

Tal como se ha mencionado, la atracción que han despertado la biología molecular y la genética (en cualquiera de sus subáreas) es explicable en gran medida por razones que trascienden la discusión al interior de la disciplina, enmarcándose en otra cuestión más general: sus marcos conceptuales y procedimentales han permitido responder en gran medida a la expectativa epistemológica, metodológica y ontológica que los biólogos, enmarcados en la tradición del empirismo lógico, esperaban y deseaban para una disciplina científica (Folguera, 2008). Sin embargo, tal como hemos adelantado, en las últimas dos décadas se ha consolidado dentro de la biología una significativa crítica al programa reduccionista (véanse V.V.A.A., 2002a y 2002b). En términos generales, entre los aspectos problemáticos del abordaje clásico reduccionista dentro de la genética molecular pueden mencionarse: la complejidad de las relaciones entre genes y proteínas, el genoma como sistema dinámico y jerárquico, la relación entre genes estructurales y reguladores, las interacciones complejas entre genes, la transferencia horizontal de genes, las relaciones entre genes y ambiente, la expresión génica diferencial a lo largo de la ontogenia. Así, dichos ítems se refieren al conocimiento profundo de la estructura y la dinámica del genoma, entendido como un sistema jerárquico, complejo e integrado, cuya dinámica sólo puede comprenderse en

estrecha vinculación con el ambiente en diferentes escalas: celular, tisular, organísmica, entre otras.

Por otro lado, en la última década se ha establecido y consolidado una nueva área asociada a la genética, vinculada y a su vez diferenciada de la tradición anterior: la genómica. Ciertamente, esta área se origina a partir de la crisis del programa reduccionista asumiendo una relación de gran complejidad entre el genotipo y el fenotipo (Wray, 2010). Sin embargo, aún incluyendo algunos cambios respecto a las tradiciones anteriores, el enfoque de la genómica no consigue superar las limitaciones del reduccionismo (Bialy, 2005) y los elementos centrales hasta aquí abordados (asimetría disciplinar, fisicalismo, desconocimiento o minimización de la complejidad de los fenómenos biológicos), siguen estando presentes. Otros enfoques alternativos han sugerido la idea de conceptualizar a las células como sistemas complejos (Hanahan, 2000). Pese a la abundante cantidad de datos presentes en la bibliografía especializada que muestran la pertinencia del enfoque complejo del comportamiento celular, y de la expresión de la información contenida en el ADN, resulta llamativa la persistencia y la extensiva presencia de los enfoques alternativos a la biología de sistemas (Nurse, 2008). Esta permanencia puede explicarse en la medida en que el ingreso de la noción de complejidad genera dificultades no sólo en el ámbito conceptual de la biología en general y la genética molecular en particular, sino también en el campo de sus aplicaciones tecnológicas: “las implicaciones reales de considerar a la célula y al organismo como sistemas verdaderamente conectados e interdependientes (es decir, complejos) son profundas y enormemente perturbadoras para las ideas que subyacen a buena parte de la biotecnología” (Bialy, 2005: 312). Hasta aquí han sido presentados los aspectos (epistemológicos, metodológicos y ontológicos) considerados para la búsqueda de legitimidad de los OGM dados en el seno de la propia investigación científica.

2. Los OGM y su relación con la sociedad: el caso de la Argentina

2.1. Análisis de metáforas y de las estrategias argumentativas en el discurso de los especialistas

Centraremos el análisis empírico de este trabajo en las principales metáforas y estrategias argumentativas empleadas por los especialistas en trabajos relativos a los OGM publicados en la revista *Ciencia Hoy*. En total fueron analizados 22 artículos publicados desde 1996 (**Tabla 1**), que acompañaron la introducción y expansión del modelo de producción agropecuaria basado en cultivos transgénicos -particularmente la soja RR resistente al herbicida glifosato-, en ausencia de un debate social, jugando el discurso de los especialistas un rol clave en el curso del proceso de su legitimación social. Si bien la colección se relevó a partir 1996, resulta significativo destacar que durante los primeros años de introducción y expansión del modelo de agrobiotecnología, la problemática no fue tratada, ya que los primeros artículos sobre este tema fueron publicados en junio de 2000. A los fines de mostrar lo relevante del análisis en el contexto local, resulta significativa la afirmación realizada en un artículo de apertura de un número especial sobre esta problemática de dicha revista: “Si se recuerda que el puñado de autores (más los revisores que evaluarán en forma anónima estos textos), constituye una gran proporción de los expertos científicos con/que cuenta este país en la materia, se concluirá que las ciencias agropecuarias en Argentina disponen de recursos llamativamente reducidos para la envergadura de los problemas que deben abordar” (Oesterheld, 2005). A continuación se presentan los análisis relativos a las metáforas y a las estrategias argumentativas.

Tabla 1. Artículos publicados en la revista *Ciencia Hoy* relacionados con la problemática de los cultivos GM durante el periodo 1996-2011

	Artículo y referencia	Autor/es	Especialidad	Institución
1	La biología molecular en la Argentina. <i>Ciencia Hoy</i> , Vol. 10, Nº 57, Junio/Julio. 2000. pp. 10-17.	Robert Perry David Sabatini Torsten Wiesel	Biólogo molecular Biólogo molecular Neurobiólogo	FCCC, Philadelphia New York University Rockefeller University
2	Ciudadanos, políticos y científicos. <i>Ciencia Hoy</i> , Vol. 11, Nº 62 Abril/Mayo 2001, pp. 9-10.	Editorial		
3	Las plantas transgénicas y la agricultura mundial. <i>Ciencia Hoy</i> , Vol.11 - Nº 62, Abril/Mayo 2001, pp. 20-21.	Academias de Ciencias del Reino Unido, Estados Unidos, Brasil, China, India, México y otras		
4	La revolución genética y la agricultura. <i>Ciencia Hoy</i> , Vol. 11, Nº 62, Abril/Mayo 2001, pp. 22-34.	Alejandro Mentaberry	Dr. en Química	INGEBI-CONICET. FCEN-UBA
5	El pan nuestro de cada día. <i>Ciencia Hoy</i> . Vol. 11, Nº 62, Abril/Mayo 2001, pp. 35-43.	M. Lucrecia Álvarez Rubén H. Vallejos	Bioquímica/Dra. en Biología Dr. en Farmacia y Bioquímica	Centro de Estudios Fotosintéticos y Bioquímicos - UNR
6	La sustentabilidad de la agricultura pampeana: ¿oportunidad o pesadilla? <i>Ciencia Hoy</i> . Vol.11, Nº 62, Abril / Mayo 2001, pp. 38-51.	Ernesto F. Viglizzo Aníbal J. Pordomingo Mónica G. Castro Fabían A. Lértora	Ingenieros Agrónomos	INTA-CONICET INTA Dir. de Ecología, La Pampa UNLPam
7	Cartas de Lectores. Alimentos Transgénicos. <i>Ciencia Hoy</i> , Vol. 11, Nº 64, Agosto/septiembre 2001. p. 10.	Norma Giarracca Miguel Teubal	Socióloga Economista	Grupo de Estudios Rurales-UBA Grupo de Estudios Rurales-UBA
8	Sobre organismos transgénicos. Asuntos económicos y éticos. <i>Ciencia Hoy</i> , Vol. 12, Nº 67, Diciembre/Enero 2003, pp. 56-61.	a. Liliana Iriarte b. Roberto Cittadini	Especialista en Comercialización y Políticas Sociólogo y Dr. en Desarrollo Rural	Facultad de Ciencias Agrarias. UNMDP-INTA Balcarce
9	Impacto ambiental de los cultivos transgénicos. <i>Ciencia Hoy</i> , Vol. 13, Nº 75, Junio - Julio 2003, pp. 26-36.	Mónica Poverene Miguel Cantamutto	Ingenieros Agrónomos	Departamento de Agronomía-UNS
10	La nueva agricultura y los cultivos transgénicos en la prensa <i>Ciencia Hoy</i> , Vol.15, Nº 87, Junio/Julio 2005., p. 7.	a. Elsa Camadro b. Alejandro Mentaberry	Ing. Agrónoma Dr. en Química	Facultad de Ciencias Agrarias de la UNMDP INGEBI-CONICET. FCEN-UBA
11	Los cambios de la agricultura Argentina y sus consecuencias. <i>Ciencia Hoy</i> , Vol.15, Nº 87, Junio/Julio 2005., pp. 6-12. Subnota: La visión de los productores. <i>Ciencia Hoy</i> , Vol.15, Nº 87, Junio/Julio 2005., pp. 8-9.	Martín Oesterheld a. Fernando Pacín b. Gustavo Grobocopatel c. Jorge Romagnoli	Ingeniero agrónomo Asesor de Productores Empresario Empresario	Facultad de Agronomía UBA CREA Los Grobo S.A. Presidente de

				AAPRESID
12	La expansión agrícola y los cambios en el uso del suelo. <i>Ciencia Hoy</i> , Vol 15, Nº 87, Junio-Julio 2005, pp. 14-23.	a. José Paruelo Juan Guerschman Santiago Verón b. Ricardo Grau Ignacio Gasparri T. Mitchell Aide	Biólogos Dr. en Geografía Ingeniero Forestal Dr. en Biología	Facultad de Agronomía UBA Fac. de Cs. Ns. de la UNT Univ. Nac. de La Plata Universidad de Puerto Rico
13	Cambios tecnológicos en la agricultura actual. <i>Ciencia Hoy</i> , Vol 15, Nº 87, Junio-Julio 2005, pp. 24-31. Subnota: Cultivos obtenidos por ingeniería genética. <i>Ciencia Hoy</i> , Vol 15, Nº 87, Junio-Julio 2005, pp. 26-27.	Emilio Satorre a. Esteban Hopp	Ingeniero agrónomo Dr. en Ciencias Biológicas	Facultad de Agronomía UBA INTA
14	Modernización agrícola y nuevos actores sociales. <i>Ciencia Hoy</i> , Vol. 15, Nº 87, Junio/Julio 2005, pp. 32-36.	Martín Piñeiro Federico Villarreal	Dr. en Economía Agraria Lic. en Economía Agraria	Grupo CEO Fac. de Filosofía y Letras UBA
15	Consecuencias de los recientes cambios agrícolas. <i>Ciencia Hoy</i> , Vol.15., Nº 87, Junio/Julio 2005, pp. 37 a 45.	M. Alejandra Martínez Ghera Claudio M. Ghera	Dra. Cs. del Ambiente Ingeniero agrónomo	Fac. de Agronomía UBA – CONICET
16	Consecuencias económicas de la transformación agrícola. <i>Ciencia Hoy</i> , Vol.15, Nº 87, Junio/Julio 2005, pp. 46-51.	Eduardo Trigo	Dr. en Economía agrícola	Grupo CEO
17	Efectos sociales de los cambios en la agricultura. <i>Ciencia Hoy</i> , Vol. 15, Nº 87, Junio/Julio 2005, pp. 52-61. Subnota: Alimentos genéticamente modificados y salud humana: ¿la comida Frankenstein? <i>Ciencia Hoy</i> , Vol. 15, Nº 87, Junio/Julio 2005, pp. 54-55.	Carlos Reboratti a. Ciencia Hoy	Licenciado en Geografía	Fac. de Agronomía UBA – CONICET
18	Ciencia y sociedad. <i>Ciencia Hoy</i> , Vol. 15, Nº 90, Diciembre 2005- Enero 2006, pp. 10-11.	Editorial		
19	La transformación del campo argentino. <i>Ciencia Hoy</i> , Vol. 18, Nº 106, 2008, pp. 6-15.	Roberto Oscar Bisang	Master en Economía	UNGS
20	Agricultura y biodiversidad. <i>Ciencia Hoy</i> , Vol 18, Nº 106, 2008, pp. 27-35.	F. Weyland S. Poggio C. Ghera	Biólogo Ingeniero agrónomo Ingeniero agrónomo	Fac. de Agronomía UBA – CONICET
21	Glifosato, cómo se toman las decisiones y se informa al público. <i>Ciencia Hoy</i> , Vol 19, Nº 112, Agosto 2009. pp: 4-5.	Editorial		
22	Conocimientos e insumos en la agricultura moderna.	Diego O. Ferraro	Dr. en Cs. Agropecuarias	Fac. de Agronomía UBA – CONICET

<i>Ciencia Hoy</i> , Vol 21, Nº 122, 2011. pp.17-22.	Florencia Rositano	Ingeniera Agrónoma	
--	--------------------	--------------------	--

2.1.1. Metáforas

El análisis de las metáforas aporta importantes claves para comprender los procesos de construcción social del conocimiento científico y tecnológico, ya que permiten explorar las complejas interacciones entre este tipo de conocimiento, otros campos del saber, la cultura y la sociedad (Lizcano, 2006). En cuanto al “origen” de las metáforas, es un aspecto complejo de establecer, ya que frecuentemente son “tomadas prestadas” de ámbitos y disciplinas diversos, por lo que en ese intercambio se refuerzan, se deforman, e incluso se las confunde con la realidad misma, hasta que terminan por “naturalizarse”, de forma tal que operan como poderosas lentes que orientan las percepciones y concepciones acerca del mundo en el imaginario social. En los casos más extremos es olvidado su carácter metafórico, naturalizándose. Presentes en diferentes tipos de discursos, las metáforas también modelan las representaciones acerca de la ciencia y de los científicos. Y son también instituciones sociales cuya doble actividad –instuyente (metáforas vivas) e instituida (metáforas naturalizadas)- nos permite acceder a través de un análisis crítico, a los presupuestos, intereses, estrategias, conflictos sociales y culturales de los grupos que las construyen o las utilizan (Lizcano, 1999).

En nuestro análisis nos hemos centrado en la búsqueda de metáforas siguiendo las categorías propuestas por Liakopoulos (2002). Notablemente, de todas las categorías propuestas por dicho autor, en los artículos analizados sólo se han reconocido las correspondientes a las referidas a la noción de “progreso”. Respecto al análisis cuantitativo, los resultados son sintetizados en la **Tabla 2** y muestran dos conclusiones de relevancia: a) una importante presencia de metáforas relativas al “progreso” en los discursos (23 referencias en total); y b) la amplia distribución de estas metáforas en gran parte de los artículos analizados (50 %).

Tabla 2. Cuantificación de las metáforas y estrategias argumentativas presentes en los artículos analizados ¹

	Artículos y citas	Total
Metáforas		
Progreso	3 (1), 4 (2), 11b (1), 11c (2), 13 (2), 13a (1), 14 (1), 15 (4), 16 (4), 17 (1), 19 (4)	11 (23)
Estrategias argumentativas		
Promesas	1 (3), 3 (3), 4 (2), 5 (1), 9 (1), 11b (1), 12a (1), 13a (3), 17 (1), 18 (1), 19 (1)	11 (18)
Beneficios sin conflicto	1 (1), 3 (2), 4 (2), 5 (1), 13a (1), 17 (1), 19 (1)	7 (9)
Reconocimiento del conflicto	12 (1), 12a (1), 17 (2), 18 (1), 21 (1)	5 (6)
Negación de la incertidumbre y del riesgo	4 (9), 9 (1), 11 (1), 13a (1), 15 (3), 17a (3)	6 (18)
Reconocimiento del riesgo	3 (1), 7 (1)	2 (2)
Trascendencia/ Neutralidad/autoridad del conocimiento CyT	2 (2), 3 (2), 4 (3), 8a (3), 10 (3), 10a (1), 11 (1), 11b (1), 12 (3), 12a (2), 13 (1), 18 (1), 21 (4), 22 (2)	14 (29)
Visión economicista de la relación hombre –naturaleza/ determinismo tecnológico	6 (2), 12a (2), 13 (2), 13a (4), 15 (1), 16 (1), 17 (2), 19 (2), 20 (2), 22 (2)	10 (20)
Reconocimiento de la complejidad/ falta de estudios de la relación hombre –naturaleza	6 (1), 20 (2)	2 (3)
Descalificación de la postura crítica y/o de quienes la sostienen	4 (3), 7 (1), 8a (1), 10 (1), 10a (1), 11 (3), 17 (3)	7 (13)
Reclamo de intervención del Estado	4 (2), 8a (1), 11 (1)	3 (4)
Reconocimiento de la necesidad de participación de la ciudadanía	4 (1)	1 (1)
Mención a los pueblos originarios como actores	17 (1)	1 (1)
Mención al exterminio de los pueblos originarios como factor de progreso	15 (1)	1 (1)

Veamos algunos de los ejemplos correspondientes a esta categoría:

¹ Entre paréntesis figuran la cantidad de citas para cada caso. Entre paréntesis figuran la cantidad de citas para cada caso.

“Será necesario resolver los problemas mundiales de hambre y pobreza (...) A fin de enfrentar estos retos, será necesario disponer de nuevos conocimientos derivados del avance científico ininterrumpido, el desarrollo de nuevas tecnologías adecuadas y una amplia difusión de los conocimientos y tecnologías así como la capacidad de utilizarlos en todo el mundo” (Artículo 3: 20).

O bien:

“En la segunda mitad del siglo XX se produjeron avances tecnológicos que permitieron revertir la situación, tanto mediante el desarrollo de variedades híbridas de cultivos como por el control de las malezas y por la potencia y capacidad de la maquinaria para cultivar el suelo” (Artículo 15: 40).

En estos casos, las metáforas empleadas parecen remitir a la imagen de un proceso incesante e irrefrenable de constante mejora, que se vendría a responder a supuestas demandas sociales. Asimismo, las metáforas referidas al progreso también aluden al avance tecno-científico: “Las innovaciones tecnológicas de los últimos años, incluida la siembra directa, han permitido el avance de las fronteras productivas” (Artículo 11 c: 9). O bien: “La ingeniería genética permite superar esta barrera y transferir genes horizontalmente” (Artículo 13 a: 26). En estos casos es frecuente la presencia de imágenes tales como la de “barreras” o “fronteras” que son continuamente desafiadas y superadas gracias a los avances de la ciencia y la tecnología. A su vez, vinculadas a la idea de progreso se presentan las metáforas referidas a promesas:

“La primera ola de OGMs liberada al mercado... tiene ciertas características agronómicas, como resistencia a plagas, enfermedades y herbicidas. La segunda, aun no disponible comercialmente, beneficiará más a los consumidores que a los productores. (...) Esta segunda ola, más que apuntar a que se disponga de más cantidad de comida, se propone alimentar más saludablemente (...) La tercera procuraría conseguir efectos medicinales y ambientales (biorremediación y fitorremediación)” (Artículo 13a: 27).

O bien: “La siguiente generación de productos transgénicos, que se halla actualmente en etapa de desarrollo, estará orientada a explotar otros nichos económicos y promete beneficios más directos para los consumidores” (Artículo 4: 29). Sin dudas, la predominancia de las metáforas de “progreso” debe ser considerada en términos más generales. Así, la ausencia de metáforas correspondientes a las otras categorías señaladas por Liakopoulos (2002), exceptuando aquellas que hacen referencia a “promesas”, puede interpretarse como un emergente del carácter del discurso asumido en la propia línea editorial de la revista de *Ciencia Hoy*, en la medida en que esta línea pareciera intentar reproducir el tipo de lenguaje que la comunidad científica utiliza en las propias revistas especializadas (*journals*).

2.1.2. Estrategias argumentativas

Posteriormente, se realizó una indagación de las principales estrategias argumentativas presentes en los artículos analizados (véase la **Tabla 2** para los resultados generales). Una de las principales estrategias reconocidas, tiene que ver

con el modo de caracterizar los conflictos relativos a la implementación de los OGM en Argentina. En este sentido, es muy interesante reconocer cómo las categorías “beneficios sin conflicto” y “reconocimiento del conflicto” agrupan expresiones que reflejan dos miradas contrapuestas del problema: la de una tecno-ciencia cuyos efectos son homogéneos y necesariamente positivos para toda la humanidad en contraste con la imagen de la existencia de conflictos de intereses entre los actores involucrados, dada la desigual distribución de “bienes y males” de los impactos de los desarrollos tecno-científicos. Un ejemplo del primer caso es: “Llamativamente, la investigación biomédica y la biología humana parecen haber ignorado el avance espectacular que el uso de la biología molecular trajo en todo el mundo a muchas áreas de esos campos” (Artículo 1: 11). En contraste, “todo cambio productivo tiene un efecto social, planificado o espontáneo, buscado o sorpresivo, directo o indirecto, positivo o negativo, de diferente valor según la posición de quien lo mire” (Artículo 17: 52). O bien: “es decir la percepción de los inconvenientes y las bondades del proceso varía según los grupos sociales o de interés que se consideren” (Artículo 12: 22).

A su vez, el par “negación de la incertidumbre y del riesgo” / “reconocimiento del riesgo” sugiere una estrategia que parece desestimar o negar posibles daños potenciales, en contraste con aquellas que incorporan estos aspectos o advierten acerca de sus alcances. En cuanto a la negación del riesgo, encontramos expresiones tales como: “Millones de personas están consumiendo plantas transgénicas desde hace más de cinco años sin que se haya reportado hasta ahora ningún efecto nocivo” (Artículo 10 b: 31). O bien: “La composición de las plantas transgénicas introducidas en la agricultura ha sido analizada exhaustivamente y es tan apta para el consumo como la de su equivalentes no transgénicas” (Artículo 10 b: 33).

En un sentido complementario, la negación de la incertidumbre asociada a esta tecnología se manifiesta en expresiones tales como: “OGM no conlleva riesgo por ser tal, si bien podría tenerlo por el transgén específico que tenga incorporado” (Artículo 13 a: 27). Así como: “La transgénesis representa un cambio radical respecto del cruzamiento tradicional, ya que se apoya en el conocimiento previo de los genes a introducir y en la predictibilidad de los efectos que se procuran obtener” (Artículo 10 b: 24). O bien: “Afortunadamente, un transgén es una construcción genética exhaustivamente estudiada; se conoce de antemano su expresión y su diseño molecular, lo que proporciona importantes pistas acerca de las funciones que podría afectar en su nuevo huésped” (Artículo 9: 37). Asimismo, aun aceptando la existencia de riesgo, se acuñan expresiones que apuntan a su desestimación tales como: “en todo caso, la incidencia real de estos riesgos está muy lejos de obligar a la consideración de un abandono de los cultivos OGMs” (Artículo 13 a: 27).

En contraste, en dos artículos encontramos expresiones que asumen o advierten acerca de los posibles riesgos: “Deben hacerse esfuerzos concentrados y organizados para investigar los posibles efectos ambientales (tanto positivos como negativos) de las tecnologías MG (...) comprándolos con los causados por las tecnologías agrícolas ordinarias en uso” (Artículo 3: 21). Del mismo modo:

“El mismo desarrollo económico y social, provocado en gran medida por los avances del conocimiento, trae repercusiones ambientales como la contaminación y el cambio climático, cuyas consecuencias para las generaciones futuras se necesita tomar en serio, aunque sean poco menos que imprevisibles” (Artículo 7: 10).

A su vez, la categoría “trascendencia/neutralidad/autoridad del conocimiento CyT” se refiere a aquellas estrategias que parecen asumir al conocimiento científico o a la racionalidad científica como un saber o como un método universal, neutral y objetivo, situado por sobre cualquier otro saber, constituyendo una verdad inobjetable, de modo que no puede ser interpelado por otras lógicas u otros saberes erigiéndose, en consecuencia, como autoridad. A modo de ejemplo: “La tarea del científico y del técnico es proporcionar evidencias y análisis que permitan iluminar y hacer más racional el debate eminentemente político entre esos grupos; requerido para tomar las decisiones colectivas del caso” (Artículo 12: 22). Asimismo: “El desafío de la ciencia es producir información de calidad y procesarla de manera objetiva para transferirla a la sociedad” (Artículo 12 a: 17).

Respecto a la relación entre las sociedades y la naturaleza, situamos dos grupos de estrategias que representan miradas alternativas: una claramente antropocéntrica, que agrupa la “visión economicista” en la que la rentabilidad aparece como el valor virtuoso, junto a la idea del “determinismo tecnológico” que concibe al avance inexorable de la tecno-ciencia como motor de la apropiación del mundo natural por el hombre. En contraste con esta imagen, una visión alternativa “reconoce la complejidad” de los vínculos hombre-naturaleza para evaluar los impactos de la tecno-ciencia y plantea “la necesidad de más estudios” sobre estos vínculos. Algunos ejemplos de la visión economicista son: “Tucumán ha deforestado toda su selva pedemontana y gran parte de su ambiente chaqueño, con claros beneficios económicos” (Artículo 12: 17). O bien: “La búsqueda de alternativas para reducir costos de producción y aumentar la productividad —otra vez, cambio tecnológico— resulta el camino obligado para aumentar los ingresos del sector” (Artículo 16: 46). Así como: “Tal avance de la agricultura sobre el bosque y la ganadería difícilmente se detenga, a menos que el bosque adquiera valor como tal” (Artículo 16: 51). O bien: “La mayor productividad de los recursos productivos es necesaria para sostener o aumentar la rentabilidad de las explotaciones y diluir los costos fijos en una mayor producción por unidad de superficie” (Artículo 13: 31). Y: “en realidad hace más de medio siglo que la región pampeana viene expulsando (para seguir con el uso de este término algo melodramático) población rural, por los sucesivos pasos de modernización y de la producción agropecuaria” (Artículo 17: 56).

La mirada que asume la complejidad de los vínculos en los agro-ecosistemas se refleja en expresiones tales como: “La información disponible más verosímil indica que la agricultura y la biodiversidad están relacionadas de manera compleja con la vida humana y con los ecosistemas naturales” (Artículo 8: 28). A su vez:

“Diversas preguntas vienen a la mente cuando se reflexiona sobre la sustentabilidad de la agricultura pampeana. ¿Cómo estaba antes y cómo está hoy en materia ambiental? ¿Qué tendencias se advierten? ¿Cuáles son los problemas más graves y las zonas más críticas? ¿Qué se debe hacer? Ninguna de esas preguntas tiene hoy respuesta sencilla, porque hay poca información confiable en la que sustentarla” (Artículo 6: 39).

En cuanto a los ejes más claramente políticos de esta problemática se destacan algunos ítems significativos. Por ejemplo, en relación con la desarticulación de un potencial debate social se presenta un grupo de metáforas e imágenes que apuntan a la “descalificación de la postura crítica y/o de quienes la sostienen”, frecuentemente vinculada con el rol de autoridad que se asigna a la ciencia: “Las campañas de los

grupos ecológicos fundamentalistas, particularmente europeos, sobre los presuntos riesgos inherentes a los nuevos cultivos, no guardan relación alguna con la realidad” (Artículo 4: 31). A su vez: “Los oponentes de los cultivos transgénicos no esgrimen argumentos de base científica seria, sino que explotan la ignorancia del público suscitando dudas e interrogantes que en muchos casos han sido ya resueltos por años de experimentación” (Artículo 4: 31).

En relación con el debate en el ámbito de las políticas públicas se identifican expresiones referidas a “la ausencia” o la “presencia” del Estado. En el mismo sentido, la “necesidad de participación ciudadana” también es omitida o destacada en el discurso de distintos autores. Las siguientes expresiones reflejan el rechazo (en el primer caso) o bien el reclamo (en los otros dos) de la participación activa del Estado en la promoción y/o regulación del modelo productivo: “Habría que reconocer que los productores pampeanos tienen derecho (y tendencia) a actuar inteligentemente y no como simples marionetas de un sistema superior” (Artículo 17: 56). A su vez: “Por incapacidad o por ignorancia, las elites políticas y económicas de la Argentina parecen suponer que los cambios tecnológicos llegarán espontáneamente desde afuera, y que lo único que se puede hacer localmente es esperarlos de forma pasiva” (Artículo 4:34). A su vez: “El estado formó parte de este contexto; no fue el motor de esta transformación. Su ausencia es una conclusión importante” (Artículo 11: 12).

En lo referido al rol de la ciudadanía, sólo se hace referencia a ella en una editorial empleando expresiones tales como:

“Si se pasa revista a los ejemplos citados, se concluirá que entre nosotros las decisiones que se tomaron u omitieron fueron producto más de presiones políticas o del cabildeo de grupos de interés que de una reflexión serena y madura sobre los riesgos y beneficios. Pero ¿es posible tal reflexión en circunstancias en que el público y los políticos están en la oscuridad sobre las bases científicas y tecnológicas de las cuestiones?” (Artículo 2: 9).

Finalmente, el reconocimiento de la “presencia o ausencia de los pueblos originarios” entendidos como actores, cuyos territorios en muchos casos han sido desplazados o apropiados por el actual modelo de producción agropecuaria basado en OGM, ha sido analizada en el discurso de los especialistas como un aspecto relevante. Sólo dos artículos hacen referencia a este tema asumiendo posturas contrastantes. En el primer caso, presentándolos despectivamente como un obstáculo para el progreso, en el segundo reconociéndolos como actores de un conflicto en el que se enfrentan dos modelos productivos, dos diferentes tipos de vínculos con la naturaleza: “Coincidentemente, en la región pampeana, la gradual desaparición de los latifundios, la eliminación de los malones y la fuerte inmigración europea, crearon las condiciones...”, “Se intensificó entonces el uso de la tierra y se extendió la agricultura” (Artículo 15: 38). Del mismo modo:

“(…) pequeños productores criollos e indígenas enfrentados con grandes empresas. Ambos compiten por el mismo espacio con fines diferentes. En un caso se trata de economías de subsistencia, de muy pequeña escala y con fuerte apoyo en la recolección de recursos naturales del monte; en el otro se trata de economías capitalistas para las cuales el bosque es un obstáculo” (Artículo 17: 58).

Aunque en ninguno de los artículos hace referencia a los derechos de las comunidades originarias sobre sus territorios avasallados, cabe mencionar una de las citas, cuya metáfora está expresada justamente mediante la propuesta de otra metáfora: “La expansión de la soja en el noroeste se ha transformado en una metáfora del conflicto entre dos países diferentes, que parecen no poder convivir” (Artículo 17: 58).

Los resultados del análisis cuantitativo de las estrategias argumentativas son presentados en la **Tabla 2**. El análisis muestra que la categoría más representada fue la correspondiente a trascendencia/neutralidad/autoridad del conocimiento CyT, con 29 referencias distribuidas en el 64% de los artículos. Otras de las categorías frecuentes fue la de “promesas”, que con 18 referencias estuvo presente en el 50% de los artículos. Respecto a la problemática del riesgo y la incertidumbre, se observaron 20 referencias vinculadas con la negación/desestimación en el 27% de los artículos, mientras que se identificaron sólo 2 referencias advirtiendo sobre la necesidad de abordar éstos ítems, presentes en el 9% de la muestra analizada. Respecto a la categoría relación hombre-naturaleza, las imágenes vinculadas con la visión economicista cuentan con 20 citas que abarcan el 45% de los artículos, mientras que la postura alternativa, que sugiere/advierte acerca de la complejidad de ese vínculo sólo cuenta con 3 citas, presentes en el 9% de los trabajos analizados. Las metáforas o expresiones que descalifican la postura crítica del modelo o de algunos de sus aspectos, cuentan con 13 representaciones, en el 32% de los artículos. Por otro lado, sólo se observaron 4 referencias vinculadas con el reclamo de intervención de las políticas públicas presentes en 3 artículos (14%) y una única cita referida a la necesidad de una mayor participación ciudadana. Respecto a la presencia/ausencia de los pueblos originarios como actores de esta problemática se encontraron sólo dos referencias: una que los identifica como un factor de conflicto y otra que los menciona indirectamente, refiriéndose a su exterminio como un factor de progreso. No se observaron referencias que hagan mención al avasallamiento de los derechos de las comunidades originarias que están siendo desplazadas de sus territorios.

2.2. El discurso tecno-científico, metáforas, estrategias argumentativas y la legitimación social

Luego del análisis realizado, cabe ahora presentar una reflexión relativa a la estrategia de legitimidad del discurso tecno-científico en el ámbito social. Al respecto, nos detendremos en tres aspectos: la tecnología como “estrategia de salvación de la humanidad”, la “fluctuación” ética y la consideración de una ausencia total de efectos perniciosos de los OGM.

2.2.1. La tecnología como “estrategia de salvación de la humanidad”

En principio, este aspecto se basa tanto en las metáforas dadas en términos de progreso como en las estrategias argumentativas que incluyen elementos “trascendentes”. Una de las promesas en términos sociales que se presentan, se relaciona con el modo en que los OGM fueron presentados por empresarios, políticos y científicos de diferentes países como una vía para “resolver” los problemas del hambre y como estrategia para mejorar la calidad de la alimentación y de la salud humana a escala global. El discurso de los especialistas en biotecnología en Argentina parece reproducir dicha idea, presentando a los OGM como inherentemente progresivos, asumiendo y reforzando la noción de que esta tecnología representa un bien en sí mismo. Tal como hemos visto, en el proceso de introducción, consolidación y expansión del modelo de agricultura industrial basado en el cultivo de OGM en el escenario latinoamericano, y más aun en el de la Argentina, esta “promesa” social está

fuertemente representada. Independientemente de que no se haya cumplido, es interesante observar cómo fue instalada la noción de que el uso de esta tecnología tiene implicancias necesariamente positivas. En este sentido, en un informe realizado por una comisión del CONICET constituida *ad hoc* por dicho organismo a partir de las denuncias de los efectos del glifosato –herbicida asociado al paquete tecnológico de la Soja Transgénica RR- realizadas por el Dr. Andrés Carrasco, se afirma, por ejemplo, que los recursos biotecnológicos “permiten el avance de la ciencia para beneficiar la calidad de la vida humana a través de la mayor y mejor producción de alimentos” (Informe CONICET, 2009).² Desde esta postura, el origen y la expansión de los OGM se explican no sólo como una vía beneficiosa sino, incluso, como una estrategia necesaria a ser adoptada a los fines de cubrir los requerimientos alimenticios poblacionales. Así, esta “necesidad” parece imponerse como resultado de la naturalización de los procesos de “avance” tecnológico. De todos modos, es evidente que la noción de “necesidad” merece y necesita ser revisada a los fines de comprender el fenómeno de los OGM, aún cuando no podamos realizarlo aquí por problemas de espacio.

2.2.2. *Relación con la dimensión ética*

Otro de los aspectos que surgen del análisis anterior, se relaciona con la propuesta de un bien inherente a los OGM. ¿A qué nos referimos? A que en términos generales, reproduciendo determinados valores de cierta ingenuidad heredados del positivismo, en un primer sentido, el posicionamiento de quienes exponen este discurso parece reproducir la imagen del tecno-científico como mero descriptor del mundo, una especie de “espejo” cuyo rol es el de “reflejar” lo que acaece. Así, los positivistas lógicos trazaron una férrea línea divisoria entre ciencia y valores (Echeverría, 2003). A propósito, resulta pertinente recordar las palabras de Marcuse: “La cuantificación de la naturaleza, que llevó a su explicación en términos de estructuras matemáticas, separó a la realidad de todos sus fines, inherentes, y consecuentemente separó lo verdadero de lo bueno, la ciencia de la ética” (Marcuse, 1968: 163).

En el contexto actual la invocada neutralidad de la tecno-ciencia encubre que los presupuestos teóricos, los propósitos y los usos de sus desarrollos son aspectos íntimamente vinculados entre sí e imposibles de ser distinguidos, de modo que las consecuencias sociales y los aspectos éticos de los mismos, no pueden ser soslayados o confinados exclusivamente a sus aplicaciones. De este modo, “[la] *praxis* es éticamente problemática. Las cuestiones éticas se sitúan hoy en el nivel de la investigación llamada básica, debido a que el proyecto del saber es hacer y poder” (Hottois, 1999: 28). En el caso de los OGM, los discursos tecno-científicos parecen haber asumido la neutralidad ética y política. Por ejemplo, Camadro (2005) refiriéndose al carácter neutral de la tecnología OGM y atribuyendo cualquier daño potencial exclusivamente a uso incorrecto, plantea: “A mi entender, la publicación creó confusión porque mezcla dos conceptos en este análisis: la tecnología y su uso” (Artículo 10 a: 7; véase la **Tabla 1**).

Es muy interesante cómo este aspecto habitualmente adjudicado a las investigaciones “básicas”, se aplica aquí también a prácticas tecno-científicas. De este modo, parece asumirse que “la neutralidad esencial de la ciencia, se extiende también a la técnica. La máquina es indiferente a los usos sociales que se hagan de ella, en tanto esos usos estén dentro de sus capacidades técnicas” (Marcuse, 1968: 171). Esta tensión entre la neutralidad -tanto ética como política- y el carácter positivo *per se* que se atribuye a este desarrollo tecno-científico parece constituir un marco que explícita o tácitamente estructura los discursos de los especialistas locales acerca de los OGM.

² CONICET: Consejo Nacional de Investigaciones Científicas y Tecnológicas de la Argentina.

2.2.3. La confianza del no-daño y del beneficio generalizado

El tercer y último aspecto que nos interesa marcar es la confianza en que los OGM no generarán efectos negativos y que, a su vez, los efectos beneficiosos terminarán por incidir sobre toda la sociedad. Esto representa un aspecto que no debe ser soslayado y que se hace presente incluso frente a la falta de conocimiento. Por ejemplo, frente a la supuesta inocuidad de los alimentos derivados, un reconocido biotecnólogo de Argentina se refiere a la ausencia de evidencia científica sobre los riesgos o efectos imprevistos señalando que: “Los argumentos esgrimidos sobre sus riesgos presuntos o reales no suponen problemas cualitativamente nuevos respecto de otros alimentos y vienen siendo adecuadamente respondidos mediante experimentación con los instrumentos y métodos corrientemente disponibles” (Mentaberry, 2003). De este modo, es asumido *a priori* el denominado “principio de equivalencia sustancial”, criterio fuertemente cuestionado en la literatura científica (Millstone, 1999). En general, aun en los casos en que se admita la necesidad de realizar más investigaciones (tal como en el mencionado informe del CONICET acerca de los efectos del glifosato), no se contempla la posibilidad de detener las aplicaciones tecnológicas, lo cual resultaría pertinente conforme a lo previsto por el “principio precautorio”.³

Esta confianza incluso logra invertir la lógica del ‘principio precautorio’, esto es: que se debe demostrar que las aplicaciones de esta tecnología causan efectivamente algún tipo de daño. En relación con este punto, cabe recordar que las investigaciones disponibles y que actualmente se encuentran orientadas a evaluar los potenciales impactos de esta tecnología son particularmente escasas, siendo gran parte de las realizadas hasta el momento, mayoritariamente diseñadas y solventadas por las propias empresas que la producen y comercializan. Por su parte, las investigaciones independientes sobre los OGM o sobre los químicos asociados a su uso han generado grandes controversias y fuertes resistencias (tales son los casos de las investigaciones de Pusztai en Gran Bretaña, Sérallini y Bellé en Francia, Carrasco en Argentina, entre otros). En relación con este problema, diversos autores han destacado la necesidad de la regulación pública de la ciencia y la tecnología, y la democratización de los procesos de toma de decisiones en cuestiones concernientes a las políticas científico-tecnológicas (Carpenter, 1997; Fiorino, 1990; López Cerezo y Luján, 2000; Nelkin, 1984, 1987; Olivé, 2007; Winner, 1979, 1987; Wynne, 1992, entre otros).

Apuntes finales

En este trabajo, hemos intentado reconocer y analizar algunos elementos presentes en el discurso de los especialistas, que atañen a la búsqueda de “legitimidad” en la práctica tecno-científica en el caso de los OGM en Argentina. Así, respecto a los aspectos epistemológicos, es interesante remarcar que la base científica que opera “fundamentando” dicho discurso, asume una reducción de las teorías consideradas en el campo de la biología a aquellas correspondientes a la genética, y en particular a la genética molecular, relegando o soslayando aquellas correspondientes a los niveles superiores. En relación con este aspecto, es fundamental interrogarse acerca del alcance de los problemas que deben ser analizados, es decir, si la comprensión de los potenciales efectos en el mundo biológico involucrados en esta tecnología sólo atañe a las disciplinas propias de los niveles inferiores. Por otro lado, hemos señalado que esta postura propicia una cierta “invisibilidad” en cuanto a los pilares teóricos

³ Constitución Nacional de la Nación Argentina. Artículo 41º, Ley General de Ambiente, 25.675. El “principio precautorio” es entendido como la obligación de suspender o cancelar actividades que amenacen el medio ambiente pese a que no existan suficientes pruebas científicas.

involucrados, presentándolos como los únicos posibles para el desarrollo exitoso tanto de la práctica científica como de la tecnológica.

En relación con la otra dimensión analizada -esto es, los aspectos sociales presentes en el discurso de los especialistas en biotecnología acerca de los OGM-, las referencias analizadas en la revista *Ciencia Hoy* en cuanto a la relación entre tecnología y sociedad revelan en su mayor parte una imagen en que la evolución tecnológica posee un curso inexorable en que el desarrollo lineal y regido por leyes internas conduce a una eficiencia técnica creciente y necesariamente progresiva. En este mismo sentido, respecto al mundo natural, la tecnología es concebida como una fuerza externa que se rige por sus propias reglas y que, independiente de la sociedad, impacta sobre ella. Históricamente, esta concepción corresponde al llamado “modelo lineal de innovación” -punto de vista que aparece con toda claridad en el informe de Vannevar Bush, *Science. The Endless Frontier*, el cual se erigió como un “nuevo contrato social” para la ciencia al finalizar la Segunda Guerra Mundial. Este modo particular de entender las relaciones entre ciencia, tecnología y sociedad establece una secuencia que va desde la generación de conocimiento científico básico hasta el bienestar social “pasando” por la innovación tecnológica y el aumento de la producción. En esta relación unidireccional, la tecnología no puede estar sujeta a ningún tipo de selección o valoración, ya que debido a su relación subsidiaria con la ciencia, al igual que ésta es neutral y su inevitable desarrollo hará incuestionable su avance.

En contraste con este modelo, desarrollos teóricos en el campo de la sociología y la epistemología de la ciencia y la tecnología han cuestionado la postura que concibe a la tecnología como una expresión terminal de ciencia aplicada. En particular, de acuerdo con el análisis que realiza Staudenmaier (1985) desde el campo de la historiografía de la tecnología, la tecnología modifica los conceptos científicos, utiliza datos problemáticos diferentes a los de la ciencia, y en muchos casos se sustenta en un conocimiento específico que depende de desarrollos y habilidades técnicas que tienen su propia lógica. Estos argumentos no niegan que exista relación entre la ciencia y la tecnología, sino que cuestionan el tipo de relación que expresa el modelo lineal de innovación. Así se asume la existencia de vínculos más complejos e intrincados donde el conocimiento científico y el tecnológico se articulan en escenarios particulares en los que intervienen valores y circunstancias políticas, económicas y sociales. En cada ámbito de desarrollo tecnológico particular, la combinación de estos factores puede variar substancialmente. En el caso de los OGM, la inextricable relación ciencia-tecnología remite claramente a la definición de tecno-ciencia referida previamente (Hottois, 1999).

Por otro lado se asignan a la tecno-ciencia “propiedades” y “valores” -tales como su neutralidad o su carácter intrínsecamente benéfico- que revelan una concepción acerca de la naturaleza de la ciencia y del llamado progreso científico y tecnológico que los actuales estudios sociales de la ciencia y la tecnología cuestionan profundamente. Como parte de la corriente crítica que reconsidera las relaciones entre la ciencia, la tecnología y la sociedad, algunos autores enfatizan la necesidad de reconocer el vínculo existente entre dos esferas consideradas habitualmente separadas: la esfera de la representación científica de la naturaleza y la de los intereses políticos. Shapin y Shaffer (2005), por ejemplo, plantean que: “las soluciones al problema del conocimiento están incorporadas a las soluciones prácticas dadas al problema del orden social, y que diferentes soluciones prácticas al problema del orden social involucran soluciones prácticas distintas al problema del conocimiento” (p. 44). Así, la manera de concebir el modo de construir conocimiento se relaciona con el modo en que planteamos el fundamento de la política y el orden social pero a su vez

las cuestiones prácticas, involucran un determinado modo de posicionarse frente a los problemas gnoseológicos. La no neutralidad de la ciencia y la tecnología, el reconocimiento de su condición de cuerpos de conocimientos socialmente construidos, contextualizados histórica, social y culturalmente, sujetos a controversias, conflictos de intereses e incertidumbres, es actualmente una mirada convergente que convoca a diversas corrientes críticas de epistemólogos, historiadores de la ciencia y especialistas en estudios del campo CTS (Ciencia, Tecnología y Sociedad) (López Cerezo, 1998; Olivé, 2007).

Notablemente, en el caso del discurso acerca de los OGM en Argentina, los aspectos ético-políticos son desestimados aun en la esfera práctica, delegando este ámbito a los denominados “decididores”, quienes a través de resoluciones particulares dan o no curso a las prácticas tecnológicas (Heler, 1998). Esta mirada no sólo desalienta la necesidad de implementar evaluaciones en diferentes escalas temporales y espaciales previas a su aplicación, seguimiento y control, sino que también bloquea la posibilidad de un análisis crítico acerca de las ventajas, los costos sociales y los riesgos potenciales asumidos al adoptar esta tecnología. En última instancia, desdibuja la legitimidad de decidir socialmente la conveniencia o inconveniencia de adoptarla. Esta manera de presentar el problema se relaciona directamente con un enfoque conocido como “determinismo tecnológico” postura que pareciera constituir otro de los supuestos básicos en los que se sustenta el discurso de los especialistas en torno al desarrollo y expansión de los OGM. Este enfoque teórico, en su versión extrema denominada “determinismo tecnológico fuerte”, considera que la base técnica de la sociedad determina la existencia social, como sostenía Marx: “Adquiriendo nuevas fuerzas productivas, los hombres cambian de modo de producción, y al cambiar el modo de producción, la manera de ganarse la vida, cambian todas sus relaciones sociales. El molino movido a brazo nos da la sociedad del señor feudal; el molino de vapor la sociedad del capitalista industrial” (Marx 1987 (1847): 68). Este escenario refuerza la idea del desarrollo lineal y progresivo de una ciencia neutral, que en sus versiones aplicadas conduce inexorablemente al avance tecnológico, el cual siempre es entendido como una fuerza transformadora inherentemente positiva.

Sin embargo, diferentes actores y conflictos sociales expresan señales de malestar y disenso que cuestionan estos supuestos. A pesar de la pretendida “necesidad” de los OGM, se erige una actitud de desconfianza y desencanto frente a la tecno-ciencia, vinculada a sentimientos de desposesión que muchos de estos desarrollos han generado en la sociedad (Pestre, 2003). A quince años de la introducción de OGM en las prácticas agronómicas, este desencanto es asumido, incluso, en el discurso de *Nature*, una de las revistas científicas estadounidenses que más han bregado por las bondades de esta tecnología. En una editorial del 2010 se afirma:

“Los granos GM son una parte importante de la agricultura sostenible pero no son la panacea para el mundo hambriento más allá de muchas aseveraciones en contrario de sus defensores (...) En la práctica la primer generación de granos GM ha sido largamente irrelevante para los países pobres. Exagerar sus beneficios sólo puede incrementar la desconfianza pública sobre los OGM, tal como lo muestra la preocupación sobre la percepción de privatización y monopolización de la agricultura focalizado en la ganancia (...) Ni la ciencia ni la tecnología por sí mismas son panacea para la solución del hambre. Es la pobreza, no la falta de producción de alimentos, la causa del hambre” (2010: 531-532).

Por cierto, las soluciones alternativas propuestas desde esta revista se orientan al desarrollo de nuevas y más sofisticadas respuestas tecnológicas. Desde otra perspectiva, que apunta a la democratización y a la reapropiación social de la ciencia y la tecnología, esta situación plantea la “necesidad” de trabajar socialmente, de modo amplio y continuo sobre los procesos de decisión, control, seguimiento y evaluación de las elecciones científicas y tecnológicas, así como en la explicitación y definición de los espacios y responsabilidades que deben asumir en este contexto, no sólo la comunidad académica, sino también los funcionarios y gestores de los organismos de ciencia y tecnología, y la sociedad civil.

En este escenario se pone de manifiesto la imperiosa necesidad de recuperar el análisis crítico de los enfoques teóricos mencionados, a los fines de evitar la cristalización y la naturalización de una conceptualización de la biología en extremo reduccionista e ingenua, que opera como legitimador epistemológico de posturas sesgadas que, tal como hemos desarrollado, deben ser reconsideradas desde un abordaje plural tomando en cuenta su complejidad. Y a su vez ello se relaciona con el estilo divulgativo propio de los problemas tecno-científicos. La progresiva especialización del conocimiento científico ha reforzado el papel del experto y su autoridad a la hora de filtrar los detalles que “deben” ser comunicados o divulgados a las diferentes audiencias. Según Hilgartner (1990), vivimos en un mundo sometido a la *dominant view* de la divulgación, en el que por paradójico que parezca, la divulgación diseñada por los expertos (“desde arriba”) ha eliminado poco a poco la sabiduría popular sobre la naturaleza (“desde abajo”) y ha alejado a una buena parte de la sociedad del conocimiento científico, a pesar de los ambiciosos proyectos de divulgación contemporáneos. Por último, se plantea la necesidad de deconstruir la idea de una tecno-ciencia idealizada que “avanza” a gran velocidad y en base a mecanismos de acción ajenos a la reflexión ético-política sin posibilidad de medir las consecuencias de sus impactos, evidenciándose las modificaciones y desplazamientos que generan sus intervenciones completamente a destiempo (Beck, 1994). Por todo ello, creemos que, en vistas de democratizar el debate social, resulta crucial contribuir a lograr cierta “visibilidad” de las controversias relativas a los aspectos teóricos, políticos y éticos involucrados en esta temática, cuestionando el carácter “necesario” que adoptan estos ejes en la versión hegemónica del discurso de los especialistas. En este marco, la innegable tendencia a la uniformización de estructuras de producción de conocimientos, a través de la sumisión a las reglas del mercado, plantea como desafío y como política prioritaria la recuperación de la pluralidad y heterogeneidad en la investigación científica, la inversión pública en investigación independiente y la urgente reflexión sobre la dimensión ético-política de estos temas, cuyo destino no puede quedar exclusivamente bajo las decisiones de expertos y tecnólogos, ya que sus consecuencias afectan a toda la sociedad.

Bibliografía

ALBERTS, B.; BRAY, D.; LEWIS, J.; RAFF, M.; ROBERTS, K. y WATSON, J. D. (1996): *Biología molecular de la célula*, Barcelona, Ediciones Omega.

ARTHUR, W. (1997): *The Origin of Animal Body Plans: A Study in Evolutionary Developmental Biology*, Cambridge, Cambridge University Press.

BECK, U. (1994): *La sociedad del riesgo. Hacia una nueva modernidad*, Barcelona, Paidós.

BERGEL, S. (1999): "Las variedades transgénicas y el principio de precaución", Cátedra de Bioética de la UNESCO, Comunicación en Seminario Internacional "Biotecnología y Sociedad", 16 y 17-11-1999, Facultad de Derecho, Universidad Nacional de Buenos Aires, Argentina.

BIALY, H. (2005): *Oncogenes, Aneuploidía y SIDA. Peter H. Duesberg: Su vida científica y sus tiempos*, México D. F., Universidad Nacional Autónoma de México UNAM.

BUNGE, M. (1961): "La metafísica, epistemología y metodología de los niveles", en L.L. Whyte, A.G. Wilson y D. Wilson (eds.): *Las estructuras jerárquicas*, Madrid, Alianza Editorial, pp. 33-46.

BUNGE, M. (2004): *Emergencia y convergencia*, Barcelona, Gedisa Editorial.

BUSH, V. (1945): *The Endless Frontier. A report to the president on a Program for Postwar scientific research*, National Science Foundation.

CAMADRO, E. L. (2005): "La nueva agricultura y los cultivos transgénicos en la prensa", *Ciencia Hoy*, vol. 14, p. 7.

CARPENTER, S. R. (1997): "Philosophical Issues in Technology Assessment", *Philosophy of Science*, vol. 44, pp. 574-593.

CONICET. (2009): "Evaluación de la información científica vinculada al glifosato en su incidencia sobre la salud humana y el ambiente", Comisión Nacional de Investigación en Agroquímicos, Consejo Científico Interdisciplinario.

DI PASQUO, F. y FOLGUERA, G. (2009): "Tres dimensiones del reduccionismo en el contexto de la Teoría Metabólica Ecológica", *Principia. An International Journal of Epistemology*, vol. 13, pp. 51-65.

ECHEVERRÍA, J. (2003): "Science, technology, and values: towards an axiological analysis of techno-scientific activity", *Technology in society*, vol. 25, pp. 205-215.

Editorial (2001): "Editorial", *Ciencia Hoy*, vol. 11, pp. 9-10.

Editorial (2010): "Editorial", *Nature*, vol. 466, pp. 531-532.

EBLE, G. J. (2005): *Morphological Modularity and Macroevolution: Conceptual and Empirical Aspect en Modularity Understanding the Development and Evolution of Natural Complex Systems*, Cambridge, The MIT Press.

FEIBLEMAN, J. K. (1965): "The integrative levels in nature", en B. Kyle (ed.): *Focus on Information & Communication*, Londres, ASLIB, pp. 27-41.

FIORINO, D. J. (1990): "Citizen Participation and Environmental Risk: A Survey of Institutional Mechanisms", *Science, Technology, and Human Values*, vol. 15, pp. 226-243.

FOLGUERA, G. (2008): "La genética y su predominio disciplinar dentro de la Teoría Sintética" en H. Faas y H. Severgnini (eds.): *Epistemología e Historia de la Ciencia Vol. 14*, Córdoba, Centro de Investigaciones de la Facultad de Filosofía y Humanidades de la Universidad Nacional de Córdoba, pp. 206-211.

FOLGUERA, G. y DI PASQUO, F. (2008): “La relación disciplinar entre la genética de poblaciones y la paleontología en el marco de la teoría sintética de la evolución”, *Episteme. Revista Brasileira de Filosofía e História das Ciências*, vol. 28, pp. 47-69.

FOLGUERA, G. (2010): “La relación entre microevolución y macroevolución desde la síntesis biológica: entre las diferencias y las similitudes”, *Filosofía e História da Biologia*, vol. 5, pp. 277-294.

FOX KELLER, E. (1995): *Lenguaje y vida. Metáforas de la biología en el siglo XX*, Buenos Aires, Editorial Manantial.

GHISELIN, M. T. (1980): “The failure of morphology to assimilate Darwinism” en E. Mayr y W. B. Provine (eds.): *The Evolutionary Synthesis: Perspectives on the Unification of Biology*, Cambridge, Harvard University Press, pp. 180-193.

GOLDSTEIN, D. J. (1982): *Biotecnología, universidad y política*, México D.F., Siglo XXI.

GRIFFITHS, P. (2008): Philosophy of biology, ed. E. Zalta., *The Stanford Encyclopedia of Philosophy (Fall 2008 Edition)*, URL = [<http://plato.stanford.edu/archives/fall2008/entries/biology-philosophy/>](http://plato.stanford.edu/archives/fall2008/entries/biology-philosophy/).

HANAHAN D. y WEINBERG, R. A. (2000): [“The hallmarks of cancer”](#), *Cell*, vol. 100, pp. 57-70.

HELER, M. (1998): *Ética y ciencia: la responsabilidad del martillo*, Buenos Aires, Biblos.

HILGARTNER, S. (1990): “The dominant view of popularization: conceptual problems, political issues”, *Social Studies of Science*, vol. 20, pp. 519-539.

HOTTOIS, G. (1999): *El paradigma bioético. Una ética para la tecnociencia*, Barcelona, Editorial Anthropos.

LELAS, S. (2000): *Science and Modernity. Towards an Integral Theory of Science*, Dordrecht, Kluwer academic Publishers.

LEWONTIN, R. (2000): *El sueño del genoma humano*, Editorial Paidós, Barcelona.

LIAKOPOULOS, M. (2002): “Pandora’s Box or panacea? Using metaphors to create the public representations of biotechnology”, *Public Understanding of Science*, vol. 11, pp. 5-32.

LIZCANO, E. (1999): “La metáfora como analizador social”, *Empiria*, vol. 2, pp. 29-60.

LIZCANO, E. (2006): *Metáforas que nos piensan. Sobre ciencia, democracia y otras poderosas ficciones*, Madrid, Ediciones Bajo Cero.

LOMBARDI, O. (2002): “¿Es la mecánica clásica una teoría determinista?”, *Theoria. Revista de Teoría, Historia y Fundamentos de la Ciencia*, vol. 17, pp. 5-34.

LÓPEZ CERREZO, J. A. y LUJÁN, J. L. (2000): *Ciencia y política del riesgo*, Madrid, Editorial Alianza.

LÓPEZ CERREZO, J. A. (1998): "Ciencia, tecnología y sociedad: el estado de la cuestión en Europa y Estados Unidos", *Revista Iberoamericana de Educación*, vol. 18, pp. 41-68.

LOVE, A. C. (2010): "Rethinking the structure of evolutionary theory for an extended synthesis", en M. Pigliucci y G. B. Müller (eds): *Evolution. The Extended Synthesis*, Cambridge, The MIT Press, pp. 403-441.

MARCOS, A. (2005): Coloquio Internacional de Filosofía Política de la Ciencia y la Tecnología. En: "La filosofía política de la ciencia y el principio de precaución." UNAM / México D.F.

MARCUSE, H. (1968): *El hombre unidimensional. Ensayo sobre la ideología de la sociedad industrial avanzada*, México D.F., Editorial Joaquín Mortiz.

MARX, K. (1970): *Miseria de la Filosofía. Respuesta a la Filosofía de la Miseria de P. J Proudhon*, Primera Edición 1847, México D.F., Siglo XXI.

MENTABERRY, A. (2005): "La nueva agricultura y los cultivos transgénicos en la prensa", *Ciencia Hoy*, vol. 14, p. 7.

MENTABERRY, A. (29-7-2004): "Transgénicos: no son más riesgosos", *La Nación*.

MENTABERRY, A. (23-7-2003): "Los transgénicos no son inseguros", *Clarín*.

MESELSON, M. y STAHL, F. W. (1958): "The replication of DNA in *Escherichia Coli*", *Proceedings of the National Academy of Sciences USA*, vol. 44, pp. 671-682.

MILSUM, J. H. (1978): *La base jerárquica de los sistemas vivientes. Tendencia en la teoría general de los sistemas*, Madrid, Alianza Editorial.

MILLSTONE, E.; BRUNNER, E. y MAYER, S. (1999): "Beyond Substantial Equivalence", *Nature*, vol. 401, pp. 525-526.

NIINILUOTO, I. (1997): "Ciencia frente a Tecnología: ¿Diferencia o Identidad?", *Arbor*, vol. 620, pp. 285-299.

NELKIN, D. (1984): "Science and Technology Policy and the Democratic Process" en J. C. Petersen (ed.): *Citizen participation in science policy*, Amherst, University of Massachusetts Press, pp. 18-39.

NELKIN, D. (1987): *La ciencia en el escaparate*, Madrid, Fundesco.

NURSE, P. (2000): "[Life, logic and information](#)", *Nature*, vol. [454](#), pp. [424-426](#).

OLIVÉ, L. (2007): *La ciencia y la tecnología en la sociedad del conocimiento. Ética, política y epistemología*, México D.F., Editorial Fondo de Cultura Económica.

PAGANELLI, A.; GNAZZO, V.; ACOSTA, H.; LÓPEZ, S. L. y CARRASCO, A. E. (2010): "Glyphosatebased herbicides produce teratogenic effects on vertebrates by impairing retinoic acid signalling". *Chemical research in Toxicology*

<http://pubs.acs.org/doi/abs/10.1021/tx1001749>

PATTEE, H. H. (1976): *El problema de la jerarquía biológica. Hacia una biológica teórica*, Madrid, Alianza Editorial.

PERMINGEAT, H. y MARGARIT, E. (2005): "Impacto ambiental de los cultivos genéticamente modificados: el caso de maíz BT", *Revista de investigación de la Facultad de Ciencias Agrarias*, vol. 7, pp. 33-44.

PESTRE, D. (2003): *Ciencia, dinero y política*, Buenos Aires, Ediciones Nueva Visión.
POVERENE, M. M. y CANTAMUTTO, M. A. (2003): "Impacto ambiental de los cultivos transgénicos", *Ciencia Hoy*, vol. 13, pp. 26-37.

PROVINE, W. B. (1986): *Sewall Wright and Evolutionary Biology*, Chicago, University of Chicago Press.

PUTNAM, H. (1988): *Razón, verdad e historia*, Madrid, Tecnos.

QUIST, D. y CHAPELA, I. H. (2001): "Transgenic DNA introgressed into traditional maize landraces in Oaxaca, Mexico", *Nature*, vol. 414, pp. 541-543.

RODRÍGUEZ ALCÁZAR, F. J. (2009): "Ciencia, tecnología y sociedad en el mundo contemporáneo", *Archivos filosóficos del sur*, vol. 1, pp. 107-139.

SALTHER, S. N. (1985): *Evolving Hierarchical Systems. Their Structure and Representation*, Nueva York, Columbia University Press.

SHAPIN, S. y SCHAFFER, S. (2005): *El Leviathan y la bomba de vacío*, Buenos Aires, Edición Universidad Nacional de Quilmes.

STAUDENMAIER, J. M. (1985): *Technology's storytellers: reweaving the human fabric*, Cambridge, MIT Press.

THULLIER, P. (1985): "Cómo nació la biología molecular", En: *Biología molecular*, Buenos Aires, Hyspamérica.

VV.AA. (2002a): "Systems Biology", *Science*, vol. 295, pp. 1661-1682.

VV.AA. (2002b): "The Puzzle of Complex Diseases", *Science*, vol. 296, pp. 685-703.

WADDINGTON, C. H. (1957): *The Strategy of the Genes. A Discussion of Some Aspects of Theoretical Biology*, Londres, George Allen & Unwin.

WILSON, R. A. (2003): "Pluralism, Entwinement, and The Levels of Selection", *Philosophy of Science*, vol. 70, pp. 531-552.

WINNER, L. (1979): *Tecnología autónoma*, Barcelona, Editorial Gustavo Gili.

WINNER, L. (1987): *La ballena y el reactor*, Barcelona, Editorial Gedisa.

WRAY, G. A. (2010): "Integrating genomics into evolutionary theory", en M. Pigliucci y G. B. Müller (eds.): *Evolution. The Extended Synthesis*, Cambridge, The MIT Press, pp. 97-116.

WYNNE, B. (1992): "Uncertainty and Environmental Learning", *Global Environmental Change*, vol. 2, pp. 111-127.