



UNIVERSIDAD NACIONAL AUTÓNOMA DE MÉXICO

POSGRADO EN FILOSOFÍA DE LA CIENCIA

CAMPO DE CONOCIMIENTO: ESTUDIOS FILOSÓFICOS Y SOCIALES SOBRE CIENCIA Y TECNOLOGÍA

**BIOCULTURA E INCLUSIÓN EPISTÉMICA Y SOCIAL. ELEMENTOS PARA UNA EVALUACIÓN RESPONSABLE DEL SISTEMA TECNOCIENTÍFICO DE PRODUCCIÓN DE MAÍZ TRANSGÉNICO EN MÉXICO**

TESIS

QUE PARA OPTAR POR EL GRADO DE  
MAESTRA EN FILOSOFÍA DE LA CIENCIA

PRESENTA:

MARÍA ELENA MONDRAGÓN TINTOR

TUTOR

DR. LEÓN OLIVÉ MORETT

INSTITUTO DE INVESTIGACIONES FILOSÓFICAS

UNAM

MÉXICO, CIUDAD DE MÉXICO, ABRIL 2017



Universidad Nacional  
Autónoma de México

Dirección General de Bibliotecas de la UNAM

**Biblioteca Central**



**UNAM – Dirección General de Bibliotecas**  
**Tesis Digitales**  
**Restricciones de uso**

**DERECHOS RESERVADOS ©**  
**PROHIBIDA SU REPRODUCCIÓN TOTAL O PARCIAL**

Todo el material contenido en esta tesis esta protegido por la Ley Federal del Derecho de Autor (LFDA) de los Estados Unidos Mexicanos (México).

El uso de imágenes, fragmentos de videos, y demás material que sea objeto de protección de los derechos de autor, será exclusivamente para fines educativos e informativos y deberá citar la fuente donde la obtuvo mencionando el autor o autores. Cualquier uso distinto como el lucro, reproducción, edición o modificación, será perseguido y sancionado por el respectivo titular de los Derechos de Autor.

*"La mejor defensa de la ciencia bajo los ataques reaccionarios es insistir en una ciencia para el pueblo."*

Richard Levins

*"Un país es su pueblo —pasado, presente y futuro— y toda decisión debe comenzar por allí, por su existencia y por sus necesidades."*

Oscar Varsavsky

*A mi hermana Ale, por la fortaleza de su espíritu.*

## AGRADECIMIENTOS

Esta tesis si bien es producto de un esfuerzo personal muy grande, también es resultado del apoyo de innumerables personas que de diferente manera, han contribuido a mi aprendizaje académico y personal.

Mi eterna gratitud a mis papás, Hilda y José, de quienes he recibido su apoyo en todo momento y etapa de mi vida. A Ale, a mi tío Nando y a mis padrinos Delia y Sergio, a este último por mostrarme que las compañías más significativas trascienden a la materialidad del cuerpo. Agradezco también al resto de los miembros de mi familia. A cada uno de ellos, gracias por enseñarme del trabajo en equipo, del amor y de la solidaridad.

Agradezco infinitamente a Jorge, con quien el tiempo siempre se detiene a través de un mar de historias, cuyos significados avivan la construcción de un tiempo en el que los sueños conjuntos, nuestros y de muchos otros, se vuelvan grandes realidades. Gracias a ti por ser un increíble compañero.

A mi tutor, el Dr. León Olivé por su apoyo académico desde que comencé mis estudios de maestría. Agradezco también a cada uno de los miembros del jurado quienes amablemente revisaron este trabajo: Dr. Jorge Linares, Dra. Adriana Murguía, Dra. Amanda Gálvez, Dra. Mónica Gómez y Dra. Elena Álvarez, a esta última en especial porque su esfuerzo por una ciencia comprometida con la sociedad, ha sido motivo de gran admiración personal.

A los pueblos de América Latina, cuya presencia se ha enmarcado dentro de una constante lucha, en la que día a día se disputan el sentido de la vida en medio de reveses y dificultades. A ellos, gracias por mostrarnos que no basta con vivir sino que es fundamental la realización de una vida digna, de un *Buen Vivir*. Todos ellos son fuente de admiración y aprendizaje y sus principios contribuyen también a la conformación de mi pensamiento.

Finalmente, agradezco el apoyo económico otorgado por el Consejo Nacional de Ciencia y Tecnología (CONACYT) en el periodo de agosto de 2013 a julio de 2015.

## ÍNDICE

INTRODUCCIÓN .....	7
1. La revolución biotecnológica y el inicio de las plantas transgénicas.....	8
2. Antecedentes del maíz transgénico en México.....	10
3. Objetivos y estructura de la tesis.....	13

### CAPÍTULO 1

#### MAÍZ TRANSGÉNICO EN MÉXICO: UNA CONTROVERSI A TECNOCIENTÍFICA

1.1 Introducción.....	18
1.2. La tecnociencia como nuevo fenómeno social de la ciencia y la tecnología.....	19
1.3 Los sistemas tecnocientíficos .....	23
1.3.1 La axiología de la tecnociencia .....	24
1.3.2 Las prácticas tecnocientíficas.....	26
1.4. Maíz transgénico en México: una controversia tecnocientífica .....	30
1.4.1. Actores y prácticas plurales dentro de la controversia .....	38

### CAPÍTULO 2

#### BIOCULTURA Y TECNOCIENCIA

2.1 Introducción.....	46
2.2 ¿Qué se entiende por biocultura? .....	49
2.3 Maíz: biodiversidad culturalmente creada .....	50
2.3.1 México, Centro de Origen y Diversificación Genética del maíz .....	50
2.4 Las bases epistémicas del sistema tecnocientífico y del sistema biocultural.....	54
2.4.1 Tecnociencia y reduccionismo.....	54
2.4.2 Biocultura y complejidad.....	59
2.5 Tensión axiológica .....	64
2.5.1 Homogeneidad y diversidad.....	64
2.5.2 Conocimiento público y conocimiento privado .....	67

2.6 Sobre el conflicto entre las prácticas tecnocientíficas y bioculturales.....	71
--	----

### CAPÍTULO 3

#### UNA EVALUACIÓN RESPONSABLE DEL SISTEMA TECNOCIENTÍFICO DE MAÍZ TRANSGÉNICO EN MÉXICO

3.1 Introducción.....	77
3.2 ¿Por qué es necesaria la evaluación del sistema tecnocientífico de maíz transgénico? .....	78
3.3 Hacia una evaluación responsable del maíz transgénico en México.....	84
3.3.1 La política de la diferencia y la ética de la otredad.....	84
3.3.2 Consideraciones en torno a la participación ciudadana.....	87
3.3.3 Participación ciudadana y aprendizaje social.....	96
CONCLUSIONES .....	102
GLOSARIO .....	108
BIBLIOGRAFÍA.....	112

## INTRODUCCIÓN

La relación entre ciencia, tecnología y sociedad ha adquirido en las últimas décadas un carácter novedoso, complejo e incluso conflictivo, particularmente después de la Segunda Guerra Mundial que marcó el diseño y uso de la bomba atómica, como el ejemplo paradigmático de las consecuencias lamentables que pueden producir los desarrollos científicos y tecnológicos *descontrolados*.

Es claro que el quehacer de la ciencia ha generado conocimiento provechoso para comprender la realidad y, así, dar solución a numerosos problemas en beneficio de la sociedad. No obstante, el desarrollo de los sistemas científicos y tecnológicos también ha traído consigo riesgos e incertidumbres cada vez de mayor magnitud y alcance. A través de la ciencia y la tecnología el humano no sólo ha tenido la capacidad de transformar el mundo natural, sino también la propia realidad social. Particularmente, hoy en día el creciente desarrollo de la biotecnología moderna ha puesto sobre la mesa nuevas preguntas sobre los alcances de la ciencia y la tecnología, la relación de éstas con el humano, y de éste con su medio natural.

Siendo así, este trabajo se encuentra motivado por las conflictivas relaciones sociales que han configurado el escenario de expansión de la biotecnología moderna de diseño de plantas transgénicas, concretamente, me referiré al caso del maíz transgénico en México. Comenzaré este trabajo exponiendo el inicio de las plantas transgénicas dentro de la denominada revolución biotecnológica. Posteriormente,

realizaré un breve repaso sobre los antecedentes del maíz genéticamente modificado en México. Lo anterior, con el fin de situar el comienzo de la controversia mexicana bajo su contexto social nacional. Después de ello, se presentarán la tesis y los objetivos del presente trabajo.

## **1. LA REVOLUCIÓN BIOTECNOLÓGICA Y EL INICIO DE LAS PLANTAS TRANSGÉNICAS**

La primera planta transgénica fue diseñada en mayo de 1983 por un grupo de investigadores de la Universidad de Gante en Bélgica, cuando desarrollaron un método para introducir fragmentos de ADN a células vegetales a fin de lograr su transformación genética (Herrera Estrella *et al.*, 1983). Por la importancia que significó el diseño de plantas transgénicas, no sólo para el conocimiento de las ciencias naturales sino también por sus implicaciones sociales, se suele representar su aparición como el inicio de una revolución biotecnológica (Arellano & Hall, 2012: 206). Si bien la biotecnología forma parte de las sociedades desde tiempos remotos, el referirse a ella con el término *revolución* es porque, a partir del descubrimiento de la estructura molecular del ácido desoxirribonucleico (ADN) en 1953, surgió todo un nuevo campo de investigación que permitió comenzar la manipulación del material genético de los seres vivos: la ingeniería genética. Ésta, como elemento fundamental de la biotecnología moderna posibilitó la obtención de los organismos genéticamente modificados (OGM). Si bien tal hecho transformó profundamente la práctica científica, también trajo consigo múltiples dilemas éticos para la humanidad (Massieu Trigo, 2009: 237).

La aplicación a gran escala derivada del conocimiento sobre la modificación genética de células vegetales no se hizo esperar y, diez años después de la publicación de Herrera Estrella *et al.* (1983), comenzaron los primeros cultivos comerciales de plantas transgénicas en Estados Unidos. Diversos países fueron adoptando esta tecnología en su sistema agrícola y para el año 2012, ya se habían sembrado 170 millones de hectáreas de varios cultivos genéticamente modificados, siendo los principales países Brasil, Argentina, Canadá, India y Estado Unidos. Éste último es hoy el principal productor mundial de plantas modificadas genéticamente. El 90% del total de sus siembras corresponden a cultivos genéticamente modificados de algodón, maíz y soya (GM Crops: Promise and reality. A Nature special issue).

La principal promesa con que se anunció el desarrollo e implementación a gran escala de los cultivos de OGM fue, desde hace 30 años, la de alimentar de manera sustentable a la población mundial. Los argumentos a favor del uso de OGM en la agricultura versan en torno a su contribución para preservar la flora, la fauna y el agua resultado del uso economizado de plaguicidas, a la vez que se mejoran los rendimientos de producción. El impulso hacia estos cultivos los sitúa como elementos indispensables para el mejoramiento de la agricultura, debido a que hay quienes consideran que ofrecen mayores beneficios respecto a las técnicas de la agricultura convencional. Apoyarlos y estimular su uso, se llega a señalar, es apoyar a la "buena" ciencia (GM Crops: Promise and reality. A Nature special issue).

Sin embargo, todas las aseveraciones anteriores han sido puestas en duda por distintos grupos de científicos, agricultores y gobiernos en diversas partes del mundo. En diferentes países de Europa y algunos de América Latina como Ecuador, se ha

preferido evitar la producción de OGM en los sistemas agrícolas, debido a que se considera que éstos no presentan mayores ventajas con respecto a la agricultura convencional. De esta manera, el diseño e implementación de los cultivos OGM se ha enmarcado en un debate sumamente controvertido alrededor del mundo, dentro del cual, se discute si efectivamente se cumplen los beneficios con los que tales cultivos son anunciados, así como los riesgos derivados de su implementación. En relación a estos últimos se encuentran los peligros a la salud humana, los perjuicios al ambiente por la aparición de malezas resistentes a herbicidas altamente tóxicos, las consecuencias de sembrar en regiones que son centro de origen y los efectos sociales de patentar las semillas modificadas genéticamente. Asimismo, se han presentado reflexiones éticas en las que se discute, por ejemplo, el derecho de los consumidores a decidir si desean o no comer alimentos modificados genéticamente.

## **2. ANTECEDENTES DEL MAÍZ TRANSGÉNICO EN MÉXICO**

En México después de que en 1988 se presentara la primera solicitud para importar y liberar en el campo tomate genéticamente modificado, se planteó la necesidad de formar un grupo de expertos encargados de la toma de decisiones sobre futuras solicitudes para la liberación de plantas genéticamente modificadas, dando lugar en 1992 a la formación del Comité Nacional de Bioseguridad Agrícola (CNBA) (Carro-Ripalda *et al.*, 2014). Posteriormente, en el año 2000 el CNBA se reorganizó para crear la Comisión Intersecretarial de Bioseguridad de los Organismos Genéticamente Modificados (CIBIOGEM), como órgano mexicano a cargo de coordinar las políticas

relativas a la bioseguridad por el uso de los OGM. En el año 2003 entró en vigor el Protocolo de Cartagena sobre seguridad de la biotecnología, que México firmó en el año 2000 y ratificó en 2002.

Bajo este contexto normativo, en el año 2001, una investigación publicada por la revista *Nature* reveló la presencia de transgenes en maíz nativo de comunidades de la Sierra Norte de Oaxaca (Quist & Chapela, 2001). Esta publicación marcó un hito en el debate mexicano (Carro-Ripalda *et al.*, 2014) ya que puso en evidencia la viabilidad del flujo génico entre variedades transgénicas y nativas, a pesar de la moratoria impuesta como medida preventiva en 1998. La controversia desatada a raíz de este artículo será retomada más adelante en el desarrollo de esta tesis.

Más adelante, en el 2005 se emitió por el Congreso de la Unión y con el apoyo del Comité de Biotecnología de la Academia Mexicana de Ciencias (AMC), la Ley de Bioseguridad de Organismos Genéticamente Modificados (LBOGM) como una decisión nacional en el cumplimiento de compromisos adquiridos al ser Parte del Protocolo de Cartagena. La LBOGM está vigente en la actualidad y en su artículo primero indica que tiene por objeto la regulación de la utilización confinada; la liberación experimental, piloto y comercial; la comercialización, importación y exportación de OGM, a fin de prevenir o reducir los impactos negativos al medio ambiente, a la diversidad biológica, a la salud humana, así como a la sanidad animal, vegetal y acuícola (LBOGM, 2005).

En el 2006 se creó la Unión de Científicos Comprometidos con la Sociedad (UCCS), organización conformada por científicos independientes de diferentes disciplinas, tanto de las ciencias naturales como de las sociales y quienes, desde entonces hasta la fecha, se han mostrado como actores críticos sobre la liberación de

maíz transgénico en México, realizando distintos foros y publicaciones sobre los riesgos de su siembra. La UCCS difundió una carta dirigida al presidente Enrique Peña Nieto en el año 2014, mediante la que se hace un pronunciamiento en contra de la introducción de maíz genéticamente modificado en México, por los posibles riesgos que acarrea tal hecho. Esta carta cuenta con más de 88000 firmas provenientes de científicos de distintas disciplinas, así como de la sociedad civil (UCCS, 2014).

A partir del 2009, después de implementar el Régimen de Protección Especial del Maíz, se reiniciaron las liberaciones al ambiente de maíz transgénico en territorio mexicano en fase experimental y piloto<sup>1</sup>. En el año 2012, se aprobó un Acuerdo sobre lo Centros de Origen y Biodiversidad Genética del Maíz, en el cual se establece la permisión de siembra de maíz genéticamente modificado en áreas de ocho estados del norte del país, por considerarlas zonas que no son centro de origen del maíz (Carro-Ripalda *et al.*, 2014).

En 2012 se presentó la Red Nacional de Laboratorios de Detección, Identificación y Cuantificación de Organismos Genéticamente Modificados (RNLD-OGM). La RNLD-OGM lleva a cabo actividades de análisis de OGM, las cuales sirven de apoyo a las autoridades para tomar decisiones enfocadas en la bioseguridad a fin de disminuir los riesgos por el uso de OGM. La RNLD-OGM fue formada por instrucción de la CIBIOGEM, y está integrada por laboratorios especializados pertenecientes a

---

<sup>1</sup> De acuerdo al Art. 3, fracciones XVI, XVII y XVIII de la LBOGM, la liberación al ambiente de un OGM se da en tres etapas: experimental, piloto y comercial. La experimental constituye la primera evaluación a campo abierto de un cultivo GM, en ella se adoptan medidas de contención y es exclusivamente para fines experimentales. La fase piloto es la segunda etapa de evaluación de un OGM y se lleva a cabo con o sin medidas de contención. La tercera fase de liberación es la comercial, ésta corresponde con la introducción intencional de un OGM al ambiente sin recurrir a medidas de contención y cuyo fin es realizar una producción comercial u otro distinto al de las fases anteriores (LBOGM, 2005).

diferentes centros de investigación e instituciones públicas nacionales (CIBIOGEM, 2014).

Finalmente, desde el año 2013 y hasta la actualidad se tiene suspendido el cultivo de maíz transgénico en territorio mexicano por una demanda impulsada por un grupo de ciudadanos (Demanda colectiva maíz, 2015).

### **3. OBJETIVOS Y ESTRUCTURA DE LA TESIS**

A lo largo del periodo de tiempo señalado en el apartado anterior, la controversia en torno a la liberación al ambiente de maíz transgénico en México se ha intensificado notoriamente. Reducir la controversia a cuestiones de daños a la salud o una supuesta desinformación del público sin formación científica, simplifica en extremo la discusión y, por consiguiente, el análisis de los problemas y las propuestas a ellos. Ante esta situación, situar la polémica desde la perspectiva de la *tecnociencia* permite ampliar la mirada y la complejidad de los horizontes bajo los cuales esta problemática puede ser abordada.

Desde la filosofía de la ciencia y los estudios sociales de la ciencia se ha propuesto el término *tecnociencia* para comprender los objetivos, consecuencias y procedimientos de los proyectos tecnocientíficos. Más adelante se verá que la *tecnociencia* se caracteriza por primar el financiamiento privado, una interdependencia entre ciencia y tecnología, vincular la investigación científico-tecnológica con intereses comerciales para cumplir con el objetivo principal de producir innovaciones redituables dentro de un mercado, subordinando de esta

manera los valores epistémicos de la actividad científica a intereses económicos, políticos e incluso militares, la interconexión entre centros de investigación por medio de las tecnologías de la información y la comunicación, y la pluralidad de agentes sociales en el desarrollo y evaluación de los proyectos tecnocientíficos. Debido a todas estas razones, el desarrollo y expansión de la tecnociencia ha sido fuente de numerosos conflictos en diferentes esferas sociales (Linares, 2008: 374- 377).

Al respecto, la biotecnología moderna de plantas transgénicas constituye una de las tecnociencias con mayor relevancia actual. En la nación mexicana la aceptación de maíz genéticamente modificado es un tema sumamente polémico por las dudas respecto a su valor social y ambiental, así como por los medios bajo los que se ha pretendido introducir en el país. Es importante decir que México, en virtud de ser centro de origen y diversificación del maíz, presenta un paisaje social y *biocultural* particular que hace que el análisis sobre la liberación de maíz transgénico, deba ser llevado en términos distintos de los presentados en países productores de maíz genéticamente modificado como lo es Estados Unidos, donde las semillas se compran anualmente en vez de ser guardadas para futuros ciclos agrícolas, como sí sucede en el contexto agrícola tradicional mexicano .

Ante todo ello, la pregunta central que guiará este proyecto de investigación es la siguiente: ¿por qué es necesario desarrollar mecanismos de evaluación social del sistema tecnocientífico de maíz transgénico acordes a las particularidades sociales y culturales del contexto mexicano? De esta pregunta inicial se desprenden las siguientes: ¿bajo qué supuestos epistémicos, políticos y éticos se debe presentar la

mencionada evaluación? y ¿por qué la biotecnología de producción de maíz genéticamente modificado es una tecnociencia que resulta problemática para México?

La tesis que defiendo es que el diseño y uso de maíz transgénico conforma un sistema tecnocientífico configurado en la primacía de valores económicos comerciales y epistemológicos reduccionistas, que al implementarse en México dan lugar a una tensión epistémica y axiológica con aspectos sociales y culturales asociados al contexto mexicano. Este sistema se apoya en políticas regulatorias con supuestos tecnocráticos que favorecen decisiones sesgadas e instituyen formas de exclusión social al soslayar la participación de diversos sectores de la ciudadanía. Esta situación impide el desarrollo de estrategias genuinas para el fomento de una evaluación social de los riesgos y los beneficios del maíz transgénico, y finalmente, obstaculiza la decisión democrática sobre si México necesita o no, maíz transgénico en su sistema agrícola.

Bajo este panorama el principal propósito que orienta esta investigación es, a partir de comprender la polémica mexicana del maíz transgénico como una controversia tecnocientífica de la que emanan conflictos epistémicos, axiológicos y políticos, proponer los elementos de una evaluación social y epistémicamente inclusiva basada en la participación activa de la ciudadanía, y sensible a las particularidades de México como país centro de origen y diversificación del maíz.

Para cumplir con el objetivo principal de esta tesis, en el capítulo uno se comenzará estudiando el concepto *tecnociencia* de acuerdo a lo propuesto por Javier Echeverría en *La Revolución Tecnocientífica*. Se identificarán las características que definen a un sistema tecnocientífico y, posteriormente, se ahondará en las

particularidades que permiten identificar al maíz transgénico en México como un producto del referido sistema. La finalidad aquí será caracterizar el debate mexicano como una controversia tecnocientífica.

En el segundo capítulo presentaré al maíz en México como un bien con valor social y cultural. Retomaré el concepto *biocultura* con la intención de comprender las relaciones naturaleza-sociedad como parte de un proceso histórico que dio origen a las razas y variedades de maíz que persisten hasta el día de hoy. Asimismo, argumentaré que las tensiones entre tecnociencia y biocultura se expresan, por un lado desde el punto de vista epistémico, entre el reduccionismo genético de la biología molecular y las prácticas de los conocimientos tradicionales basadas en el reconocimiento de aspectos ambientales que implican mayor complejidad, y por el otro desde una perspectiva axiológica, entre la homogeneidad y la diversidad, así como entre lo público y lo privado.

Finalmente, en el capítulo tres sostendré que actualmente la evaluación y regulación del maíz transgénico en México se justifica en una estructura de poder tecnocrática que por principio subvalora todo aspecto que no provenga del ámbito de la ciencia. Por consiguiente, el esquema tecnocrático excluye a diferentes grupos sociales (algunos de ellos con conocimiento no académico relevante al problema de interés), minimiza las influencias sociopolíticas y opaca los conflictos persistentes que demandan una regulación social del sistema tecnocientífico del maíz transgénico. En virtud de dichos problemas, la propuesta que elaboraré estará basada en la *diferencia* y la *otredad*, como los supuestos políticos y éticos que permitan desarrollar una evaluación del maíz genéticamente modificado, basada en el reconocimiento de

mecanismos de participación, tanto formales como informales, para tomar decisiones desde la inclusión, la equidad y la responsabilidad. La última sección de la tesis corresponde a las conclusiones del trabajo.

## **CAPÍTULO 1**

### **MAÍZ TRANSGÉNICO EN MÉXICO: UNA CONTROVERSIA TECNOCIENTÍFICA**

#### **1.1 INTRODUCCIÓN**

El rápido desarrollo de las técnicas de manipulación genética han atraído especial atención social tanto por la posibilidad como por las consecuencias de producir organismos genéticamente modificados (OGM). La agricultura es una de las áreas donde mayoritariamente se ha difundido la utilización de los OGM, situación que ha generado numerosos debates sobre su introducción y expansión en distintas partes del mundo. Tales discusiones se encuentran conformadas por un variado grupo de actores sociales con valores e intereses distintos, así como posturas y argumentos, a veces contrapuestos, sobre los beneficios y riesgos de sembrar semillas transgénicas. Particularmente, en la nación mexicana la controversia se ha concentrado en torno a la posibilidad de cultivar maíz transgénico. Dicha controversia ha adquirido un cariz complejo dado que en ella se articulan múltiples actores sociales como científicos, políticos, empresarios, agricultores, movimientos sociales, así como la sociedad en general. Ante todo ello, en este capítulo sostengo que las discusiones en torno a la posibilidad de usar maíz transgénico dentro del sistema agrícola mexicano, se

presenta al día de hoy como una controversia emanada en nueva modalidad que ha tomado la ciencia en la etapa contemporánea: la tecnociencia.

Dicho lo anterior, el propósito principal de este capítulo es dar cuenta de los elementos que caracterizan a la biotecnología moderna de producción de maíz transgénico en México, como un sistema tecnocientífico que ha desatado una fuerte controversia entre la comunidad científica, pero también entre otros grupos de la sociedad. Para tal efecto, comenzaré exponiendo las particularidades que distinguen a la tecnociencia de acuerdo a lo conceptualizado por Javier Echeverría en su obra *La Revolución Tecnocientífica*. Se resaltarán que la presencia de múltiples actores sociales, las diferentes prácticas emprendidas por éstos y la existencia de un marco axiológico plural, son elementos constituyentes de un sistema tecnocientífico. Siguiendo este enfoque, será posible establecer un marco conceptual que nos permita identificar al sistema de producción de plantas transgénicas, como un sistema perteneciente a la fase de la tecnociencia.

## **1.2. LA TECNOCENCIA COMO NUEVO FENÓMENO SOCIAL DE LA CIENCIA Y LA TECNOLOGÍA**

En la actualidad, los términos ciencia y tecnología son insuficientes para denominar a muchos sistemas científicos y tecnológicos contemporáneos. A lo largo de la historia, la ciencia y la tecnología se han entendido de diferentes formas de acuerdo a los contextos sociales en los que se han desarrollado. Por ejemplo, antiguamente se pensaba a la ciencia como un saber teórico, contemplativo y separado de la tecnología. Posteriormente, en la época moderna se concibió un acercamiento entre ciencia y

tecnología derivado de las posibilidades de acción y manipulación que ofrecía el conocimiento científico. Se decía entonces, que la ciencia debía ser autónoma del control político y, por tanto, desarrollarse libremente. Ahora, en la etapa contemporánea, el concepto *tecnociencia* se ha erigido por el interés de comprender las transformaciones, así como los objetivos, consecuencias y procedimientos de la ciencia y la tecnología que predominan en la actualidad<sup>2</sup>.

En su obra *La Revolución Tecnocientífica* (2003), Javier Echeverría sitúa estos cambios a partir de la segunda mitad del siglo XX en Estados Unidos de América bajo el término de *Big Science*<sup>3</sup>, periodo entendido como la primera fase de la tecnociencia y caracterizado principalmente por el considerable financiamiento del Estado a proyectos científicos de gran envergadura. Posteriormente, vino una etapa de crisis durante los años 1966-1976, causada por el fracaso de los Estados Unidos en la guerra de Vietnam, así como por la movilización de distintos grupos sociales quienes

---

<sup>2</sup>Desde los años 70s, el término *tecnociencia* ha sido utilizado para poner en cuestión las visiones tradicionalistas de la ciencia que la sitúan como una actividad completamente objetiva y neutral. De esta manera, se ha pretendido posicionar los aspectos cognitivos y prácticos de la ciencia contemporánea en su relación con asuntos concernientes al ámbito de la ética, el poder político o el económico (Mitcham, 2005: 1914- 1916).

<sup>3</sup> Javier Echeverría (2003) explica el surgimiento de la *Big Science*, llamada también *macrociencia*, en Estados Unidos de América a partir de la Segunda Guerra Mundial durante los años 1940-1965. Durante este periodo el gobierno federal fungió como principal ente financiero de proyectos científicos de gran tamaño. Su objetivo principal consistía en incrementar la influencia militar, industrial, política y comercial de Estados Unidos, a través de la implementación de un modelo de política científica que fue diseñado por el científico Vannevar Bush, a solicitud del presidente Roosevelt en 1944. El informe en el que se explicitó dicho modelo, y cuyos efectos institucionales fueron inmediatos, fue titulado *Science, the Endless Frontier* (1945). En él, Bush señalaba que el Estado debía de impulsar la investigación básica y el desarrollo tecnológico, en tanto que éstos constituían los elementos claves para lograr el progreso científico y el bienestar de la nación. Este modelo lineal de desarrollo se implementó en casi todos los países desarrollados, conformando los sistemas nacionales de I+D. El ejemplo paradigmático de esta fase preliminar de la tecnociencia lo consolida el Proyecto Manhattan, para el cual el gobierno de EUA gastó millones de dólares, y cuyo objetivo central era la obtención de la bomba atómica. Este proyecto puso de manifiesto la subordinación de los valores epistémicos para la instrumentalización del conocimiento científico con el fin de lograr un objetivo militar. Así, quedó en evidencia la relevancia que cobraron otros valores como los políticos y militares, además de los epistémicos, en el diseño e implementación de proyectos científicos.

criticaban el desarrollo de la ciencia militarizada y pugnaban por una ciencia basada en intereses públicos, como por ejemplo, los sociales y los ambientales<sup>4</sup>. Esta situación en el ámbito académico contribuyó a la emergencia de los Estudios Sociales de la Ciencia y la Tecnología, conocidos también bajo el nombre simplificado de Ciencia, Tecnología y Sociedad (CTS). Su desarrollo surgió como parte de la búsqueda interdisciplinaria de una nueva relación entre ciencia, tecnología y sociedad frente a la posición acrítica de la ciencia y la tecnología entendidas como ideales de prosperidad y progreso para la sociedad<sup>5</sup>.

Más adelante, en los años 80 en Estados Unidos comenzó a emerger la tecnociencia como un fenómeno social con características específicas que no se habían presentado con anterioridad en relación a la ciencia y la tecnología. Particularmente, se hizo notable la primacía del sector privado sobre el público para el financiamiento de la investigación científica. Esta situación trajo consigo una importante reestructuración del sistema estadounidense de ciencia y tecnología cuyo objetivo consistía en apoyar a la investigación básica, al desarrollo tecnológico, y principalmente, promover la producción de innovaciones tecnocientíficas. Comienza entonces un amplio interés por generar innovaciones de parte de diversos actores

---

<sup>4</sup>Cabe destacar que en ese mismo periodo en el que Echeverría ubica la crisis de la tecnociencia, Estados Unidos estaba viviendo una gran crisis que comenzó desde la segunda mitad de los años sesenta hasta la irrupción de la revolución neoliberal. Durante la etapa de crisis, aquel país experimentó un fuerte estancamiento económico que lo llevó al agotamiento de su modelo de desarrollo económico y social de tipo fordista keynesiano (Dabat, Hernández, & Vega, 2015). La consideración de este proceso histórico en Estados Unidos, aunado a las explicaciones que Echeverría ofrece al respecto, contribuye a una explicación más precisa en torno al declive de la tecnociencia en aquella época.

<sup>5</sup> Un trabajo que influyó de manera importante en los estudios CTS es la obra de la bióloga Rachel Carson, *Primavera Silenciosa* (1962). Ésta constituye un ejemplo contundente en la conformación del movimiento ecologista a causa de la integración de otro sistema de valores, en este caso los ecológicos, al análisis en torno a las consecuencias de los desarrollos científicos y tecnológicos. Concretamente, su trabajo versó sobre los efectos nocivos en el ambiente ocasionados por el uso excesivo de pesticidas como el DDT.

sociales quienes ven en ellas una oportunidad para aumentar sus posibilidades de acción; ya sea proponiendo líneas de investigación, otorgando financiamiento o imponiendo criterios de evaluación de resultados. Dicha circunstancia derivó consecuentemente en la constitución de los sistemas de I+D+i (Investigación, Desarrollo e innovación) (Echeverría, 2003: 64).

La producción de innovaciones tecnológicas artefactuales, aunada a la producción de nuevos conocimientos, se convierte entonces, en el objetivo principal del desarrollo tecnocientífico. Dichas innovaciones surgen como resultado de la integración entre el conocimiento de la ciencia y el producir tecnológico, y representan una de las características necesarias para identificar y diferenciar a una tecnociencia de la ciencia en la época Moderna. La ciencia de la Modernidad priorizaba en su quehacer al conocimiento en sí mismo, mientras que la tecnociencia, con el interés fundamental por innovar e integrarse en un mercado, persigue predominantemente fines pragmáticos y utilitarios que instrumentalizan el conocimiento científico (Linares, 2008: 369-371). Esta es una de las principales razones por las que la tecnociencia origina un sinnúmero de conflictos y cuestionamientos sociales, ecológicos y éticos (Echeverría, 2010).

De acuerdo con Echeverría, la tecnociencia se distinguirá también de la ciencia de acuerdo a criterios tanto praxiológicos como axiológicos. El análisis de la tecnociencia se centrará en el estudio de las prácticas tecnocientíficas de acuerdo al marco axiológico que compone a dichas prácticas (Echeverría, 2003: 48). Esto es así debido a que el desarrollo de la tecnociencia ha ocurrido principalmente por un cambio tanto en la estructura de la práctica científica y tecnológica, como en el

sistema de valores que la componen. La importancia de lo anterior radica en entender la neutralidad de la ciencia como un mito que sin embargo, sigue operando en la actualidad, al menos discursivamente, en algunas instituciones de la ciencia y en muchos de quienes son encargados de tomar decisiones en políticas científicas. El conocimiento teórico, en el contexto actual de la tecnociencia, más que ser un fin, resulta un medio de alcance de objetivos que hace tiempo eran considerados ajenos a la actividad científica, como son los políticos, los jurídicos y los comerciales.

### **1.3 LOS SISTEMAS TECNOCIENTÍFICOS**

Desde el punto de vista ontológico, la tecnociencia posee una base sistémica. Por sistema tecnocientífico se entiende a un conjunto de actores que llevan a cabo acciones intencionales guiadas por creencias, normas, valores y reglas. Dichas acciones se encuentran vinculadas a sistemas de información, cuentan con una base científica y tecnológica y están ligados a instituciones de investigación, así como a organizaciones políticas, económicas, empresariales, e incluso, militares. Por tanto, un sistema tecnocientífico consta de actores intencionales, de instrumentos que los sujetos usan con fines determinados, y de al menos un objeto que es transformado de forma intencional (se suele denominar artefacto a dicho objeto) (Olivé, 2007: 63).

Los sistemas tecnocientíficos si bien realizan actividades orientadas a describir, explicar y predecir lo que sucede en el mundo mediante conocimiento teórico científico, también cumplen con el propósito fundamental de intervenir y transformar partes del mundo social y natural (Olivé, 2007: 65). Así, el carácter

sistémico de la tecnociencia resultará de la interdependencia entre ciencia y tecnología, del funcionamiento de los elementos que lo constituyen, pero también de su transformación, interacción e incidencia en distintos ámbitos de la sociedad.

Los fines, medios, acciones y resultados de los sistemas tecnocientíficos producen efectos deseables e indeseables para la sociedad y el ambiente. Es por ello que una adecuada evaluación por parte de distintos sectores de la sociedad, resulta de suma importancia para que el conocimiento y los resultados provenientes de dichos sistemas, sean aprovechados por todos los grupos que conforman a la sociedad de acuerdo a marcos de justicia y respeto a la diversidad cultural (Olivé, 2007: 65).

### 1.3.1 LA AXIOLOGÍA DE LA TECNOCIENCIA

La tecnociencia se caracteriza por la marcada presencia de un marco axiológico plural<sup>6</sup>. Si bien los epistémicos aparecen como valores importantes, son los valores económicos los que poseen un lugar primordial en los desarrollos tecnocientíficos. Debido a ello, se afirma que la tecnociencia no persigue predominantemente objetivos epistémicos, sino pragmáticos y utilitarios dado que, por medio de la instrumentalización del conocimiento científico, se prioriza la obtención de innovaciones con alta posibilidad de integrarse exitosamente a un mercado (Linares, 2008: 369-371). En ese sentido afirma Javier Echeverría (2003: 65): "[...] con la

---

<sup>6</sup>Por mencionar algunos de los valores que conforman la estructura axiológica plural de la actividad tecnocientífica podemos nombrar a los valores ecológicos, militares, políticos, económicos, técnicos y epistémicos. Si bien estos últimos forman parte del núcleo axiológico de la tecnociencia, son otros los valores sobresalientes para la justificación de la actividad tecnocientífica. Todos ellos en su conjunto, tendrán en mayor o menor medida, incidencia en el diseño y evaluación de los proyectos tecnocientíficos (Echeverría, 2003: 239).

llegada de la tecnociencia los valores más característicos del capitalismo entraron en el núcleo mismo de la actividad científico-tecnológica." Es decir, para su desarrollo y éxito, una tecnociencia requiere de elementos propios de la dinámica del modelo capitalista como son la presencia fundamental del capital financiero corporativo, la privatización de los bienes comunes, la primacía por las ganancias comerciales y la regulación de las mercancías tecnocientíficas a través de las leyes internacionales del libre mercado<sup>7</sup>.

La presencia de muchos y diferentes valores, ocasiona intensos conflictos entre distintos grupos sociales, ya que mientras algunos favorecen el desarrollo y avance de los proyectos tecnocientíficos, por ejemplo, los económicos y los técnicos; otros funcionan de contrapeso, por ejemplo, los sociales y ambientales, al intentar controlar las consecuencias indeseables que implica el desarrollo tecnocientífico (Echeverría, 2003: 87).

León Olivé (2007: 129) precisa que los valores no existen como entidades abstractas y con independencia de las acciones de evaluación de los actores, sino que adquieren sentido en el momento en que un agente lleva a cabo una evaluación con la finalidad de emitir una valoración sobre algo (un resultado, un argumento, un artefacto, etc). Por esta razón es importante recalcar que necesariamente los actores sociales deben ser incluidos en el análisis de una acción tecnocientífica, pues son ellos

---

<sup>7</sup>Moore *et al.* (2011) precisan que la relación entre ciencia y capitalismo además de caracterizarse por la presencia dominante de oligopolios como lugares de investigación y mercantilización del conocimiento científico, también incluye otros factores como el incremento en las relaciones entre la academia y la investigación industrial, el aumento de regulaciones de libre comercio basadas en los desarrollos científicos y tecnológicos, y transformaciones en las políticas de la ciencia. para favorecer tal relación.

quienes llevan a cabo la producción, evaluación y aceptación o rechazo de un resultado en cuestión bajo situaciones concretas.

Al ser numerosas y diversas las actividades necesarias para el desarrollo de los proyectos tecnocientíficos, se requerirá de distintos actores sociales para su realización. En ese sentido es que el desarrollo de la tecnociencia trasciende a la participación de las comunidades científicas, abarcando además a instituciones gubernamentales, corporaciones privadas, universidades, etc. Al respecto sostiene Echeverría:

La tecnociencia no la hacen sólo los científicos y los ingenieros, sino también, los gobiernos, las empresas, los expertos en política científica y en gestión de la ciencia y la tecnología, los militares, los juristas que definen los marcos legales para la actividad tecnocientífica, los ecologistas, los financieros y mecenas (Echeverría, 2003: 218).

### 1.3.2 LAS PRÁCTICAS TECNOCIENTÍFICAS

Con el surgimiento de los sistemas tecnocientíficos, las prácticas de la ciencia y la tecnología se transformaron radicalmente. Las prácticas se constituyen por el conjunto de agentes que, en un medio determinado, llevan a cabo un complejo de acciones guiadas tanto por representaciones del mundo, como por una estructura axiológica constituida de supuestos como normas, reglas, instrucciones y valores. Es decir, las prácticas se manifiestan en una serie de diversas acciones que requieren de ser evaluadas epistemológica y éticamente (Olivé 2007: 92-94). El grupo de prácticas

que conforma a la tecnociencia resulta de muy diversa naturaleza. A pesar de que continúan acciones típicas de la ciencia, digamos, observar, medir y experimentar, en gran parte su realización también se ha visto transformada por la necesidad de una mediación tecnológica cada vez más compleja, lo que genera un tipo de dependencia recíproca entre ciencia y tecnología. Además de éstas, con la tecnociencia han surgido otro tipo de acciones relacionadas, por ejemplo, con la conformación de equipos de investigación; el financiamiento de proyectos; gestión de conocimientos, equipos y, recursos humanos y económicos; publicación en revistas; desarrollo de patentes; análisis de riesgos; *marketing* en medios de comunicación; e incluso, resolución de problemas jurídicos. Todo ello, la interdependencia entre ciencia y tecnología, así como la heterogeneidad de acciones, constituyen aspectos distintivos fundamentales entre ciencia y tecnociencia (Echeverría, 2003: 48-49). Algunas de estas acciones, se derivan en virtud de la desconfianza o los temores que muchas tecnociencias generan en la sociedad, por ejemplo, el *marketing*. Toda vez que éste aparece como publicidad y divulgación positiva, significa un componente clave para la presentación y aceptación de una tecnociencia en la sociedad. De hecho, el *marketing* se ha convertido en una de las acciones más habituales emprendidas por las empresas tecnocientíficas (Echeverría, 2003: 68).

Como vemos, las acciones en torno a la tecnociencia no refieren únicamente a la búsqueda de conocimiento sino también a crear las condiciones de posibilidad para su presencia y éxito resultado de la incorporación de actores sociales definidos. La valoración de las prácticas tecnocientíficas es una tarea indispensable e incluye tanto a las acciones como a los resultados surgidos de ellas dentro de un contexto de

intereses definido. Al evaluar una práctica tecnocientífica, es posible entender cuáles son los valores de las acciones que deciden llevar a cabo los diferentes actores que conforman a un sistema tecnocientífico, ya sea que éstos pertenezcan a la misma o a diferentes comunidades sociales.

La heterogeneidad de actores, valores, intereses y acciones dentro de un sistema tecnocientífico es fuente de numerosas controversias sociales, dentro de las cuales se encuentran los conflictos incluso al interior de las comunidades de científicos. Las controversias surgen porque mientras algunos de los componentes de la tecnociencia funcionan para favorecer su curso, otros en cambio, apelan a su regulación y control.

Las tecnociencias conllevan riesgos e incertidumbres novedosos, no sólo por estar orientadas hacia la transformación del mundo natural, sino porque también han incidido en la transformación del mundo social. Respecto a ello, enuncia Echeverría:

Quando las sociedades y los seres humanos devienen el objeto de las acciones tecnocientíficas, entonces surgen necesariamente reacciones, o si se quiere respuestas críticas, aceptaciones, rechazos, etc. El contexto de aplicación de la tecnociencia es, ante todo, la sociedad, por lo que no tiene sentido intentar separar la actividad tecnocientífica de la vida social (Echeverría, 2003: 234).

De acuerdo a Linares (2008), en la base de los sistemas tecnocientíficos prevalece una racionalidad pragmático-instrumental "...que no ve sólo la realidad como objeto de *explicación*, sino como objeto de *producción*." (Linares, 2008: 380). Así, con la tecnociencia se plasma una clara distinción, por un lado, entre el fin explicativo

que pretende dar cuenta de los fenómenos del mundo mediante criterios epistémicos y, por el otro, el fin productivo que procura la obtención y utilización de artefactos en apego a criterios de eficiencia y eficacia, que posibiliten las capacidades de los seres humanos para actuar y transformar el mundo (Linares, 2008:382). Si bien el primero de estos objetivos se hace presente en el desarrollo de la tecnociencia, es el segundo el que se prioriza con la intención de obtener innovaciones que generen beneficios económicos en el mercado, aunque su obtención sea a costa de la privatización de los bienes comunes y de las desigualdades sociales que este hecho conlleva.

A pesar de la expansión e importancia actual de los sistemas tecnocientíficos, ni la ciencia y ni la tecnología en su sentido tradicional han dejado de existir. Por el contrario, se hace presente una creciente complejidad en la que ciencia, tecnología y tecnociencia, lejos de hallarse aisladamente, se encuentran interactuando en relación dinámica, para conformar de manera integrada lo que Linares (2008) denomina como *mundo tecnológico*. En el *mundo tecnológico* se relacionan los artefactos, las técnicas y los conocimientos, pero también los humanos con sus valores, intereses y acciones intencionales (Linares, 2008: 397-401).

Contrario a las concepciones más tradicionalistas de la ciencia y la tecnología que insisten en su autonomía<sup>8</sup> y neutralidad, el término *tecnociencia* resulta una herramienta conceptual que contribuye a visibilizar las dinámicas políticas y económicas en las cuales los sistemas tecnocientíficos están inmersos, así como a

---

<sup>8</sup>De manera sucinta, la tesis de la autonomía de la tecnología sugiere que ésta funciona y progresa con independencia de la intencionalidad humana y sin influencias sociopolíticas o económicas. Así, esta visión minimiza indirectamente la capacidad de elección libre del humano debido a la creencia de que el progreso tecnológico ocurre de forma inevitable, además, asume la idea simplista de que la tecnología no es más que un conjunto de instrumentos o dispositivos. Diferentes aproximaciones sociológicas y filosóficas han cuestionado fuertemente dicho entendimiento de la tecnología (Mitcham, 2005: 152-154).

cuestionar críticamente los marcos axiológicos que los conforman desde su diseño hasta su implementación, comprender las consecuencias sociales de su desarrollo y sobre todo, ayuda a situar la responsabilidad humana ante la expansión de los proyectos tecnocientíficos en nuestras sociedades actuales.

#### **1.4. MAÍZ TRANSGÉNICO EN MÉXICO: UNA CONTROVERSIA TECNOCIENTÍFICA**

El lugar de las controversias en el desarrollo de la ciencia y la tecnología ha sido fundamental porque en ellas se ofrecen razones desde puntos de vista distintos para tomar decisiones epistémicas y éticas (Olivé, 2007: 114). Desde el punto de vista epistémico, una controversia es indispensable para la formación y evaluación de las teorías científicas, ya que por medio del diálogo entre las partes es posible presentar elementos como la contrastación empírica, el análisis estadístico, así como argumentos sobre la validez de una hipótesis, que permitan ejercer la crítica, dar cuenta de posibles fuentes de error y hacer cambios que le den sentido a las teorías (Dascal, 1995). Sin embargo, a medida que el desarrollo tecnológico se hace más complejo, como sucede con la tecnociencia cuyas innovaciones se ven acompañadas de numerosos riesgos y elevada incertidumbre, las controversias se trasladan a la arena pública donde agentes diversos que discrepan en sus supuestos, perspectivas e intereses, discuten con el fin de evaluar colectivamente los beneficios, los riesgos y los costos de introducir una determinada innovación (Broncano, 2000). Particularmente, las controversias tecnocientíficas se vuelven espacios sociales de discusión que entremezclan fuertemente factores epistémicos con factores económicos, políticos,

culturales, etc. Así, para Linares (2008: 416-417), la emergencia de estas controversias sociales da cuenta de que la discusión epistémica no es suficiente para la resolución de una controversia, sino que expresa la necesidad de fomentar una evaluación ética de la actividad tecnocientífica que potencie la deliberación y la capacidad de decisión de los ciudadanos. En esa línea, Broncano (2000) afirma que justamente la característica más importante de las controversias tecnológicas es la generación de una cultura de debate público y deliberación que implique intercambiar información, así como explicitar intereses y objetivos, con el fin de alcanzar un grado de consenso basado en procesos de decisión libre y colectiva

En vista de ello, en una controversia tecnocientífica la confrontación de intereses, las relaciones de poder y la adquisición por parte de los propios científicos de valores que estrictamente no constituyen al conocimiento científico, son aspectos que tienen un papel preponderante en el curso de los proyectos tecnocientíficos, situación que a su vez denota la estrecha relación entre ciencia y política. Respecto a las controversias tecnocientíficas, Linares (2009) precisa:

Es claro que las controversias tecnocientíficas no se reducen a una discusión de razones y evidencias científicas, sino que implican un conflicto de intereses, valores, creencias e ideologías políticas, y por tanto, se convierten, en muchas ocasiones, en debates sociales muy agudos que se enardecen como parte de la cultura política y la correlación específica de sus fuerzas al interior de un país o en una región determinada del mundo (Linares, 2009: 463).

Respecto a la controversia actual sobre el uso de maíz transgénico en territorio mexicano, ésta ha sido motivo de grandes polémicas caracterizadas por la exposición de planteamientos en los que se aprecian diferencias sustanciales en la valoración de los riesgos y beneficios de dicho maíz. Así por ejemplo, mientras algunos investigadores sostienen que la tecnología transgénica es de bajo riesgo por estar basadas en procesos semejantes a los que ocurren en la naturaleza (Bolívar Zapata, 2011: 45-76) <sup>9</sup>, otros investigadores afirman que los riesgos e incertidumbres asociados a los transgénicos son sumamente elevados porque dependen de técnicas novedosas que implican fenómenos difíciles de predecir (Alavez *et al.*, 2013)<sup>10</sup>.

Otro ejemplo donde se aprecian posturas encontradas es en lo referente a la productividad de los OGM. Mientras por un lado se arguye sobre el elevado aumento en la productividad de los cultivos transgénicos en comparación con cultivos convencionales (GM Crops: Promise and reality. A Nature special issue, 2013), por

---

<sup>9</sup> De acuerdo a Bolívar Zapata (2011: 45-76), los métodos por los que se han diseñado todos los OGM, corresponden a procesos similares a los que suceden en la naturaleza, motivo por el que su uso representa un bajo riesgo. En virtud de que la estructura molecular del ADN es igual en todos los seres vivos ya sean plantas, animales o bacterias, así como de algunos virus, es posible que el material genético de organismos de diferentes orígenes sea transferido, incorporado y estabilizado en el interior de la célula de forma natural. Siguiendo al autor, la introducción de material específico de ADN (transgen) a una célula para el diseño de un OGM, corresponde a un fenómeno natural, mediante el cual los seres vivos han sufrido cambios en sus genomas a lo largo de su historia evolutiva sin que haya evidencia de daño ecológico.

<sup>10</sup> Alavez *et al.* (2013) sostienen que las combinaciones de la ingeniería genética resultan artificiales porque implican la transferencia de ADN entre especies que se encuentran lejanamente emparentadas y que quizá nunca podrían cruzarse en la naturaleza. Argumentan que aun cuando el ADN tiene la misma estructura en todos los seres vivos, en el ambiente natural ese material no se encuentra recombinado de manera aleatoria entre los organismos, sino que a lo largo de la evolución se han ido seleccionando ciertas combinaciones mientras que otras no. Al respecto, sostienen la existencia de barreras entre la composición genética de diferentes organismos, así que, el cómo y el por qué se han determinado las combinaciones de genes de todos los seres vivos son procesos que la ciencia aun no comprende en su totalidad. De ahí que los riesgos e incertidumbres, consecuencia de combinar genomas con distintas historias evolutivas, pueden ser amplios y desconocidos. Éstos dependerán de fenómenos difíciles de predecir, como las posibles interacciones entre transgenes y genes nativos y el sitio del genoma en donde el transgen será insertado. Igualmente, discuten la importancia del ambiente de liberación para poder evaluar el posible impacto de la expresión del genoma de la nueva planta transgénica (Alavez *et al.*, 2013).

otro lado se explica que tomar de referencia la experiencia de países con agricultura industrializada (que es donde se han sembrado los cultivos transgénicos), no necesariamente será significativo para las condiciones particulares de México, ya que las variedades de semillas transgénicas que existen predominantemente en la actualidad<sup>11</sup>, fueron diseñadas de acuerdo a las condiciones climáticas y el tipo de suelo que favorecen al sistema agrícola que se lleva a cabo en Estados Unidos (González & Ávila, 2014), donde prevalece la agricultura intensiva en forma de monocultivo.

Otro tema muy recurrente respecto al uso de los cultivos transgénicos es sobre su capacidad para combatir el hambre de un amplio sector de la población. Así, asumiendo la alta productividad de estos cultivos, se sostiene que el uso de plantas transgénicas tendrá un efecto positivo en la seguridad alimentaria y en la reducción de la pobreza, lo que impactará en el mejoramiento en la calidad de vida de los agricultores y en el aumento de sus ingresos económicos (Gutiérrez, Ruiz, & Xoconostle, 2015). Contrario a esta postura, se señala que los productos transgénicos diseñados hasta la actualidad no han servido para combatir el hambre pues su producción está fuertemente influenciada por el sistema económico norteamericano de venta de maíz forrajero cuyos principales usos son de tipo industrial, por ejemplo, para actividades como la alimentación del ganado, la producción de una diversidad de alimentos procesados y productos como jarabes fructosados, bebidas alcohólicas y biocombustibles (Chauvet, 2015: 53; González & Ávila, 2014). Además de que se ha

---

<sup>11</sup> Hoy en día se comercializan principalmente dos tipos de semillas transgénicas de maíz, cuyas características son la resistencia a plagas y herbicidas (GM Crops: Promise and reality. A Nature special issue, 2013).

reconocido que el problema del hambre no radica en la falta de alimentos sino en la imposibilidad de tener acceso a ellos, razón por la cual aunque se eleve la producción de alimentos, el problema del hambre queda sin resolverse debido a su carácter multifactorial en donde tienen lugar decisiones económicas, políticas y sociales, y no sólo tecnológicas<sup>12</sup> (Chauvet, 2015: 55-58).

Merece también destacar la discusión sobre el riesgo de flujo génico entre variedades transgénicas y nativas de maíz, así como el debate sobre la toxicidad del herbicida glifosato. Al respecto, dos investigaciones representativas que han dado pie a verdaderas polémicas son la publicación de Quist & Chapela (2001) y el trabajo presentado por Seralini *et al.*, (2012). Con los resultados de la primera investigación se cuestionaron fuertemente las medidas de seguridad para controlar el flujo génico, aun cuando ni siquiera se habían concedido permisos para sembrar maíz GM en México<sup>13</sup>. Por su parte, la investigación de Seralini objetó el bajo riesgo para la salud

---

<sup>12</sup> Recientemente la FAO informó que una de las principales estrategias para ayudar a las personas que sufren hambre en América Latina, es creando mecanismos para evitar la pérdida y el desperdicio de alimentos. Con los niveles de desperdicio que existen en la región se podrían alimentar a más de 30 millones de personas (FAO, 2014).

<sup>13</sup> Dentro de la controversia mexicana, el suceso a partir del cual se abrieron numerosas discusiones ocurrió en el año 2001 con la publicación de David Quist e Ignacio Chapela, en la que se evidenció la presencia de transgenes en variedades nativas de maíz de Oaxaca. En respuesta a dicha investigación se derivaron objeciones a los resultados presentados (Christou, 2002; Ortíz García *et al.*, 2005) pero también surgieron otros estudios que aceptaban la presencia de transgenes en maíz nativo de Oaxaca (Piñeyro-Nelson *et al.*, 2009). Entonces, una discusión central dentro de la controversia ha sido el riesgo del flujo de genes tanto por las implicaciones que esto podría causar en la biodiversidad, como por la dificultad de controlar dicho fenómeno en el ambiente natural, asimismo por la dificultad de muestrear campos, milpas y mazorcas principalmente porque el maíz es una planta de polinización abierta, aunado a que año con año las semillas y plantas de los cultivos son distintas.

Ante ello el desarrollo de métodos altamente confiables de monitoreo, detección e identificación de transgenes basados, por ejemplo, en la bioinformática o en el uso de reacciones de PCR para identificar y cuantificar fragmentos de ADN, son esenciales en el curso de la controversia pues han servido para justificar posturas en torno al riesgo y tomar decisiones en el ámbito normativo. Un caso reciente que ilustra lo anterior es la identificación a través del uso de reacciones PCR en tiempo real, de secuencias transgénicas de soya Roundup Ready de la compañía Monsanto en polen de miel de la Península de Yucatán (Gálvez Mariscal, 2013). La presencia de polen transgénico en la miel de la región ha provocado un rechazo de parte de importadores europeos pertenecientes al mercado orgánico que no aceptaron los niveles de polen genéticamente modificado contenidos en la miel orgánica mexicana. Vale

que representa el uso del glifosato con el que es rociado el maíz transgénico tolerante a dicho herbicida<sup>14</sup>.

A pesar de que las dos publicaciones inicialmente fueron sometidas a procesos de revisión por pares para ser aceptadas en revistas científicas de alto prestigio, la discusión generada por la validez de sus resultados fue tal que ambas terminaron por ser retiradas por las propias revistas en las que habían sido publicadas.

En México, mientras que los investigadores que conforman la Unión de Científicos Comprometidos con la Sociedad (UCCS) llegan a hacer referencia de las mencionadas y controvertidas investigaciones para apoyar sus argumentos en torno a los altos riesgos del maíz transgénico en México, los científicos de la CIBIOGEM aluden a la investigación de Seralini *et al.*, (2012) para desacreditarla y la de Quist & Chapela (2001), no suelen mencionarla. De hecho, Foyer & Bonneuil (2015: 43) escriben que cuando se dio a conocer la presencia de transgenes en comunidades de Oaxaca, la reacción del secretario de aquel entonces de la CIBIOGEM fue un intento por callar y después, por minimizar la información sobre la existencia de los transgenes, se planteaban su progresiva desaparición y se disminuían los posibles efectos que este riesgo implicaba sobre la biodiversidad del país.

---

destacar que el estudio de Gálvez Mariscal (2013) también reveló la presencia de polen de maíz no transgénico en las muestras de miel. Es por ello que ante la posible liberación intencional o ilegal de maíz transgénico, se sugiere la realización de un monitoreo continuo en diferentes periodos de tiempo en muestras de miel para la identificación de polen proveniente tanto de soya como de maíz transgénico (Gálvez Mariscal, 2013).

<sup>14</sup> El uso del herbicida glifosato (conocido comercialmente como *Roundup* o *Faena*) ha causado grandes polémicas en las que se han encontrado posturas divergentes en torno a su toxicidad. Particularmente el estudio de Seralini *et al.* (2012) ha ocupado por mucho tiempo los debates a nivel internacional, debido a que mostró controvertidas imágenes de ratas que habían desarrollado grandes tumores después de haber sido alimentadas con maíz transgénico tolerante a glifosato. Ante ello una parte de la comunidad científica ha señalado la insuficiente calidad de la investigación de Seralini (Gutiérrez *et al.*, 2015: 116-118). Por otro lado, se ha documentado en relación a los daños a la salud de personas que habitan en comunidades cercanas a donde se siembran cultivos resistentes al glifosato, como ocurre en el caso de la soya transgénica en Argentina (Arancibia, 2013).

Las discrepancias expuestas alrededor del maíz transgénico ejemplifican la pluralidad de posturas entre los miembros de la comunidad científica. En ella, las discusiones sobre los procedimientos metodológicos y la certeza del conocimiento, se entrecruzan con los intereses y valores extra epistémicos. Dentro de las controversias tecnocientíficas, los criterios para aceptar como válida una investigación empírica, dar legitimidad a un problema o reconocer quiénes son los actores pertinentes para imponer los estándares de una prueba, son cuestiones que rebasan los criterios objetivos y que se nutren de manera importante de intereses de otro tipo como los económicos o políticos. En estos casos, más que una controversia científica es una verdadera contienda política, ..."porque se trata de imponer determinados estándares de prueba para mantener ciertas relaciones de poder" (Olivé, 2007: 132). De hecho, Álvarez-Buylla (comunicación personal) sostiene que la controversia del maíz transgénico en México no se encuentra abierta por razones científicas, sino por una manipulación mediática con la que se pretenden legitimar falsas promesas sobre el maíz genéticamente modificado, utilizando para ello imágenes artificiales de una ciencia supuestamente neutral y sin valoraciones subjetivas y sociales. La vigencia de la controversia resulta entonces conveniente a grupos sociales, incluidos científicos, con intereses económicos y políticos que se benefician de las posturas polarizadas y de las regulaciones laxas que favorecen la entrada de grandes cantidades de semillas patentadas de maíz transgénico provenientes de EUA<sup>15</sup>. De esta manera, los factores extra epistémicos influyen de manera relevante tanto en la permanencia de la

---

<sup>15</sup>El 100% de las importaciones de maíz en México provienen de EUA y entran sin ningún tipo de exigencia de etiquetado con el que sea posible diferenciar entre el maíz transgénico y aquel que no lo es (Foyer & Bonneuil, 2015). Dichas importaciones presentaron una media de crecimiento anual de 6.5 % entre los años 2005 y 2014. En el 2014 se importaron 10.33 millones de toneladas, el volumen más alto en la historia (Panorama Agroalimentario. Maíz 2015, 2015).

controversia como en las evaluaciones de los OGM, cuyo grado de validez se disputa en presencia o ausencia de conflictos de interés (Álvarez-Buylla, comunicación personal).

Una fácil manera de intentar cerrar la controversia es apelar a una supuesta ignorancia del común de la gente pensando, ya sea con una gran ingenuidad o interesadamente, que la polarización y vigencia del debate está relacionada con la incapacidad de una de las partes para comprender argumentos científicos, o bien por posturas irracionales o "ideológicas" del público sin formación científica. En definitiva, es preciso reconocer, como ya se ha recalcado a lo largo de este capítulo, que por su naturaleza las controversias tecnocientíficas rebasan a los temas de índole científica y técnica como pueden ser el tipo de diseños experimentales, metodologías empleadas y resultados empíricos, para incluir factores extra epistémicos como son los intereses políticos, económicos o culturales, vinculados con los valores de los distintos grupos sociales que son parte de la controversia, incluido el de los científicos.

Pertenecer al mundo de la ciencia no es garantía de objetividad o imparcialidad. Pensar en la comunidad científica como un conjunto de individuos que conducen sus prácticas con la exclusiva rigurosidad de criterios epistémicos, negando completamente la carga subjetiva y las posturas sociales y políticas, conduce a aceptar sin discusión los supuestos más tradicionales del quehacer científico, bajo los cuales el sujeto representa a un ser capaz de prescindir de sus intereses y valores para conocer el mundo. Aunque esta imagen tuvo buena aceptación social, desde principios del siglo XX ha sido radicalmente cuestionada porque sustrae de las discusiones los asuntos subjetivos y sociales en la aceptación de las hipótesis o teorías científicas, así como

por la reticencia que genera hacia la deliberación pública sobre los valores extra epistémicos de la actividad científica (Velasco, 2011).

En la actualidad, dentro del debate mexicano se reconoce a un cierto número de científicos que se muestran entusiasmados con la introducción de maíz transgénico en la nación, que socavan las discusiones políticas, éticas y culturales, pero que enfatizan en el papel de la ciencia y el conocimiento del especialista en biotecnología como los únicos factores importantes a considerar en la toma de decisiones.

#### 1.4.1. ACTORES Y PRÁCTICAS PLURALES DENTRO DE LA CONTROVERSA

Cuando surgió la posibilidad de contaminación de maíz nativo con transgenes, aunado a las demás discusiones sobre los daños ambientales, los riesgos a la salud por el uso de variedades transgénicas de maíz y al tema de las patentes sobre el material biológico, apareció un nuevo actor relevante de esta tecnociencia: los movimientos sociales y ambientalistas cuyos valores ecológicos y culturales han servido de contrapeso a aquellos que predominan y favorecen el desarrollo de esta tecnociencia, es decir, los valores técnicos y económicos. Señalan Carro-Ripalda *et al.* (2014) que fue precisamente con la publicación de Quist & Chapela (2001) que la controversia dejó de estar reservada únicamente a los especialistas en biotecnología, toda vez que el debate se permeó de múltiples aspectos sociales que pusieron en la balanza temas como el valor cultural del maíz, su valor en la producción de subsistencia en México y el compromiso del gobierno en la protección del maíz nativo en su centro de origen.

En enero de 2002 surgió la organización “Red en Defensa del Maíz”, un movimiento de resistencia social en contra del maíz transgénico constituido por pueblos indígenas, campesinos y cientos de organizaciones. Los integrantes de la referida organización han expresado que *“el maíz es la herencia de los pueblos indios de México. El cultivo de maíz es el corazón de la resistencia comunitaria”*. Además de expresar el rechazo a las patentes de semillas han solicitado, entre otras cosas, el cese de las importaciones de maíz transgénico proveniente de Estados Unidos. Los integrantes de la Red han emprendido numerosas actividades de lucha por defender el maíz nativo y evitar el avance del transgénico (CECCAM, 2011). Así, han realizado conferencias, talleres y se han aliado con científicos y activistas ambientalistas de otros países, para conocer y difundir los riesgos asociados al uso de maíz transgénico y la contaminación del nativo. De esta manera, la Red en Defensa del Maíz no sólo expresa su inclinación por valores ambientales, sino que también manifiesta abiertamente una lucha por la preservación del valor cultural del maíz en México, por la autonomía de los pueblos que lo cultivan y por la soberanía alimentaria.

Otro ejemplo reciente y significativo en cuanto a la movilización social, es la creación en 2013 de una colectividad denominada “Acción colectiva”, una coalición conformada por 20 organizaciones de ambientalistas, productores y científicos, así como 53 personas de la sociedad civil que demandaron ante los tribunales federales a SAGARPA, SEMARNAT y a las empresas solicitantes de permisos para liberar maíz transgénico: Semillas y Agroproductos Monsanto, Monsanto Comercial, Dow Agrosiences de México, PHI México (Pioneer-Dupont), y Syngenta Agro. La finalidad de tal demanda es evitar que se otorgue cualquier permiso de liberación al ambiente

de maíz transgénico en el país. Debido a ella, actualmente se tiene suspendido el cultivo de dicho maíz en territorio mexicano (Demanda colectiva maíz, 2015).

Las empresas que producen y comercializan las semillas transgénicas, los científicos y las instituciones que establecen las normas de bioseguridad en México, las organizaciones como "Red en Defensa del Maíz" y "Acción Colectiva", todos ellos en su conjunto integran a la pluralidad de actores sociales que constituye a la controversia tecnocientífica. Estos actores representan ámbitos empresariales, científicos y políticos que conjuntamente integran a la tecnociencia de producción de maíz transgénico en México. Además, la disposición colectiva que adquieren dichos actores incrementa su capacidad de acción para cumplir con fines predeterminados y justificados en valores e intereses que permiten su funcionamiento e interacción entre sí. En este caso, la demanda colectiva da cuenta de una práctica llevada a cabo coordinadamente entre grupos sociales pertenecientes a diversos ámbitos que, mediante dicha acción, han tenido que hacer suyos valores como los jurídicos, aunados a los políticos, epistémicos, ambientales u otros, con la intención de lograr un fin concreto.

Enfrentar una situación legal, la publicidad positiva como la realizada por AgroBio México<sup>16</sup> (asociación que agrupa a las principales empresas mundiales productoras de semillas transgénicas), las publicaciones en revistas científicas que

---

<sup>16</sup> Previamente se explicó que, a causa de la desconfianza y los conflictos sociales que genera una tecnociencia, el *marketing* es fundamental para su mantenimiento y aceptación social. En ese sentido, vemos que los OGM gozan de una gran publicidad de parte de las empresas transnacionales asociadas a la biotecnología moderna, quienes centran su argumentación en el interés por cubrir la demanda de alimentos, la agricultura sustentable y la mejora en la calidad de vida de los agricultores mediante el uso de semillas transgénicas. Lo anterior, omitiendo situaciones como la del maíz transgénico StarLink, que en el año 2000 apareció en una cadena de taquerías en Estados Unidos sin tener aprobación para el consumo humano, debido a que su proteína recombinante era resistente al calor por lo que no se le podía considerar claramente no alergénica para los consumidores (Chauvet, 2015: 191).

muestran conclusiones distintas respecto a un mismo problema, los pronunciamientos de organizaciones de científicos como la Unión de Científicos Comprometidos con la Sociedad (UCCS), las actividades realizadas por los movimientos sociales como Red en Defensa del Maíz, el uso de conocimientos y métodos cada vez más complejas como la detección de transgénicos mediante la bioinformática y la reacción en cadena de la polimerasa (PCR, por sus siglas en inglés), el establecimiento de laboratorios en red como la "Red Nacional de Laboratorios de Detección, Identificación y Cuantificación de Organismos Genéticamente Modificados (RNLD-OGM)" <sup>17</sup>, y las relaciones entre individuos que pertenecen tanto a instituciones públicas como privadas<sup>18</sup>. Todas ellas, son prácticas que ejemplifican que una tecnociencia no sólo transforma el mundo natural, sino que también es una actividad que transforma las relaciones sociales, muchas de ellas de naturaleza

---

<sup>17</sup> El empleo de la bioinformática y de la técnica de PCR para la identificación de secuencias de OGM, ejemplifica que además de la obtención de un organismo transgénico, la evolución del proyecto tecnocientífico de plantas transgénicas en sus diferentes etapas se vale de tecnologías cada vez más sofisticadas. El uso de estas metodologías se encuentra mediado por las Tecnologías de la Información y la Comunicación (TICs) con las que se posibilita que los objetos de investigación se vuelvan representaciones informáticas que resultan de utilidad no sólo para el trabajo experimental dentro de un laboratorio, sino también para facilitar la creación de redes de comunicación con otros espacios de investigación, como lo ejemplifica la RNLD-OGM. Ambos aspectos: el uso de equipos, metodologías y conocimientos cada vez más complejos, con los que incluso se puedan generar nuevas ciencias y tecnologías (Echeverría, 2003: 111), y la utilización de técnicas apoyadas en las TICs que favorezcan la conexión de múltiples equipos de investigación (Echeverría, 2003: 71), son aspectos característicos de las tecnociencias.

<sup>18</sup> Un ejemplo concreto que muestra un vínculo entre distintos actores pertenecientes tanto al sector privado como al público es la creación reciente de la *Alianza Pro transgénicos*, la cual se encuentra conformada por varios productores agropecuarios, AgroBio México y diferentes académicos pertenecientes a instituciones públicas como la UNAM y el CINVESTAV-IPN, entre otras. De hecho, la mencionada alianza solicita explícitamente a las autoridades mexicanas "la urgente expedición de permisos para la siembra experimental, piloto y comercial de maíz transgénico". Situaciones de esta naturaleza, contribuyen a la creación de relaciones de poder entre la institución pública y la privada derivando, de esta manera, en un conflicto de interés, mismo que se presenta "cuando un individuo o empresa se halla en una posición en la que es posible explotar alguna capacidad profesional u oficial para beneficio personal o de una empresa [...]. También ha sido definido como la contraposición de intereses particulares con el interés general. El conflicto de intereses existe desde que se da esta situación, independientemente de que se efectúe o no una acción sesgada (Álvarez-Buylla & Piñeyro, 2013: 533).

conflictiva por la presencia de múltiples actores quienes exhiben una heterogeneidad de acciones y valores.

Las acciones de la tecnociencia no existen de forma aislada, sino que se encuentran interrelacionadas unas con otras. Es decir, unas acciones son capaces de incidir en otras y de transformarse en un contexto dado, ya sea por los fines buscados o por las consecuencias derivadas de ellas, generando así, nuevas acciones como pueden ser la incorporación de nuevos actores sociales o el diseño de una nueva legislación (Echeverría, 2003: 222). Así pues, en México, uno de los primeros actores sociales que surgieron a raíz de las primeras solicitudes para la siembra de dicho producto transgénico fue el Comité Nacional de Bioseguridad Agrícola (CNBA). Posteriores actores y acciones emergieron, en virtud de la notoria necesidad de plantear adecuadamente los mecanismos para regular un tema tan controvertido como es el de la bioseguridad por el uso de plantas transgénicas, y concretamente, por el uso de maíz transgénico. En consonancia con ello, se diseñó una legislación específica (LBOGM), se han firmado tratados internacionales como el Protocolo de Cartagena y se dio pie a la creación de un nuevo organismo institucional (CIBIOGEM), quien diseña informes nacionales sobre la aplicación de dicho protocolo. No obstante, a razón de una notoria desconfianza social hacia la LBOGM y a la CIBIOGEM por su opacidad y el beneficio que le otorga a las empresas en la comercialización de las semillas transgénicas<sup>19</sup>, y además, por la potencialidad de riesgos específicos como la

---

<sup>19</sup> Es de destacar que inclusive AgroBio manifiesta en su portal de internet el interés por "colaborar con las autoridades en el desarrollo de políticas y regulaciones nacionales que fomenten el cuidado del medio ambiente y la salud, además de la inversión y la transferencia de tecnología". Al respecto, vale aclarar que contrario a negar la influencia de la industria en los marcos normativos y en los procesos de innovación, lo que se espera es el establecimiento de relaciones con enfoques más sociales en lugar de empresariales entre industria, academia e instituciones gubernamentales. Es claro que los procesos de

transferencia de transgenes a maíces nativos, se integraron grupos sociales de ambientalistas, agricultores, campesinos e incluso científicos quienes actúan de acuerdo a valores científicos, ecológicos y culturales, llevando sus acciones incluso, como se ejemplificó con la demanda colectiva, hasta tribunales federales.

Hasta aquí he presentado a actores específicos de la controversia mexicana sobre la introducción de maíz transgénico. Para su estudio me he valido de las aportaciones planteadas por Javier Echeverría con el concepto de *tecnociencia*, para visualizar y comprender un debate que adquiere un cariz cada vez más complejo por los elementos políticos y sociales que lo componen.

Vemos entonces que la producción de maíz transgénico en México corresponde con un sistema tecnocientífico notablemente controvertido (Olivé, 2007: 118) tanto

---

innovación dependen de la articulación coordinada de actores provenientes de diferentes ámbitos, principalmente público, privado y educativo. Normalmente la acción conjunta de estos sectores se da en el marco de los Sistemas Nacionales de Innovación (SNI). Dentro de los SNI se establecen interacciones y flujos de conocimiento entre los componentes del sistema, que participan de diferentes formas con el fin de fomentar las actividades de la innovación. Los vínculos entre las empresas y la academia representan una de las interacciones más importantes dentro de los SNI (Dutrénit et al., 2010: 86), ya que se le ha atribuido al sector privado la capacidad de originar innovaciones con valor económico dentro de un mercado (Albornoz, 2012:26). No obstante, dentro del SNI mexicano, las empresas nacionales constituyen un eslabón débil, a causa de su limitada formación en capacidades tecnológicas. Algunas de las razones de esto es que la inversión en I+D está concentrada en un puñado de grandes empresas nacionales o multinacionales, y en que los patrones de innovación están principalmente orientados a la adaptación local de tecnologías extranjeras que a la creación de tecnologías nativas (Dutrénit et al., 2010: 87), situación evidente en el caso de los OGM para la agricultura de México. Desde comienzos del siglo XXI la problematización en torno al enfoque empresarial de la innovación ha ido en incremento, al tiempo que se han generado propuestas alternativas de innovación basadas en la inclusión social. Con los procesos de innovación social se pretende fomentar la articulación entre instituciones públicas, la academia, el sector empresarial y la sociedad, pero a través de prácticas como la democratización de los resultados de la ciencia y de los procesos de producción de conocimiento, la apertura de la participación ciudadana en la definición de la agenda y propósitos de las políticas públicas, con el fin de promover la creación de iniciativas socialmente valiosas (Vila-Viñas & Barandiaran, 2015). En ese sentido, se recalca que para el caso de la investigación agrícola, es acuciante que se impulsen espacios de innovación que no se encuentren dominados por prácticas y valores de compañías transnacionales, sino que se trabaje en el fomento de la investigación pública multidisciplinaria, la vinculación con pequeñas y medianas empresas, la participación ciudadana y la integración de conocimiento tradicional además del científico, para el desarrollo de innovaciones de carácter descentralizado y participativo que bien puedan contribuir a la mejora de los sistemas agrícolas. Para profundizar en el tema de la innovación social se puede consultar Thomas et al.(2015) y Vila-Viñas & Barandiaran (2015).

por la producción intencional de innovaciones artefactuales, a las que nombramos organismos genéticamente modificados cuya producción y comercialización se encuentra dominada por empresas monopólicas que persiguen fines de lucro mediante la instrumentalización del conocimiento científico de la biotecnología e ingeniería genética<sup>20</sup>. Asimismo, se vio que en la tecnociencia de producción de maíz transgénico se integran múltiples actores sociales quienes expresan diferentes posturas, valores e intereses en el diseño y producción de los organismos transgénicos, como en los debates y toma de decisiones respecto a sus riesgos y beneficios.

Dicho proyecto tecnocientífico claramente ha desembocado en relaciones sociales conflictivas, que se expresan conjuntamente mediante una controversia vigente hasta el día de hoy. He mostrado que la dinámica y trayectoria de dicha controversia se encuentra conformada por esferas sociales de distintos ámbitos como el científico, el empresarial y el político. Presentar la pluralidad de actores sociales resulta de utilidad debido a que, de este modo, se expresa explícitamente que la evaluación de una tecnociencia, en este caso la relativa a lo benéfico o riesgoso del uso de maíz transgénico en México, ha traspasado las fronteras del conocimiento científico y le ha dado espacio a los criterios extra epistémicos que plantean otros actores, por

---

<sup>20</sup> En el mundo la producción de transgénicos se encuentra dominada por empresas transnacionales como Bayer, Monsanto, DuPont, Syngenta y Dow. En México antes de la entrada en vigor de la LBOGM, de 1988-2005, los centros públicos de investigación participaron con más del 40% del total de las solicitudes de permisos para la liberación experimental al ambiente de OGM. Sin embargo, a partir del proceso regulatorio, la participación del sector público disminuyó a 7.2 % (PECiTI, s.f.: 39). Desde entonces, el cultivo de OGM en México se ha concentrado en empresas transnacionales quienes son las solicitantes de los permisos y no los agricultores. Debido a ello, resulta necesario impulsar la investigación nacional con el fin de evitar que se continúen generando monopolios en la comercialización de las semillas transgénicas (PECiTI, s.f.: 39), cuyas prácticas de privatización del conocimiento conllevan serios conflictos sociales y éticos. Los detalles de las resoluciones emitidas para las solicitudes de permiso de liberación al ambiente de OGM de 1988 a 2017 en México se pueden consultar en <http://www.conacyt.gob.mx/cibiogem/index.php/resoluciones/resoluciones-permisos>

ejemplo los empresarios y campesinos, e incluso los mismos jueces que han adquirido responsabilidades legales al ocuparse de la demanda presentada por la organización civil.

Se vio que la interacción entre los actores puede ser de naturaleza conflictiva o de común acuerdo, ya sea por la disparidad o concordancia de intereses que poseen. Asimismo, se expuso que los grupos sociales tienen la capacidad de darle rumbo y modificar la controversia por medio de las relaciones que se establecen entre ellos. Dichas relaciones conllevan acciones diversas, organizadas y dirigidas, según la base de valores heterogéneos sobre la que se encuentran.

En el siguiente capítulo se situará el contexto específico de México como país centro de origen y diversificación del maíz, con el objetivo de ampliar la discusión al espacio de las tensiones generadas entre los aspectos tecnocientíficos y los bioculturales, los cuales son inseparables del contexto mexicano.

## **CAPÍTULO 2**

### **BIOCULTURA Y TECNOCENCIA**

#### **2.1 INTRODUCCIÓN**

Afirmé en el capítulo anterior que nos encontramos ante el predominio de la tecnociencia, como una nueva modalidad de la ciencia consecuencia de importantes transformaciones que, a lo largo del siglo XX, ha sufrido principalmente la práctica científica. Vimos que por su complejidad, el análisis de un desarrollo tecnocientífico requiere ser abordado como un fenómeno integrado por distintos actores sociales provenientes de diversos ámbitos, que realizan acciones específicas de acuerdo al conjunto de creencias, intereses y valores que poseen. Se dijo también, que el maíz es uno de los principales organismos biológicos que han sido objeto de manipulación genética para el diseño y cultivo de variedades transgénicas en distintos países del mundo, entre ellos México, lugar donde se ha desatado una fuerte controversia social.

La discusión en México es especialmente importante, debido a que el maíz es el cultivo más importante del país desde el punto de vista alimentario, político, económico y social. El 80 % de la superficie total sembrada corresponde a la agricultura de temporal y está a cargo de aproximadamente 2 millones de productores de pequeña escala, lo que corresponde a más de la mitad de la producción nacional, y cuya siembra es principalmente para autoconsumo. El otro 20 % corresponde con

maíces híbridos utilizados para la agroindustria, cuya producción ocurre bajo el sistema de agricultura de riego con un alto consumo de agroquímicos (Fernández Suárez *et al.*, 2013)

Ahora bien, debido al vínculo existente desde hace miles de años entre biodiversidad y cultura, el maíz ha adquirido amplia riqueza y valor cultural en México. Resulta relevante abordar tal situación, ya que en numerosas ocasiones el debate e incluso la normatividad relativa al maíz transgénico, se han centrado en temas tales como los peligros a la salud y al ambiente. Si bien tales aspectos son de suma importancia, es inadecuado considerarlos de manera exclusiva, ya que aquellos aspectos de sociales y culturales propios de la nación mexicana son también ampliamente relevantes en la discusión. Además, cabe decir que tales aspectos están considerados en el artículo 26 del Protocolo de Cartagena del que México es Parte y en el artículo 9 fracción XVII de la LBOGM, pero a pesar de ello los criterios institucionales para liberar al ambiente cualquier OGM terminan por recaer exclusivamente en elementos científicos y técnicos relativos a la bioseguridad.

Por lo anterior, en el presente capítulo se comenzará abordando el término *biocultura* con la intención de comprender las relaciones naturaleza-sociedad que se han gestado en el proceso histórico y social que dio origen al maíz. Esto permitirá comprender la importancia de dicha planta en virtud de ser un bien biocultural de México, asimismo, entender a mayor cabalidad la situación del contexto mexicano desde un punto de vista social y cultural, diferenciado de países que son potencias agrícolas exportadoras y altamente productoras de transgénicos como es el caso de Estado Unidos y Canadá, en los que se promueve ampliamente la producción de

dichos cultivos. Curiosamente ninguno de estos dos países son Parte en el Protocolo de Cartagena<sup>21</sup>.

Los elementos que otorgan al maíz nativo el lugar de bien biocultural contrastan con aquellos factores que distinguen inherentemente a los sistemas tecnocientíficos, de los cuales el maíz transgénico es producto. El análisis presentado en este capítulo ahondará en aspectos relevantes para ser incorporados al debate que se demarcan de aquellos que refieren estrictamente a la evidencia científica y técnica. Así, el objetivo en este capítulo es entender, a través del concepto *biocultura*, las particularidades del contexto mexicano. Con ello se pretende dar cuenta de las tensiones, epistémicas y axiológicas, que emergen entre los aspectos subyacentes a un contexto biocultural y los pertenecientes al proyecto tecnocientífico del maíz transgénico. La idea es aportar elementos para una evaluación social integral que, sin perder de vista el contexto tecnocientífico dentro del cual se promueve la siembra de variedades transgénicas de maíz, enfatice en integrar a las discusiones dominantes dentro de las ciencias naturales, las consideraciones sociales y culturales del maíz en México. Estos elementos serán de utilidad para una discusión democrática de toma de decisiones fomentada por principios epistemológicos plurales y principios éticos acordes a la responsabilidad, la justicia, la igualdad y el respeto al medio ambiente.

---

<sup>21</sup> Para consultar los países que son Parte del Protocolo, visítase: "Partes en el Protocolo y firmantes del Protocolo Suplementario" en <https://bch.cbd.int/protocol/parties/>

## 2.2 ¿QUÉ SE ENTIENDE POR BIOCULTURA?

Las diferentes formas de interacción y apropiación de los pueblos en su entorno natural se presentan a través de dinámicas que ocurren tanto en lo afectivo como en lo práctico-utilitario, mediadas por una cosmovisión y un complejo sistema simbólico que tiene una sociedad sobre el mundo (Machuca R., 2009: 176). Es decir, en las relaciones que suceden entre una sociedad y su ambiente natural, intervienen creencias y valores que se encuentran en la base de las distintas prácticas llevadas a cabo por los grupos sociales, generando así, vínculos concretos entre la diversidad cultural y la diversidad biológica.

Un sistema biocultural está caracterizado por integrar de manera conjunta en un espacio determinado la diversidad biológica y la diversidad cultural, la primera entendida como ecosistemas, genes, especies de plantas; y la segunda expresada en diversidad de lenguas, valores, conocimientos o cosmovisiones. Al respecto, algunos autores sugieren que en los espacios donde hay una amplia biodiversidad también existe una amplia diversidad lingüística (Machuca R., 2009). En América las regiones de diversidad biocultural se encuentran principalmente en países multiculturales como Brasil, Colombia, México, Perú y Ecuador (Betancourt Posada & Cruz Marín, 2009: 226).

Es importante mencionar que si bien las condiciones climáticas, ecológicas o geográficas son determinantes para la constitución de la diversidad biocultural, también lo son el conjunto de creencias, prácticas sociales y culturales ligadas de manera fundamental a los conocimientos tradicionales de las comunidades, especialmente indígenas. Sin embargo, debido a la falta de conocimiento de los

contextos bioculturales, y principalmente por la imposición de intereses de grupos de poder, se ha contribuido a la explotación de la biodiversidad en beneficio de las clases poseedoras de los grandes capitales y en detrimento de comunidades y pueblos poseedores de conocimientos ancestrales. La bioprospección<sup>22</sup>, la promoción del ecoturismo, la explotación de los recursos naturales, así como las nuevas dinámicas sociales generadas en el contexto actual de globalización, como la migración de hombres y mujeres en búsqueda de otras fuentes de trabajo, son factores que ponen en riesgo la preservación de la diversidad biocultural (Betancourt Posada & Cruz Marín, 2009: 236).

## **2.3 MAÍZ: BIODIVERSIDAD CULTURALMENTE CREADA**

### **2.3.1 MÉXICO, CENTRO DE ORIGEN Y DIVERSIFICACIÓN GENÉTICA DEL MAÍZ**

Los estudios para determinar el origen del maíz han ocupado a investigadores de distintas especialidades como biología, antropología, historia y arqueología. Son diversas las teorías que se han desarrollado sobre el origen del maíz. De acuerdo a Kato *et al.* (2009: 15), las dos principales son la teoría unicéntrica y la multicéntrica. La primera indica, *grosso modo*, que la domesticación pudo haber ocurrido en un lugar específico a partir del cual se produjo la diversificación. La segunda teoría establece

---

<sup>22</sup> La bioprospección consiste en el rastreo, recolección, clasificación y aprovechamiento de la diversidad biológica, principalmente, por parte de las empresas transnacionales biotecnológicas que buscan reducir enormemente sus costos en la producción, por ejemplo, de fármacos y cosméticos, mediante el aprovechamiento comercial de los conocimientos tradicionales de comunidades que habitan en zonas con alta biodiversidad (Betancourt Posada & Cruz Marín, 2009: 112). Este tipo de prácticas reflejan la importancia económica de los conocimientos tradicionales y son conocidas también bajo el apelativo de *biopiratería*, ya que suelen ocurrir sin beneficio alguno para las comunidades que detentan dichos conocimientos.

que el origen del maíz pudo haberse dado en diferentes momentos y lugares a partir de distintas poblaciones de un pasto silvestre denominado teocintle, hace aproximadamente 8 000 años. Los autores sostienen que en consideración a la complejidad y multidimensionalidad de los procesos evolutivos, la teoría más adecuada para comprender el origen y la diversificación del maíz es la multicéntrica.

México es el único lugar en donde se resguarda naturalmente toda la información genética del maíz, la cual representa una gran riqueza por su potencial para continuar con la diversificación biológica. En el marco del proyecto global de maíces nativos, de 2006-2010 la CONABIO llevó a cabo la investigación "Recopilación, generación, actualización y análisis de información acerca de la diversidad genética de maíces nativos y sus parientes silvestres en México". En dicha investigación, se llegó a la conclusión de que todo el territorio mexicano es centro de origen y diversificación genética de las razas nativas de maíces, puesto que éstas fueron encontradas en todo el territorio nacional. En total se registraron 56 razas de maíces nativos en norte, centro y sur del país (Lazos & Chauvet, s.f.: 485). Estos resultados son de carácter fundamental para la conservación de los maíces nativos, porque con ellos se rechaza aquella idea sostenida por algunas instituciones gubernamentales de considerar el norte de México libre de maíces nativos y por ende, viable para la siembra de maíz transgénico (Lazos & Chauvet, (s.f): 41).

La diversificación del maíz se ha dado mediante un proceso de domesticación que consiste en la selección genética por acción de los grupos humanos que seleccionan, favorecen y mantienen poblaciones de especies con ciertas características que les son útiles. El proceso de domesticación persiste hoy en día tanto con la

selección, manejo y cultivo que hacen los agricultores de las distintas variantes de maíces nativos, como con la interacción del maíz cultivado con el teocintle en las regiones donde coinciden naturalmente. Una especie que es domesticada, como es el caso del maíz, se vuelve completamente dependiente del ser humano (Biodiversidad Mexicana, s.f.).

Motivo de su gran diversidad biológica, desde tiempos antiguos el maíz ha sido el principal sustento de los pueblos de Mesoamérica debido al lugar especial que ha tenido en la gastronomía de la población, donde además de la tortilla, se prepara de múltiples maneras, razón por la que el maíz es uno de los alimentos fundamentales en la cocina del mexicano. Actualmente, y a pesar de los cambios tan drásticos que han llevado a la alimentación a una de carácter altamente industrializado, el maíz continúa a lo largo de todo el país como uno de los ingredientes básicos en la dieta de la población por medio de una gran variedad de platillos que brindan enormes beneficios nutrimentales.

Debido a todo lo anterior, adquieren especial importancia los esfuerzos que hoy en día se están realizando para la protección y caracterización del germoplasma nativo cuyo fin persigue la revalorización de los saberes y prácticas tradicionales, los cuales, precisan Fernández Suárez *et al.* (2013), se encuentran relacionados con las operaciones culinarias llevadas a cabo por los distintos grupos humanos que lo han preparado a lo largo de siglos de numerosas maneras, facilitando de este modo, los cambios funcionales y sensoriales que han contribuido en el valor nutrimental del maíz.

El valor histórico y cultural de dicha planta, además de ser consecuencia de su importancia como alimento, también resulta de su papel dentro de las cosmogonías y otros aspectos de las religiones de algunas civilizaciones del México prehispánico. Existen múltiples representaciones y simbolizaciones del maíz en esculturas, pinturas, mitos, cantares y rituales. Igualmente, su valor simbólico se manifiesta en numerosos relatos de los pueblos mesoamericanos en los que el maíz es presentado como alimento sagrado. Así, por ejemplo, López Austin (2013) explica la importancia del maíz en la conformación de la identidad en los pueblos nahuas, otomíes y huastecos, por mencionar algunos.

El maíz aun en la actualidad se encuentra ligado a la identidad de muchas comunidades indígenas y no indígenas (Barros, 2013), en donde su presencia se encuentra en diversas creencias y actividades cotidianas. En estas actividades el maíz es una planta, pero también es símbolo de una identidad colectiva. Su cultivo ha contribuido a la cohesión y permanencia de muchos grupos y comunidades desde hace miles de años a través de un vínculo de reconocimiento colectivo, que es expresado por muchos grupos sociales en la frase "somos hombres de maíz".

De acuerdo a lo que se señaló en el capítulo anterior, el maíz transgénico representa el producto de un sistema tecnocientífico que, como tal, posee una racionalidad concreta en términos epistémicos y axiológicos que entran en fuerte tensión con el contexto biocultural del maíz nativo. Este conflicto debe ser considerado como parte fundamental de la discusión, dado que configura el contexto de inserción de las tecnologías transgénicas. Es importante discutir hasta que punto dicho contexto se vería afectado por la introducción de la variedad transgénica de

maíz y cuál es su relevancia dentro del debate en torno a la aceptación del maíz transgénico en México.

A continuación, se expondrán los conflictos entre ambos contextos a partir de la comprensión de las siguientes tensiones: la epistémica y la axiológica. Se plantea que, desde el punto de vista epistemológico, la producción de maíz transgénico está basada en un entendimiento reduccionista del mundo; mientras que el desarrollo de las variedades nativas de maíz dentro de contextos bioculturales se ha dado de acuerdo a conocimientos tradicionales que involucran el nivel ecosistémico de los ambientes naturales. En cuanto a la tensión axiológica, se expone que la homogeneidad, el predominio de valores de ganancia comercial y la apropiación del conocimiento, representan valores del sistema tecnocientífico que entran en conflicto con el fomento a la diversidad, el reconocimiento de la cultura y el conocimiento como bien común, valores propios de los sistemas bioculturales.

## **2.4 LAS BASES EPISTÉMICAS DEL SISTEMA TECNOCIENTÍFICO Y DEL SISTEMA BIOCULTURAL**

### **2.4.1 TECNOCIENCIA Y REDUCCIONISMO**

La racionalidad científica de la Modernidad surge en el siglo XVII con los planteamientos elaborados por Descartes en *El Discurso del Método*, obra en la cual el autor desarrolla las bases del que sería considerado el método de la ciencia. El método cartesiano se caracteriza por ser un pensamiento mecanicista que enfatiza en el nivel "atómico" de las partes de cualquier sistema, para explicar el todo por medio de la

suma de éstas las cuales, se asume, existen aisladamente y concurren una por una para formar al todo (Muñoz Rubio, 2004).

En la base de dicha postura epistemológica se instaura la dicotomía sujeto-objeto, en donde el *sujeto* corresponde con el hombre que experimenta y conoce; lo restante, es decir, la naturaleza, resulta ser el *objeto* de experimentaciones que busquen explicar fenómenos del mundo. De acuerdo a la epistemología cartesiana, la disociación entre el sujeto cognoscente y el objeto de estudio, constituye el fundamento que garantiza la producción de verdades predecibles sobre el mundo físico y exentas de cualquier elemento de subjetividad (Muñoz Rubio, 2004). Este acercamiento objetivo a la realidad, sugiere una visión antropocéntrica en la que los objetos del mundo aparecen disponibles para ser manipulados y controlados por el hombre occidental de la modernidad, quien se instaura como el centro de todo lo existente. Así, con los principios de la racionalidad cartesiana se generó un método que se pretendía universal y axiológicamente neutral, y que se terminó por legitimar en todas las disciplinas científicas dando versiones fragmentadas de la realidad para conocer e intentar dominar el orden de la naturaleza.

Desde finales del siglo XIX, otras perspectivas epistemológicas como el pragmatismo<sup>23</sup> pusieron en fuerte cuestión esta manera dicotómica y mecanicista de

---

<sup>23</sup> El pragmatismo es una disciplina filosófica que surgió en Estados Unidos de América en la década de 1880. La síntesis que propone la epistemología pragmatista refiere a la integración de ambas dimensiones humanas, la espiritualista y la materialista, ya que cada visión de manera aislada no es suficiente para comprender el pensamiento y la actividad humana. Así pues, la orientación pragmatista busca superar la dicotomía sujeto-objeto, al sostener que el sujeto se constituye a través de su acción reflexiva e inteligente, considerando diversos elementos como normas, intuiciones, el contexto histórico, material y cultural en el que se dan las acciones. De esta manera, la acción pragmatista pretende vincular ambos extremos ya que de otro modo nos concebiríamos como seres pasivos incapaces de relacionarnos con nuestro medio o, por otro lado, como seres sin mediación cognoscitiva entre la voluntad y la experiencia (Faerna, 1996).

conocer el mundo. Frente a la verdad "absoluta" proporcionada por el método científico de la modernidad, las críticas al cartesianismo plantearon que los resultados de la ciencia son tan sólo probables y no absolutos, y además, que en los procesos de producción y aceptación de conocimiento se encuentran imbricados aspectos sociales.

El paradigma reduccionista cartesiano ha tenido una fuerte influencia en las ciencias físicas, químicas y las biológicas. Particularmente, en estas últimas se ha instaurado decisivamente dentro de la ingeniería genética después del descubrimiento de la estructura molecular del ADN y el posterior desarrollo de la biología molecular. Los genes fueron entonces concebidos por el mundo de la biología molecular como las partes esenciales o las unidades fundamentales de la vida, cuya sumatoria, de acuerdo a esta visión, resultaría en la conformación de los organismos vivos.

Desde entonces, la ciencia se ha fascinado con el descubrimiento de las unidades mínimas de los seres vivos para comprender y explicar un sinnúmero de fenómenos, así como para atender importantes problemas sociales, por ejemplo los de salud pública. Uno de los casos más ilustrativos al respecto es el desarrollo del Proyecto del Genoma Humano (PGH)<sup>24</sup>, con el que se conoció toda la secuencia genética humana. Sin embargo, estos hallazgos científicos condujeron al anhelo por

---

<sup>24</sup> La realización del Proyecto del Genoma Humano (PGH) constituyó el programa más importante en biomedicina durante el siglo XX. Los resultados del PGH dejaron en claro las similitudes entre humanos al demostrar que compartimos el 99.9% de secuencias genéticas sin importar las características físicas y la población a la que se pertenezca. Con estos resultados quedó fuera la base biológica en la que se pueda sustentar el concepto de *raza*. Las semejanzas de los humanos con otros seres vivos, por ejemplo la mosca de la fruta, los ratones y los chimpancés, también fueron sumamente significativas. El conocimiento proporcionado por el PGH permitió el diagnóstico predictivo de muchas enfermedades y la clonación de diversas especies. Mediante este proyecto, también se concluyó que el número de genes en la especie humana es menor al esperado y que además, un mismo gen puede dar lugar a varias proteínas. Igualmente, trajo consigo numerosas discusiones bioéticas en torno al cómo y al quién hace uso de la información genética de los seres vivos (Alonso *et al.*, 2013).

ofrecer explicaciones genéticas a todo comportamiento de los seres vivos, e incluso, problemas como la desigualdad y la pobreza de los individuos tenían una justificación biológica que influía más que las condiciones sociales o el ambiente en el que vivían, cayendo así en una postura determinista en relación a los genes. Este enfoque determinista genético sostiene que los genes de los individuos son los causantes centrales de todo los fenómenos que suceden en su vida, y si bien no se rechaza la relevancia de ellos en las características de los seres vivos, una postura crítica hacia el determinismo afirma que el comportamiento se encuentra influido además por otros factores como la cultura, el medio social, la tecnología y la educación, y no sólo por la carga genética de los individuos (Alonso *et al.*, 2013).

Con relación a lo anterior, es importante destacar que, desde el punto de vista epistemológico, el diseño de plantas transgénicas se encuentra sustentado en el modelo mecanicista conocido como "dogma central" de la biología molecular, el cual adjudica a un solo gen la manifestación de características complejas en los seres vivos. Este modelo simplista sobre el que descansa la síntesis de OGM promueve una relación lineal, unidireccional y causal uno a uno gen-proteína (Muñoz Rubio, 2004). El proceso de esta relación, dicho *grosso modo*, comienza con la información contenida en la molécula de ADN, su posterior transcripción en ARN y finalmente su traducción en proteínas. Esta aproximación para comprender la expresión genética de los seres vivos contiene una visión reduccionista que si bien ha permitido la comprensión exitosa de muchos fenómenos celulares, resulta insuficiente para abordar la complejidad de los fenómenos de la vida puesto que desestima fuera del nivel molecular, los niveles celular, orgánico y ecosistémico en la dinámica de los seres

vivos. Explica Muñoz Rubio (2004) que mientras mayor sea la complejidad de un sistema, más posibilidades habrá de que la predictibilidad sobre dicho sistema sea errónea. Por lo que resulta posible que la ingeniería genética prediga resultados a corto plazo pero difícilmente lo hará para periodos más largos de tiempo. Debido a su lógica fragmentaria e inmedatista, el dogma central de la biología molecular resulta un paradigma fuertemente limitado para conocer los efectos a largo plazo de la inserción de transgenes en los seres vivos.

Si bien es cierto que la estrategia reduccionista ha dado resultados exitosos a lo largo de la historia de la ciencia moderna, es importante recalcar que desde la perspectiva explicativa de la biología molecular, se generan fuertes sesgos en el entendimiento de los fenómenos de la vida. En ese sentido es que afirma Suárez (2005), que cuando se acepta sin discusión el modelo reduccionista y se ignora la importancia de factores adicionales a los genes, se termina por llegar a un determinismo genético. Por el contrario, al comprender el error de atribuir un lugar central y privilegiado a los genes en la búsqueda de respuestas a problemas complejos, se entenderá la poca utilidad que representa conocer la información genética, si se desconocen los mecanismos de regulación, la manera en que interactúa una secuencia genética con otros productos celulares y la información del ambiente de los organismos (Suárez, 2005). Al respecto, cabe decir que la propia ciencia recientemente ha adoptado orientaciones distintas con acercamientos más complejos e integrales, que los planteados por las posturas reduccionistas<sup>25</sup>.

---

<sup>25</sup>Ejemplo de ello son las denominadas ciencias de la complejidad, las cuales parten de una ruptura con la epistemología de la modernidad y con los límites disciplinares que ésta supone. El acercamiento epistemológico de las ciencias de la complejidad, que incluye tanto a las ciencias naturales como las

En contraste con lo que se afirma desde el fundamento epistémico del sistema tecnocientífico de plantas transgénicas, una mirada integral y crítica del reduccionismo genético sostiene que los genes son un componente más dentro de un sistema, en donde se presentan todo un conjunto de relaciones establecidas en el espacio- tiempo entre las partes y el todo. Son entonces este tipo de interacciones las que explicarían las funciones y características de los seres vivos, y no funciones de tipo lineal iniciadas con los genes, entendidos estos últimos, como unidades fundamentales establecidas en orden jerárquico respecto a otros componentes del sistema (Muñoz Rubio, 2004)<sup>26</sup>.

#### 2.4.2 BIOCULTURA Y COMPLEJIDAD

Contrario a los postulados epistémicos de la modernidad (objetividad, neutralidad, reduccionismo, antropocentrismo) que han delineado la forma dominante de entender, explicar e intervenir en el mundo y cuya vigencia hoy en día enmarca la producción tecnocientífica de transgénicos; el sistema biocultural que constituye al contexto mexicano, se caracteriza por poseer fundamentos epistémicos que implican otra representación del mundo y de la naturaleza. Como se mencionó líneas arriba, el

---

sociales, se encuentra basado en enfoques integrales que conciben a la naturaleza a través de procesos integrados y no como componentes aislados de un sistema. Desde este acercamiento, el trabajo interdisciplinar se presenta deseable para establecer interacciones y diálogos entre las diversas disciplinas del conocimiento en la búsqueda de soluciones. La UNAM cuenta con el Centro de Ciencias de la Complejidad (C3), como muestra de la importancia de este tipo de investigación científica para la solución de problemas sociales y ambientales.

<sup>26</sup>El campo de la filosofía de la biología es testigo de interesantes discusiones que se muestran críticas del dogma central de la biología molecular, del reduccionismo y determinismo genético y del concepto de gen como una secuencia de ADN. En dichas discusiones se advierte la importancia de los niveles organicistas, sistémicos y ambientales para comprender, de manera más precisa, lo que es un gen y su función en un organismo (Pridmore, 2008).

conocimiento tradicional ha fungido como elemento sobresaliente en el proceso que dio origen a la gran diversidad de razas y variedades de maíz que hoy en día en su conjunto conforman un bien biocultural en constante diversificación. Es por tal motivo que la comprensión sobre qué son los conocimientos tradicionales y por qué son importantes, adquiere un valioso significado.

De acuerdo a Valladares y Olivé (2015), los conocimientos tradicionales se configuran dentro de una matriz cultural que integra representaciones, creencias, valores, fines y acciones que evidencian una notoria dimensión práctica. Todo ello dentro de un entorno particular que permite generar arraigo a un determinado territorio. La transmisión y preservación de los conocimientos tradicionales ocurre colectivamente a través de generaciones por medio de procesos dinámicos de interacciones con otros agentes del mundo, sean estos objetos, elementos del entorno natural u otros humanos. Es por esto que Valladares y Olivé (2015) enfatizan la importancia de las manifestaciones prácticas sociales de los conocimientos tradicionales, puesto que por medio de éstas ocurren "...las interacciones, habilidades, interpretaciones, representaciones y circulaciones del conocimiento"<sup>27</sup>.

Debido a su carácter principalmente práctico y a la manera en la que se han gestado a lo largo de años, los conocimientos tradicionales poseen un fuerte componente tácito<sup>28</sup>. Es por esta razón que la representación de dichos conocimientos

---

<sup>27</sup>Es importante mencionar al respecto que el carácter colectivo y la matriz cultural no son características exclusivas de los conocimientos tradicionales, ya que todo el conocimiento, incluido el científico, se comparte y distribuye socialmente de acuerdo a la disposición social, material y epistémica de la actividad humana (Valladares & Olivé, 2015).

<sup>28</sup>El conocimiento tácito se distingue del conocimiento codificado porque se desarrolla y se transmite por medio de la interacción entre los individuos. Es un concepto profusamente utilizado en los Estudios Sociales de la Ciencia para comprender las diferentes formas y espacios en los que el conocimiento es adquirido por los sujetos. Vale recalcar que el conocimiento tácito no es exclusivo de los saberes

no sucede como en el caso de la ciencia a través de un lenguaje formal de símbolos, palabras y números (Valladares & Olivé, 2015). En cambio, sí los encontraremos en espacios de prácticas habituales de las sociedades entretejidos en la vida cotidiana como parte de procesos laborales, rituales religiosos e inclusive dentro de un amplio abanico de leyendas y de fiestas (Betancourt Posada & Cruz Marín, 2009: 233). Esta situación resulta por demás notoria en México con respecto al maíz cuyo significado y uso social es valioso, entre otras cosas, porque aporta elementos en la construcción de la identidad cultural de los pueblos. Para reconocer la importancia y el elevado valor de los conocimientos tradicionales en las sociedades actuales, es necesario analizarlos de acuerdo a su contexto biocultural en el que se incluyen ciertas cosmovisiones sobre el mundo, diferentes valores y dimensiones sociales y materiales, que no corresponden con los estándares de la ciencia moderna (Valladares & Olivé, 2015).

A pesar de su valor epistemológico y ambiental, los conocimientos tradicionales han sido desestimados por diferentes grupos sociales al ser considerados como mera información sin valor social, o quizá sólo valiosos para unas cuantas minorías. Esto, aunado a la idea aún imperante en nuestros días de que el uso exclusivo del conocimiento científico y tecnológico es fuente inmediata del progreso socioeconómico de la humanidad<sup>29</sup>. No obstante esta percepción, el valor de los conocimientos tradicionales ha sido reconocido en diferentes espacios institucionales por su importancia en la preservación de la biodiversidad y su concomitante potencial

---

tradicionales, éste también se presenta en prácticas que van desde cómo aprender a andar en bicicleta, por mencionar un ejemplo, hasta la interiorización de las operaciones por parte de los científicos para realizar su trabajo.

<sup>29</sup>Esta relación lineal entre ciencia, tecnología y sociedad a nivel internacional se insertó decisivamente desde mediados del siglo XX en el ámbito de las políticas públicas de ciencia y tecnología. Por su simplicidad, la linealidad de este proceso ha sido fuertemente cuestionada y se han desarrollado análisis críticos que contemplan otra relación entre ciencia, tecnología y sociedad (Velho, 2011).

para resolver problemas sociales y ambientales, así como para impactar en el ámbito de las políticas públicas sobre educación, cultura y promoción de la diversidad lingüística, de ahí que aparezcan mencionados en documentos como el Convenio sobre Diversidad Biológica (CDB)<sup>30</sup> y en documentos emitidos por la UNESCO (Valladares & Olivé, 2015). De hecho, en el documento titulado "Acuerdo por el que se determinan centros de origen y centros de diversidad genética del maíz", expedido en 2012 por la SAGARPA, se afirma la necesidad de apoyar a los agricultores que utilicen los conocimientos tradicionales, sin embargo tal afirmación aparece delimitada a la conservación de los parientes silvestres del maíz, y no se hace el mismo señalamiento para el maíz nativo en sí mismo. Además, a pesar de la referencia a los conocimientos tradicionales no se ofrece ninguna definición de ellos, ni las estrategias de apoyo a los agricultores que los utilizan (Acuerdo por el que se determinan Centros de Origen y Centros de Diversidad Genética del Maíz, 2012).

El conflicto entre el saber científico y el tradicional agrícola deviene significativo en el contexto mexicano, hecho que no sucede en otros países que no son centro de origen del maíz. Dentro de la controversia tecnocientífica en México, las imágenes tradicionales de la ciencia, expresadas en la insistencia por la exclusividad del conocimiento y la metodología de la biología molecular y la ingeniería genética, se confrontan con el reconocimiento de la diversidad y la subjetividad en los procesos de construcción de los conocimientos tradicionales. Bajo esa línea sostiene Leff:

---

<sup>30</sup>México es signatario desde 1993 del Convenio sobre Diversidad Biológica (CDB) de la Organización de las Naciones Unidas (ONU). Las responsabilidades estipuladas en tal convenio son: conservar y usar de manera sostenible la diversidad biológica; repartir de manera justa y equitativa los beneficios que se deriven del uso de los recursos genéticos; respetar, preservar y mantener los conocimientos tradicionales de pueblos indígenas y comunidades locales relacionados con el uso sostenible de la diversidad biológica y controlar los riesgos derivados del uso de organismos modificados por la biotecnología; entre otras.

Esta racionalidad científico-tecnológica ha constituido un proyecto opuesto a la productividad de lo heterogéneo, al potencial de lo diferente, a la integridad de lo específico y a la articulación de lo diverso... (Leff E. , 2006: 53).

Las prácticas relativas a los conocimientos tradicionales hacen explícitos los vínculos entre sociedad y ambiente natural, mediados por distintas cargas simbólicas y culturales.

Entonces, es posible hablar de la presencia de dos culturas epistémicas cuyas prácticas asociadas, implican distintos procesos sobre la diversidad genética del maíz (Bonneuil *et al.*, 2014). Por un lado, el reduccionismo genético como un criterio epistemológico que abstrae a los genes de su contexto social y ambiental, ignorando así la complejidad social y ecológica de la diversidad genética que ocurre más allá del laboratorio o de los espacios delimitados en campos experimentales. En cambio, la cultura epistémica biocultural reconoce a dicha diversidad producto del flujo génico en tanto proceso social, cultural y dinámico que sucede en el ambiente natural (Bonneuil *et al.*, 2014: 917-919). Así, la tecnociencia manifiesta una supuesta capacidad de control de los procesos biológicos como la variación del genoma y el flujo génico mediante diversas estrategias, por ejemplo, el uso de barreras físicas para limitar el contacto de las especies con el medio ambiente y evitar el intercambio de semillas entre agricultores. Por su parte, los procesos ligados a los conocimientos bioculturales fomentan tales procesos de variación genética, reconociendo que la diversidad es consecuencia de un entramado dinámico social, cultural y ecológico que

sucede en el ambiente natural, por lo que lejos de controlar el flujo de genes, la cultura epistémica biocultural, lo requiere y fomenta.

## **2.5 TENSION AXIOLÓGICA**

### **2.5.1 HOMOGENEIDAD Y DIVERSIDAD**

Como se adelantó en el capítulo anterior, los conflictos de valores entre los actores sociales involucrados son un aspecto inherente de las controversias tecnocientíficas, debido a la presencia de distintos intereses y compromisos conceptuales que se tienen sobre el mundo y la ciencia. Los valores del sistema tecnocientífico, en tanto que pretenden el avance y expansión del maíz transgénico, se confrontan con aquellos valores que buscan su regulación e incluso su rechazo, tales valores se visibilizan profundamente en el espacio biocultural.

Debido a su estrecha relación con la conservación de la biodiversidad y la construcción de la sustentabilidad de acuerdo a prácticas guiadas por significaciones culturales y contra hegemónicas de percibir, apropiarse y manejar la naturaleza, los valores bioculturales pueden ser situados significativamente dentro de una dimensión ecológica como parte de lo que Leff (2006) denomina *racionalidad ambiental*. Para Leff, la racionalidad ambiental es un sistema de pensamiento y comportamiento de los actores sociales basado en la integración de lo real y lo simbólico, de la naturaleza y la cultura, como principio para sustentar procesos de convivencia social en una

racionalidad productiva que esté en consonancia con propósitos políticos y éticos relativos a la equidad, la diversidad y la sustentabilidad<sup>31</sup> (Leff 2006).

La conservación de la diversidad de maíces y las prácticas sustentables asociadas a ella son entonces valores que configuran la racionalidad ambiental bajo la que se desarrolla el contexto biocultural. Tales valores se encuentran directamente relacionados con el reconocimiento de la existencia y la importancia de la diversidad de razas y variedades de maíces nativos, así como con el reconocimiento y preocupación por la preservación de las prácticas con valores ambientales y culturales, en las que se circunscribe la persistencia del maíz nativo.

Contrario a la homogeneidad como uno de los valores predominantes de las prácticas tecnocientíficas de producción de maíz transgénico, las prácticas y valores del saber biocultural en torno al maíz nativo se han configurado sobre la base de la diversidad. Actualmente, el uso de maíz dentro del sistema tecnocientífico está orientado para funcionar en un sistema agrícola basado en el monocultivo a través del uso, principalmente, de dos variedades de maíz con las características de resistencia herbicidas, insectos o ambas a la vez (Chauvet, 2015: 168). Por su parte, la heterogeneidad en el contexto del sistema biocultural recae en la utilización de numerosas razas de maíces nativos empleando la milpa como sistema agroecológico basado en el policultivo. De acuerdo a Boege (2008: 25), el uso de pocas variedades genéticas en el sistema de monocultivo conlleva el riesgo de provocar una erosión genética, así como un incremento de la vulnerabilidad de los cultivos a cambios

---

<sup>31</sup>Leff (2006) hace notar que la sustentabilidad trasciende al ámbito de la ciencia, para convertirse en un proyecto político inscrito en el reconocimiento de racionalidades diversas y en formas de legitimación de saberes.

drásticos del clima, al ataque de insectos y enfermedades. De igual manera, se incrementa el riesgo de una pérdida acelerada en la diversidad de alimentos, y con ello, de la seguridad alimentaria.

Además, la diversidad biológica de los maíces nativos ha dado pie a que este alimento sea la base de una infinidad de platillos diversos de la cocina tradicional mexicana, la cual vale recalcar, es considerada Patrimonio Cultural Inmaterial de la Humanidad por la Organización de las Naciones Unidas para la Educación, la Ciencia y la Cultura (UNESCO). Una de las razones para este reconocimiento son las prácticas agrícolas, culturales, conocimientos tradicionales y técnicas culinarias asociadas a las 700 formas de preparación del maíz. Explican Fernández *et al.* (2013) que las variedades de maíces que no son nativas, por ejemplo lo híbridos, no poseen las características que permiten proporcionarle la calidad necesaria al maíz para preparar platillos tradicionales específicos.

Reconocer el valor epistémico y cultural de los saberes tradicionales, pasa necesariamente por reconocer a los grupos sociales que han contribuido en su conformación y que actualmente los poseen, como actores relevantes para la conservación y generación de la biodiversidad del maíz. Dentro del contexto tecnocientífico, los agricultores son considerados meros usuarios que año con año deben comprar semillas a la agroindustria y que, además, no realizan o no deberían realizar prácticas de intercambio. Esta situación implica un control vertical que va de los proveedores a los campesinos como compradores. En el caso del sistema

biocultural los campesinos y pequeños agricultores<sup>32</sup>, son actores que realizan múltiples prácticas respecto a las semillas: las guardan, las seleccionan e intercambian de acuerdo a ciertas características de interés para la venta, la siembra y por demás razones culturales y sociales. En este caso, no se trata de un sistema vertical sino de una red interconectada de actores y prácticas que favorecen la persistencia de cultivos heterogéneos y la diversidad de variedades de maíces (Bonneuil *et al.*, 2014: 916).

### 2.5.2 CONOCIMIENTO PÚBLICO Y CONOCIMIENTO PRIVADO

La tensión axiológica se manifiesta también en torno a los valores de lo privado y de lo público. Una característica fundamental de la tecnociencia es su tendencia por la privatización tanto del conocimiento como de los bienes naturales, por parte de la industria agrobiotecnológica a consecuencia de la racionalidad utilitarista que subyace a los sistemas tecnocientíficos.

En realidad, desde los inicios de la tecnociencia biotecnológica de ingeniería genética, la presencia de la industria privada ha ocupado un papel preponderante en la implementación de los alimentos genéticamente modificados. Poco tiempo después de los hallazgos de aquella primera publicación en 1983 de Herrera Estrella y colaboradores, fue la compañía *Calgene*, y no un instituto de investigación o una universidad pública, quien desarrolló el primer alimento para consumo humano

---

<sup>32</sup> La producción de maíz se encuentra dividida entre los pequeños agricultores quienes ocupan el mayor porcentaje de tierras productivas y cuya siembra es principalmente para autoconsumo. Por otro lado, se encuentran los grandes productores que siembran zonas de riego y cuya producción está destinada para la venta. Los recursos genéticos del maíz se han mantenido debido a los pequeños agricultores que trabajan en sistemas tradicionales según los siguientes procesos: 1) selección de la variedad; 2) fomento del flujo de semillas y; 3) manejo y selección de la semilla (Kato *et al.*, 2009: 85).

modificado genéticamente: el tomate *Flavr Savr*® y cuya aprobación para ser comercializado se dio en 1994 (GM crops: A story in numbers , 2013). En México, la mayor parte de los permisos para sembrar maíz transgénico en las modalidades experimental y piloto se han otorgado en estados del norte del país a empresas transnacionales, principalmente, Monsanto, PHI México y Dow AgroSciences de México (CIBIOGEM, s.f.).

Llama la atención que todas las solicitudes de permisos para liberar OGM al ambiente sean de las empresas y no de los agricultores. Hacer notar que la industria privada es uno de los principales actores interesados en el desarrollo y aceptación del maíz transgénico no es asunto insignificante, ya que tal hecho influye de manera importante en la estructura axiológica de esta tecnociencia. Como se mencionó previamente, a pesar del lugar que tienen los valores epistémicos o técnicos, los valores económicos guían especialmente las acciones y las evaluaciones de la tecnociencia. En relación a ello, expresa Linares (2008: 375): "La tecnociencia se rige por los valores económicos de la rentabilidad, la explotación de patentes, el secreto industrial y la competitividad, y ya no sólo por los valores epistémicos de la ciencia." Por esta razón, las innovaciones tecnocientíficas son valiosas de acuerdo al valor mercantil que adquieren y que reditúan en beneficio de quien las produce, en el caso del maíz genéticamente modificado en México, las corporaciones privadas. De ahí que para su éxito, la tecnociencia requiera desarrollarse dentro de un sistema económico capitalista que privilegie la ganancia comercial y las políticas de privatización centradas en la liberación y la desregulación del mercado. Recuérdese al respecto que México emitió en 2005 la LBOGM con la intención de contar con un instrumento

jurídico para regular el uso de los OGM, sin embargo una de las mayores críticas que ha recibido esta ley es su enfoque explícito a la promoción y fomento más que a la regulación de la biotecnología (Chauvet, 2015: 176) favoreciendo, de esta manera, a las corporaciones multinacionales, pues son ellas las principales productoras de semillas transgénicas.

En México, con motivo de los avances de la biotecnología, se reformó la Ley de Propiedad Industrial con la intención de ampliar el ámbito de protección de los productos biotecnológicos. No obstante, patentar organismos vivos resulta problemático pues a pesar de que la ley expone que no es patentable el material biológico y genético tal y como se encuentra en la naturaleza, aun queda a discusión la demarcación entre lo que se debe patentar y lo que no (Arellano & Hall, 2012: 211). En relación a ello, el propio sistema tecnocientífico entra en contradicción pues cuando se pretende patentar una innovación biotecnológica transgénica, se refiere a ésta en forma de producto novedoso y, por el contrario, cuando se busca su expansión en el sistema agroalimentario, se presenta como un producto equivalente a los naturales.

La privatización de los bienes naturales y del conocimiento es una práctica consustancial al sistema capitalista que favorece a la industria privada. Para ello, la tecnociencia requiere de acuerdos que promuevan al sistema de patentes sobre las variedades transgénicas<sup>33</sup>. El deseo de producir innovaciones patentables de uso

---

<sup>33</sup> Los sistemas de propiedad intelectual que se han desplegado para favorecer la protección de los productos de la biotecnología moderna bajo el argumento de que la innovación requiere de derechos de propiedad intelectual (Schimmelpfennig, 2004), en realidad significan estrategias que buscan la monopolización de la tecnología, la homogenización de los criterios de protección a nivel internacional, el refuerzo de la industria norteamericana basada en la biotecnología (McAfee, 2003) y la apropiación de los bienes comunes para el beneficio de particulares. En el plano internacional se cuenta con el

intensificado, responde a una estrategia por parte de las empresas transnacionales para lograr el control del mercado global de la agricultura bajo los regímenes de la propiedad intelectual, más que un medio para apoyar a los agricultores quienes no tendrían el derecho de guardar las semillas patentadas para posteriores ciclos agrícolas, obligándolos de esta manera a comprarlas continuamente.

Patentar semillas implica la posibilidad de propiciar conflictos legales con los agricultores, como ya se ha presentado en otros países<sup>34</sup>, cuando la empresa dueña de la patente considera que un agricultor está haciendo uso *indebido* de la semilla o la posea sin permiso. Sin embargo, lo que la tecnociencia de transgénicos denomina como uso *indebido* resultan prácticas comunes en el contexto biocultural mexicano, por ejemplo, intercambiar libremente las semillas y guardar parte de la cosecha para volverla a sembrar. Asimismo, el que un agricultor posea variedades transgénicas cultivadas sin el permiso correspondiente, está relacionado con la posibilidad de flujo de los transgenes a maíces nativos mediante la polinización, fenómeno que ocurre naturalmente, y que en este caso sucedería de manera no intencional.

Por consiguiente, la tensión axiológica entre el sistema tecnocientífico de plantas transgénicas y el sistema biocultural se presenta, en este caso, entre el

---

Acuerdo sobre los Aspectos de los Derechos de Propiedad Intelectual relacionados con el Comercio (Acuerdos sobre los ADPIC o TRIPS en inglés), tratado administrado por la Organización Mundial de Comercio (OMC) (Schimmelpfennig, 2004), que establece las disposiciones de propiedad intelectual, dentro de las que se incluye los organismos vivos, asimismo, establece los estándares mínimos de las diversas formas de la propiedad intelectual (González & Ávila, 2014; McAfee, 2003). De hecho, posterior a que Estados Unidos firmara el TRIPS, de 1990 a 2001 el número de patentes otorgadas a dicho país en el área de biotecnología agrícola creció exponencialmente (Schimmelpfennig, 2004). Esta situación refleja que el desarrollo de la tecnociencia biotecnológica se ha visto favorecido a través de los años, por prácticas relacionadas con la creación de acuerdos legales que han propiciado la apropiación privada del conocimiento.

<sup>34</sup> Por mencionar un ejemplo, Monsanto demandó a un agricultor en Estados Unidos por considerar que éste había violado su patente de soya genéticamente modificada al haberla utilizado sin su consentimiento. El tribunal Supremo de EUA le dio la razón a Monsanto, ordenándole al agricultor que debía pagar a la empresa la cantidad de 85 000 dólares (Liptak, 2013).

fomento de la propiedad privada por parte del primero, frente a la propiedad colectiva del segundo sobre los bienes naturales. Tal situación, al impedir el libre intercambio de semillas, repercute directamente en las prácticas socioculturales relacionadas con el conocimiento de los agricultores. En relación a ello, Valladares & Olivé (2015: 34) mencionan que los pueblos que han desarrollado los conocimientos tradicionales tienen el derecho colectivo de "mantenerlos, controlarlos, protegerlos y desarrollarlos".

En este punto es importante recalcar que asumir la visión epistémica reduccionista que fundamenta ontológicamente a los genes como las unidades fundamentales de los seres vivos, es un hecho que tiene sentido para la racionalidad utilitarista de la tecnociencia. La cultura tecnocientífica de la biología molecular al fomentar la visión homogénea, predecible y estática sobre los genes ofrece un soporte conceptual adecuado para considerarlos bienes de intercambio en el mercado, a través del diseño de un "genotipo óptimo" a las necesidades del paisaje biocultural del maíz en México (Bonneuil *et al.*, 2014: 905), dentro del que se hallan las 60 variedades de maíz y cuya diversidad no debe ser homogeneizada.

## **2.6 SOBRE EL CONFLICTO ENTRE LAS PRÁCTICAS TECNOCIENTÍFICAS Y BIOCULTURALES**

Entonces, hemos visto que la controversia del maíz transgénico en México deviene conflictiva por la realización de prácticas tecnocientíficas dentro de un contexto biocultural. Las prácticas en cada uno de estos contextos se encuentran enmarcadas en racionalidades distintas e implican diferencias de creencias y valores entre los

actores involucrados, originando así, tensiones de tipo epistémico y axiológico. Los valores dominantes de la tecnociencia, es decir, la ganancia comercial, la competitividad y la privatización de los bienes comunes; generan un conflicto con valores culturales configurados en lo social, lo público, lo colectivo y lo ambiental.

El contexto biocultural, dentro del cual se hallan los conocimientos tradicionales, representa una cultura epistémica que ha operado de acuerdo a un proceso evolutivo histórico de miles de años con incidencia en la estructura genética y en las dinámicas de las poblaciones de maíz, dentro de un ambiente complejo que abarca una amplia variedad de condiciones ecológicas (Bonneuil *et al.*, 2014: 915). Su reconocimiento como cultura epistémica conlleva a un entendimiento amplio y profundo de las múltiples prácticas con valor epistemológico que han contribuido para la continua diversificación del maíz. Entre estas prácticas se encuentran la selección de semillas, el intercambio y mezcla de ellas, los criterios para su producción y uso, las formas de transmisión cultural al interior de las comunidades y los conocimientos concernientes a las prácticas culinarias alrededor del maíz (Bonneuil *et al.*, 2014: 915).

La presencia dominante de los presupuestos y prácticas de la cultura epistémica de la biología molecular, además de constituir parte de la normatividad política, económica y cultural de un proyecto tecnocientífico excluyente de conocimientos y valores bioculturales, también marginaliza a otras disciplinas académicas tales como la agroecología y la antropología. Los conocimientos y métodos de dichas disciplinas tendrían la capacidad de aportar elementos pertinentes respecto a la dimensión social y biológica del maíz en México (Bonneuil *et al.*, 2014: 905).

Los conflictos de valores expresan distintas formas de conceptualizar y evaluar variados aspectos de la realidad. Mónica Gómez (2009) explica que las diferentes formas de conocer el mundo están dadas por los distintos escenarios o marcos en los que los sujetos viven. En estos marcos se encuentran los conceptos, las creencias, el lenguaje, los conocimientos, las normas y los valores que requieren los sujetos para interactuar con el mundo (Gómez, 2009: 4). Los fines que tienen las acciones de los sujetos se darán entonces con dependencia a sus valores, pero también a sus deseos y necesidades en relación a los contextos en los que viven. La consideración de ello es esencial en aras de entender las tensiones que se gestan entre ambos contextos, así como para plantear propuestas que fomenten relaciones sociales sustentadas en principios éticos y políticos que busquen favorecer genuinamente la justicia social, la soberanía alimentaria y la preservación del maíz en su reconocimiento de bien biocultural de México.

Entender la obtención y uso del maíz transgénico producto de la tecnociencia, fenómeno alejado de visiones idealistas de la ciencia, demanda que los presupuestos, prácticas y fines de la investigación científica sean explicitados y revisados críticamente. De esta manera, es posible comprender cómo es que un paradigma limitado como el genético reduccionista, representa una visión útil al proyecto tecnocientífico en tanto que significa una manera menos complicada y rápida de justificar los resultados cortoplacistas de la ingeniería genética, en relación a los riesgos y beneficios de usar maíz transgénico en la agricultura.

El éxito de la tecnociencia depende de la aceptación y fomento de valores económicos, que superan a los epistémicos, y que dominan en las sociedades

contemporáneas. Esta situación no sólo se refleja con la presencia de empresas transnacionales que diseñan y comercializan los productos transgénicos, sino también en la concepción sobre cómo es que el conocimiento y sus productos deben apropiarse por los grupos sociales. Al privilegiar los valores de la ganancia comercial y la propiedad privada resulta lógico que se promueva un sistema de agricultura con semillas patentadas para beneficio de las empresas monopólicas que buscan proteger "sus innovaciones". Como se vio, el conflicto es claro cuando esto interviene en un sistema agrícola que se basa en valores de tipo cultural y colectivo, y que insta por estrategias que den impulso al intercambio comunitario de semillas a través de prácticas tradicionales de una enorme población, como son los millones de familias que cultivan maíces nativos.

Ahora bien, respecto a la homogeneidad característica de la tecnociencia transgénica, ésta se refleja cuando la biotecnología moderna es presentada como tecnología prioritaria con capacidad de dar solución a los problemas de seguridad alimentaria a través de la utilización de unas pocas variedades de maíz transgénico para uso industrial, cuyo cultivo ocurre bajo el sistema agrícola del monocultivo. En contraste con ello, las prácticas bioculturales están asociadas con la preservación de las aproximadamente 60 razas de maíces nativos y sus más de 1000 variedades, cuya diversidad está directamente relacionada con el mantenimiento de la alimentación, las necesidades culinarias, las adaptaciones a los microclimas del país, situación que a su vez se relaciona con la diversidad cultural y la identidad de los pueblos.

Ante la controversia que persiste en la actualidad, resulta indispensable que se generen mecanismos que aseguren una pertinente evaluación sobre la necesidad, las

implicaciones y los riesgos sanitarios y sociales asociados a la biotecnología moderna en México. Evaluar las ventajas y desventajas, los riesgos y los beneficios, pasa necesariamente por considerar los conflictos que surgen al implementar un sistema tecnocientífico al interior del paisaje biocultural mexicano, situación que no se presenta en otros países altamente productores de transgénicos.

En suma, tecnociencia y biocultura entran en conflicto en numerosos aspectos. En el plano epistemológico, la racionalidad científica reduccionista constituye la concepción epistémica de los sistemas tecnocientíficos de los OGM, y particularmente del relativo al maíz transgénico. Especialmente, respecto a las ciencias biológicas, y concretamente en el tema de los organismos transgénicos resulta un acercamiento deficiente que minimiza la complejidad que constituye a los seres vivos. La intención de enfatizar las limitaciones del reduccionismo epistémico es comprender su función y validez actual, así como destacar la viabilidad de otras formas de conocimiento que cuestionen los supuestos reduccionistas, antropocéntricos y dicotómicos sobre el humano y la naturaleza. La diversidad de formas de conocimientos, tanto tradicionales como académicos, abre el espacio para un trabajo interdisciplinario que busque comprender el problema en su complejidad y permita generar propuestas ante los nuevos desafíos de las sociedades modernas, en particular, los que conllevan la puesta en marcha de los proyectos tecnocientíficos.

Es importante mencionar que las tensiones mostradas entre el sistema tecnocientífico y el contexto biocultural, no sólo se deben a las diferencias entre ellos sino a la desmedida exigencia de los productos, los valores y las dinámicas de la tecnociencia por encima de otras racionalidades epistémicas y axiológicas. Esto se ha

dado por medio de argumentos que sobredimensionan el valor de la ciencia y la tecnología, omitiendo que para que éstas efectivamente reditúen de manera benéfica en la sociedad, dependen de procesos políticos, económicos y sociales determinados. En vista de ello, más que mostrar a ambos contextos meramente como excluyentes o contradictorios, mi intención ha sido poner en el centro de la controversia un análisis que permita comprender los presupuestos epistémicos, axiológicos y económicos que distinguen al proyecto tecnocientífico del maíz transgénico, enfatizando la manera en que éstos se relacionan con los presupuestos y prácticas bioculturales, como condición para una evaluación racional de la controversia.

Una evaluación responsable en torno al maíz transgénico requiere incluir y discutir los mencionados aspectos en tanto particularidades del contexto en México. La consideración de los factores bioculturales, da lugar a nuevas tensiones o conflictos que sobrepasan a las discusiones científicas en torno a la evidencia empírica o a los análisis estadísticos. La tensión insta, entonces, a la construcción urgente de un diálogo basado en la equidad, la justicia y la pluralidad.

## CAPÍTULO 3

### UNA EVALUACIÓN RESPONSABLE DEL SISTEMA TECNOCIENTÍFICO DE MAÍZ TRANSGÉNICO EN MÉXICO

#### 3.1 INTRODUCCIÓN

En las secciones precedentes se dijo que la complejidad de los sistemas tecnocientíficos ponen en clara evidencia la neutralidad de la ciencia como un mito bajo el que se asume que el desarrollo científico y tecnológico ocurre sin influencias sociopolíticas. La controversia tecnocientífica presentada sobre la introducción de maíz transgénico, es un caso representativo de la ficción de la neutralidad científica. Siendo así, en este último capítulo sostengo que, en virtud de las aún dominantes concepciones científicas que valoran a los aspectos éticos, políticos y sociales como distorsiones que impiden el buen aprovechamiento de la aplicación de la biotecnología moderna en el campo mexicano, emerge como una urgente necesidad generar los mecanismos que permitan realizar una evaluación social responsable del sistema tecnocientífico de maíz transgénico. Sostengo que en dicha evaluación se requiere tomar en cuenta los aspectos particulares del sistema tecnocientífico de acuerdo a su inserción en el contexto mexicano, el cual incluye el reconocimiento de elementos de tipo biocultural.

La propuesta se encuentra configurada en torno a una *política de la diferencia* y una *ética de la otredad*. Dicha propuesta se basa en una evaluación democrática

sustentada en la deliberación y la participación activa de la ciudadanía, mecanismos a través de los cuales se reconozca la incorporación de la diversidad epistémica y la ciencia multidisciplinaria.

### **3.2 ¿POR QUÉ ES NECESARIA LA EVALUACIÓN DEL SISTEMA TECNOCIENTÍFICO DE MAÍZ TRANSGÉNICO?**

Dentro de la controversia tecnocientífica, se ha vuelto un hecho común que una de las partes haya generalizado la crítica al uso de los OGM en la agricultura como producto de cuestiones esencialistas o intuitivas, y del desconocimiento científico de la gente no especializada en biotecnología. Por ejemplo, un artículo publicado en la revista *Trends in Plant Science* en el año 2015, explica que la negativa hacia los OGM es un fenómeno propio de la psicología humana. En dicha publicación se afirma que el pensamiento intuitivo de la gente y la pseudociencia, son los elementos que han servido para sustentar las posturas anti-transgénicos, las cuales, surgen en respuesta a intuiciones y emociones que tienden a tergiversar las explicaciones científicas sobre los OGM, y por tanto, generar ideas negativas y esencialistas sobre éstos. De acuerdo a los autores del artículo, la mente intuitiva de la gente sin formación científica, no se encuentra capacitada para enfrentar preguntas complejas tales como "¿qué es la biotecnología?", "¿cómo es que funciona?" y "¿es peligrosa?". La respuesta a las problemáticas que los autores exponen versan sobre la educación y la comunicación científica, herramientas con las que se logrará el entendimiento y la aceptación de los OGM (Blancke *et al.*, 2015).

Por su parte, la LBOGM que México emitió en 2005, estipula que en la evaluación de los riesgos de los OGM, sólo es de consideración la evidencia científica y técnica disponible que contribuya a la bioseguridad de los OGM, es decir, según como lo define la propia ley, que contribuya a aquellas acciones que prevengan o reduzcan los riesgos a la salud humana, al ambiente y a la diversidad biológica. Por otro lado, en su artículo 64, la referida ley expone que de manera adicional los interesados podrán presentar consideraciones sociales que existan respecto a la liberación de los OGM al ambiente. Sin embargo, en el "Formato para el tercer informe nacional sobre la aplicación del Protocolo de Cartagena sobre Seguridad de la Biotecnología" elaborado por la CIBIOGEM, se menciona que si bien México considera la inclusión de aspectos socioeconómicos en la toma de decisiones de los OGM<sup>35</sup>, la LBOGM los requiere solo de manera opcional para quien solicite liberar transgénicos al ambiente. Asimismo, se señala que tales consideraciones sociales no están directamente ligadas a la evaluación del riesgo ni al otorgamiento de un permiso, además de que no se tiene aún claridad sobre qué consideraciones socioeconómicas deben tenerse en cuenta respecto a la bioseguridad de los OGM (CIBIOGEM, 2015: 85-87).

Ambos casos, el artículo de Blancke *et al.* (2015) y la LBOGM, muestran cómo es que la ciencia es tomada como elemento fundamental de legitimidad y credibilidad ya sea para la resolución del conflicto social o para la evaluación de los riesgos y demás consideraciones sobre los OGM. Estas nociones en torno a la función social de la ciencia dejan entrever una forma política tecnocrática para la formulación de

---

<sup>35</sup>En cumplimiento con lo estipulado en el artículo 26 del Protocolo de Cartagena, la LBOGM en su artículo 108 señala que la CIBIOGEM realizará estudios sobre los efectos socioeconómicos resultantes de la liberación al ambiente de los OGM en territorio nacional, y que será dicho órgano el encargado de establecer los mecanismos de consulta pública de los pueblos y comunidades indígenas asentadas en las zonas donde su pretenda liberar los OGM.

políticas regulatorias y la toma de decisiones<sup>36</sup>. En una sociedad tecnocrática las decisiones se encuentran sustentadas en afirmaciones y criterios que recaen completamente en aspectos propios del conocimiento científico y de las metodologías relativas al conocimiento especializado. Dicho conocimiento se plantea como superior frente a otras formas de conocimiento y experiencias no científicas valoradas como subjetivas e incompetentes (Medina, 1990: 155). Dentro de este esquema político, se suele apelar a la carencia de incertidumbre tecnológica y a la neutralidad valorativa de la ciencia y la tecnología. Consecuencia de esta visión, se minimiza la importancia de las discusiones desde el ámbito de la ética para el análisis y evaluación de una tecnología.

En ese sentido es que la LBOGM resulta una normatividad que se sustenta en principios tecnocráticos, pues las evaluaciones y decisiones se fundamentan en la prioridad hacia las cuestiones científicas y técnicas orientadas a la bioseguridad, por encima de los aspectos sociales, éticos y políticos, que no se incluyen en el

---

<sup>36</sup>Las raíces filosóficas de la tecnocracia se remontan a la antigua Grecia. Para Platón, igual que para Aristóteles, la pertenencia a las técnicas productivas propias de los artesanos y comerciantes, quienes cabe decir constituían la clase más activa de la *polis*, era motivo de descalificación para la participación en las actividades políticas. Se consideraba que la deliberación política consistía un asunto teórico para el que sólo los grupos de élite estaban capacitados. De esta manera, para el gobierno de las ciudades se buscaba no sólo un primado epistemológico sino también político de la teoría frente a los saberes artesanales. Vale decir que ya en aquel entonces, los sofistas diferían de esta concepción de la política. Ellos emprendieron una campaña de capacitación a favor de la democracia en las ciudades, pues creían que éstas no podrían subsistir si sólo unos pocos participaban en los asuntos públicos. Los sofistas consideraban que tener conocimientos artesanales no constituía un obstáculo para el aprendizaje de la técnica política. De este modo, la filosofía antigua clásica sienta las bases teóricas del modelo tecnocrático que ha servido de inspiración por largo tiempo para el pensamiento político de las sociedades modernas. Sin embargo, el desarrollo del conocimiento científico durante la Modernidad no procede de la contemplación teórica sino del dominio operativo de la naturaleza. Por lo que la continuación del esquema de legitimación tecnocrática durante la época moderna se encuentra sustentado en las capacidades técnicas operativas de las minorías que las poseen, a diferencia de la Antigüedad en donde la capacitación para el poder político radicaba en las virtudes políticas teóricas. Esta visión apoya la idea de que el gobierno de una sociedad basada en la ciencia y la técnica, deje a éstas fuera de controles sociales democráticos, debido a que sólo una reducida minoría (los expertos) cuenta con el saber teórico y operativo necesario para gobernar un país (Medina, 1990).

entendimiento de bioseguridad que marca la ley, pero que sí deberían incidir en la evaluación del riesgo de los OGM y los procesos de toma de decisión respecto al uso y regulación de éstos. Al respecto, cabe decir que existen amplias discusiones en los estudios sociales de la ciencia que abordan las limitaciones de este enfoque objetivista de la ciencia en el análisis de los riesgos tecnológicos<sup>37</sup>, debido a que al definir al riesgo como la probabilidad de ocurrencia de un daño, reduce el análisis del riesgo a datos empíricos negando la existencia de valores no epistémicos en el análisis de éste. Ante esta postura, se ha argumentado que si bien las evaluaciones del riesgo incluyen aspectos objetivos y verificables, éstas no se encuentran completamente libre de valores sociales como los políticos, éticos y culturales, por lo que se resalta la importancia de diseñar enfoques integrales (Jasanoff, 1993) que reconozcan el carácter social del conocimiento científico y las propiedades epistémicas de los conocimientos no científicos, lo cual implica potenciar nuevos órdenes políticos que contrarresten las visiones tecnocráticas sustentadas únicamente en supuestos objetivistas de la realidad.

Así entonces, la tecnocracia es un modelo político que por principio excluye a las personas sin conocimiento científico de los mecanismos sociales en las decisiones políticas. En ese sentido, la LBOGM ha sido objeto de críticas por excluir de sus actividades de regulación a formas de conocimiento distintas a las científicas y en general, a la pluralidad que compone a la sociedad mexicana, apartando así de la toma

---

<sup>37</sup> Limitantes como los inconvenientes de escala derivados de extrapolar de manera inadecuada en espacio y tiempo las condiciones para evaluar un riesgo, por ejemplo, del laboratorio al ambiente natural; la variabilidad del riesgo por la constante interacción entre la tecnología y la sociedad en función de necesidades culturales, por ejemplo, cuando las tecnologías son usadas en diferentes países; finalmente la contingencia o dependencia del contexto de la investigación, considerando que la adquisición de información y la interpretación de los hechos dependen de factores contextuales que van desde la experiencia individual hasta consideraciones políticas y culturales (Jasanoff, 1993).

de decisiones a los diferentes grupos sociales de interesados y afectados como consumidores, pequeños agricultores y comunidades indígenas (Cano & Ibarra, 2011), ya sea por carecer de conocimiento científico especializado o por expresar argumentos relacionados con aspectos culturales y simbólicos en torno al maíz.

El modelo político tecnocrático resulta conveniente en el intento por opacar la complejidad que implica el sistema tecnocientífico de producción de maíz transgénico. La evaluación de los OGM reducida al uso de datos provenientes del contexto científico, no sólo constituye un medio para justificar la exclusión ciudadana de la toma de decisiones, sino que también resulta una vía conveniente para minimizar las influencias de los conflictos de interés surgidos de la presencia de múltiples actores sociales con acciones, propósitos y principios extra epistémicos. Además, el sustentar las estrategias de decisión poniendo énfasis en el modelo de análisis cuantitativo es, también, un intento por opacar los conflictos que se establecen entre la aceptación del sistema tecnocientífico del maíz y la existencia de conocimientos y prácticas culturales asociados a dicha planta en tanto bien biocultural de México. En otras palabras, aceptar la tecnocracia como forma ideal para la evaluación de los OGM, es ignorar la complejidad misma de la controversia tecnocientífica.

Una crítica más que se le ha realizado a la LBOGM es el favorecimiento a las empresas productoras de semillas transgénicas debido a que su función, más que en la regulación de la biotecnología, se ha enfocado en promover la venta y uso de los maíces de las transnacionales<sup>38</sup> (Chauvet, 2015; 176). Por esta razón, la regulación de la bioseguridad mexicana, principal tarea de la LBOGM, representa para algunos una

---

<sup>38</sup>De hecho uno de los fundamentos de la CIBIOGEM, a pesar de haber sido creada para la bioseguridad de los OGM, es el fomento a la biotecnología.

"actuación de seriedad" a través de la cual, el valor de la ciencia es utilizado discursivamente para priorizar el análisis y la gestión del riesgo, sin embargo, en la práctica lo que se está llevando a cabo son acciones deficientes con las que no se ha logrado evitar uno de los riesgos más debatidos en la controversia: la contaminación de maíces nativos con transgenes. En cambio, dicha ley sí parece estar contribuyendo con una agenda preferente nacional, a saber, una política comercial de importación de granos con Estados Unidos (Foyer & Bonneuil, 2015).

La promoción que se le ha dado al uso del maíz transgénico para mejorar las condiciones de la agricultura mexicana, por encima del fomento y aplicación de otros métodos o estrategias de desarrollo posibles, y concretamente, las críticas hechas a la LBOGM, abren el debate en torno a distintos aspectos de la regulación de una tecnología tan controvertida como es la biotecnología moderna de plantas transgénicas. La problemática implica pensar en aspectos tales como quiénes deben participar en el diseño de las políticas regulatorias de maíz transgénico; qué tipo de riesgos deben ser tomados en cuenta; cómo deben ser considerados los aspectos sociales y culturales que existen alrededor del maíz y si existen otras tecnologías en lugar de las transgénicas o bien complementarias a ellas, para atender los problemas que éstas pretenden resolver. Finalmente, la problemática presentada conduce a pensar cuáles son los mecanismos bajo los que se deben abordar los aspectos mencionados, y de acuerdo a que supuestos políticos y éticos. Los puntos mencionados serán abordados a continuación.

### 3.3 HACIA UNA EVALUACIÓN RESPONSABLE DEL MAÍZ TRANSGÉNICO EN MÉXICO

#### 3.3.1 LA POLÍTICA DE LA DIFERENCIA Y LA ÉTICA DE LA OTREDAD

Las políticas científicas en general, y las políticas regulatorias en particular, como en este caso la LBOGM, dependen de representaciones sociales sobre la ciencia, la tecnología y la sociedad, y el tipo de interacciones que se establecen entre estos elementos. Si bien tales políticas tratan de ser instrumentos jurídicos para dar respuesta a problemas específicos sociales en relación con la ciencia y la tecnología, esto no siempre sucede. La LBOGM es un caso que lo ejemplifica. Por ello, es necesario diseñar estrategias que efectivamente atiendan los problemas para los que supuestamente fueron diseñados, y en consonancia con aspectos bioculturales y de inclusión social. En vista de lo anterior, uno de los retos fundamentales que surge es el de plantear modelos democráticos de participación ciudadana adecuados para una sociedad culturalmente diversa como la nuestra y en atención a la complejidad de los sistemas actuales de ciencia y tecnología, especialmente de los tecnocientíficos. Por esta razón el desarrollo de la democracia participativa al interior del contexto mexicano requiere transitar de un enfoque tecnocrático, pues es incompatible con la participación ciudadana, a uno sustentado en una *política de la diferencia* y una *ética de la otredad*, enfoque justificado en el diálogo plural e inclusivo y la retroalimentación permanente.

La política de la diferencia y la ética de la otredad son dos nociones retomadas de Leff (2004), como los supuestos políticos y éticos de la democracia deliberativa y

participativa que propongo en torno a la evaluación y la toma de decisiones respecto al sistema tecnocientífico sobre el maíz transgénico en México.

La política de la diferencia parte de la aceptación de la diversidad de la vida en su afirmación ecológica y cultural que se manifiesta como resistencia a la hegemonía del modelo político y económico imperante (Leff, 2004: 127, 128). Asimismo, esta concepción política reconoce la importancia actual de procesos de producción de conocimiento diferentes a los científicos, erigidos desde las distintas culturas a lo largo de la historia al integrar los potenciales de la naturaleza, los valores humanos y las identidades culturales. La política de la diferencia se constituye con una ética de la otredad porque reconoce a *los otros*, cuya inclusión no es de relevancia dentro de los límites que marca la racionalidad científica y económica que domina el orden social, de acuerdo a su importancia para la reconstrucción de un futuro común pensado en la inclusión y la sustentabilidad. Este pensamiento político y ético implica, por tanto, la preservación de lenguas autóctonas, de prácticas tradicionales y de identidades culturales surgidas de contextos bioculturales.

Al plantear una política de la diferencia fundamentada en una ética de la otredad como requisito para la democracia participativa, se parte por principio del reconocimiento de los derechos de los grupos sociales que han desarrollado y que actualmente son portadores de los conocimientos tradicionales. La inclusión de estos aspectos tiene como finalidad impulsar estrategias políticas integrales que resalten la importancia de la interacción entre distintas perspectivas y conocimientos en la

generación de propuestas para la resolución de problemas sociales y ambientales<sup>39</sup>. Ello, a partir del reconocimiento de que los aspectos epistemológicos y axiológicos bioculturales son el fundamento de la diversificación y permanencia del maíz nativo en México.

Si bien Leff (2004) sitúa a la política de la diferencia en el terreno de los conflictos socio ambientales provocados por las dinámicas dominantes de la ciencia de la modernidad, este tipo de conflicto es sólo una las aristas de la controversia tecnocientífica del maíz genéticamente modificado. Hay que recordar que las discusiones abarcan también polémicas en torno a los resultados científicos, los derechos de propiedad intelectual sobre las semillas o relativas a cuestiones como la dependencia y la soberanía alimentaria. Sin embargo retomo las nociones de la *diferencia* y la *otredad*, como una base política y ética que permita evaluar a la controversia abarcando otros aspectos de su complejidad. Lo anterior porque el maíz genéticamente modificado en México se ha configurado bajo la imposición de los presupuestos epistémicos, axiológicos y políticos que conforman a la tecnociencia transgénica, la cual no sólo se ha constituido sobre la falta de atención a los

---

<sup>39</sup> En cuanto al tema de construcción de políticas basadas en la pluralidad de conocimientos cabe destacar la experiencia de Ecuador como un referente para Latinoamérica en general, y para México en particular. Ecuador es un país multicultural, rico en diversidad biológica y conocimientos tradicionales, en ese sentido similar a México, que ha apostado por el diseño de políticas fundamentadas en el paradigma de la economía social del bioconocimiento. La propuesta normativa de acuerdo a dicho modelo económico, enfatiza en la necesidad de generar políticas de ciencia y tecnología a través de las cuales se gestione el conocimiento como un bien común y de acceso abierto, se promuevan formas de innovación social y se destaque la importancia de la articulación entre conocimientos diversos, por ejemplo, científicos, sociales, productivos, tradicionales, entre otros. De acuerdo a ello, la finalidad de la economía social del bioconocimiento es la creación de un sistema nacional de ciencia, tecnología, innovación y saberes ancestrales, orientado hacia "la construcción de un nuevo sistema cognitivo [...] sin desposesión ecológica, radicalmente democrático e instituciones (redes) de inteligencia social que canalicen la emancipación ciudadana desde sus derechos, necesidades y potencialidades" (Ramírez, 2014; 12). La propuesta ecuatoriana resulta alentadora para pensar posibilidades reales para que México supere la perspectiva dominante del saber científico en el tratamiento de diversos problemas, más aun en un contexto biocultural como el que se ha presentado respecto al maíz. Para profundizar en el tema de la economía social del bioconocimiento, véase (Ramírez, 2014).

conocimientos tradicionales y la potencialidad de los riesgos ambientales particulares en la nación mexicana, sino que también ha opacado el conocimiento de otras disciplinas de diversas áreas distintas a la biotecnología moderna, cuyas valoraciones podrían ser pertinentes para la aceptación o no del maíz transgénico en México. Además de que existe una falta de estrategias que incorporen en procesos democráticos a los potenciales consumidores de quienes se ha desestimado el legítimo derecho que poseen para decidir si desean o no comer OGM, incluso aunque se demuestre que éstos son seguros para la salud<sup>40</sup>.

Ante todo lo mencionado, la política de la diferencia apoyada en la ética de la otredad, no pretende la confrontación entre grupos sociales sino el intercambio de experiencias y la colaboración entre el conocimiento científico y el tradicional, mediante procesos democráticos de participación ciudadana. Dicho enfoque implica una ruptura con las formas epistemológicas y políticas dominantes bajo las cuales, la ciencia y la tecnología son símbolo de homogeneidad y exclusión. En otras palabras, la política de la diferencia es la base para que la biocultura y la inclusión epistémica y social, sean los elementos constituyentes de una evaluación responsable del sistema tecnocientífico de producción de maíz transgénico en México.

### 3.3.2 CONSIDERACIONES EN TORNO A LA PARTICIPACIÓN CIUDADANA

El problema de la participación pública en el contexto de la tecnociencia plantea dilemas sobre el quién, el cómo y el por qué las personas sin experticia científica

---

<sup>40</sup>En ese sentido el etiquetado diferenciado resulta un mecanismo útil para que el consumidor ejerza su derecho a decidir lo que desea comer.

deben participar en temas relativos a la ciencia y la tecnología en la sociedad. Existen diferentes categorías democráticas para incluir a la población en la toma de decisiones. Por ejemplo, en la democracia representativa, el ciudadano elige por medio de la votación a sus representantes políticos. En cambio, la democracia deliberativa participativa conlleva un involucramiento activo de la ciudadanía en la participación para la toma de decisiones políticas, mediante deliberaciones incluyentes, consultas ciudadanas e integración de asociaciones de ciudadanos, por mencionar algunas estrategias (Díaz García, 2011).

La democracia deliberativa participativa, por ende, se configura en un sentido más amplio que otros modelos democráticos al extender la acción política a la población, en vez de dejar las decisiones a una élite social. En el terreno de la ciencia esto último resulta de suma importancia, a razón de la cada vez mayor complejidad del *mundo tecnológico* en las sociedades contemporáneas. Como se detalló en el capítulo uno, los sistemas tecnocientíficos en particular, incluido el de producción de maíz transgénico, han derivado en la creación de riesgos mayores, algunos de ellos irreversibles (por ejemplo la introgresión y acumulación de transgenes en variedades nativas de maíz), y en la imposición de un orden social en el que la ciencia y la tecnología han servido para el beneficio de élites políticas y empresariales. Además, la participación social en la definición de los problemas, asignación de recursos, diseños y aplicaciones de la ciencia y la tecnología (Díaz García, 2011), es éticamente deseable toda vez que resulte afectada la vida de las personas por el diseño y uso de aplicaciones científicas y tecnológicas.

A pesar de lo mencionado, para algunos autores el modelo democrático de la participación ciudadana no resulta pertinente e incluso puede ser visto como nocivo. Los argumentos al respecto versan sobre la complejidad de los problemas a tratar, la carencia de habilidades epistémicas en los ciudadanos sin formación científica, la falta de capacidad de la gente para establecer genuinos intereses, la ausencia de conocimiento relevante y de habilidades suficientes para evaluar racionalmente los problemas y proponer soluciones (Díaz García, 2011; Murguía, 2014). Dichas estas críticas, es importante hacer algunas precisiones en cuanto al modelo democrático de la deliberación y la participación.

Ambrosio Velasco (2011) afirma que en un diálogo democrático es necesario reconocer la autoridad epistémica del ciudadano, pues si bien éste puede carecer de conocimiento científico, es de alguna manera experto en algún tema fuera del ámbito de la ciencia. Para sostener esta afirmación, Velasco se vale de la consideración de un *principio de equidad epistémica*<sup>41</sup> entre los diferentes tipos de conocimientos que existen en una sociedad multicultural como la nuestra. La equidad epistémica sostiene que ningún tipo de saber tiene una jerarquía *a priori* respecto a otro, sino que se trata del reconocimiento de diferentes autoridades epistémicas en relación a problemas específicos.

El principio de equidad epistémica resulta útil para examinar los intentos por comparar o evaluar a los conocimientos tradicionales respecto a los científicos. En muchos espacios se suele referir a los conocimientos tradicionales como menos importantes o menos valiosos que aquellos que surgen de la ciencia. Evidentemente

---

<sup>41</sup> Velasco aclara que equidad no significa equivalencia, puesto que equidad demanda la no exclusión y la consideración de lo distinto. La equivalencia supondría la igualdad entre dos elementos dados.

éstos no son iguales o equivalentes en tanto que surgen de contextos que implican presupuestos y prácticas diferentes, por lo que no es conveniente evaluar al conocimiento tradicional con los estándares de la ciencia. Situar a estos conocimientos en una escala jerárquica predeterminada y darle mérito únicamente a uno de ellos, equivaldría a fomentar la exclusión epistémica, situación que puede resultar contraproducente si se considera que, en ciertos casos, ambos tipos de conocimientos tienen la capacidad de contribuir para dar solución a un problema concreto. Así, lo deseable en el caso específico del conflicto por el maíz transgénico en México, es la colaboración mutua entre ambos tipos de conocimientos, tanto para sugerir problemas como para plantear soluciones.

Ahora bien, en el objetivo de acabar con estructuras tecnocráticas que ejercen el poder verticalmente, otra cuestión importante de abordar, además del reconocimiento de diferentes tipos de conocimiento y experiencias, se refiere a las formas en que el conocimiento es obtenido por parte de los ciudadanos para participar en los procesos democráticos. En ese sentido es que Olivé afirma que la construcción de una sociedad democrática, requiere del fomento de una cultura científico-tecnológica, con la que se promueva la conformación de una ciudadanía informada capaz de tomar decisiones a partir de la comprensión de las situaciones y los problemas que se le presenten<sup>42</sup> (Olivé, 2010). Para tal efecto, aun se requiere de

---

<sup>42</sup> López Cerezo advierte que la cultura científica de calidad no debe ser considerada como una cuestión ligada a estimular el reservorio de conocimiento científico especializado. Una cultura científica es una cultura crítica y responsable basada en la reflexión y en la capacidad de formar juicios independientes sobre temas controvertidos en la ciencia. Es decir, una cultura científica de calidad conlleva comprender las potencialidades de la ciencia, los riesgos y las incertidumbres, pero también implica la comprensión e integración de los aspectos éticos y los desafíos sociales que plantean la ciencia y la tecnología en la sociedad (López Cerezo, 2005: 357). Siguiendo esta noción de cultura científica, cabe decir que su fomento incluye a la propia comunidad científica que reproduce visiones tradicionalistas

un esfuerzo significativo desde los niveles más básicos de educación, así como de aportaciones pertinentes desde el ámbito de la comunicación de la ciencia en favor de tal objetivo. No obstante, sería un desacierto que en esa labor se promoviera una visión tradicionalista de la ciencia y la tecnología en forma de resultados positivos y sin riesgos. Además, las controversias entre científicos y la importancia de las consideraciones éticas y sociales en torno a la actividad científica, deben ser elementos en la generación de la cultura científico-tecnológica.

Entonces, resulta indispensable la adquisición de una cultura científica en el sentido amplio que involucre conocimiento científico, pero también un pensamiento crítico y reflexivo sobre los beneficios e impactos negativos de la ciencia, sin embargo, encauzar tal fin basándose en un modelo lineal de difusión, es decir, desde los expertos de la ciencia hacia el común de la gente, significa continuar con la reproducción del modelo de déficit, cuya premisa inicial es la ignorancia de la gente y su necesaria educación científica para aceptar los desarrollos de la ciencia<sup>43</sup>, tal como lo supone el artículo citado líneas arriba de Blancke *et al.* (2015) en torno al rechazo de los OGM. El modelo de déficit supone una limitante para el ejercicio de las capacidades democráticas de los ciudadanos, ya que condiciona su participación en asuntos de ciencia a una previa orientación por parte del grupo de los expertos,

---

sobre la ciencia y la tecnología, y que con ellas inducen a la separación de las valoraciones sociales en los resultados de la ciencia y en el cauce de las controversias científicas. Como bien apunta Ramírez Sánchez (2006): "...el fallo de la inclusión se debe también a la ignorancia de los expertos y a su resistencia frente a los problemas locales" (Ramírez Sánchez, 2006: 104).

<sup>43</sup>El concepto de cultura científica asociado al modelo de déficit resulta ser erróneo puesto que se ha demostrado que las actitudes de la población hacia la ciencia y la tecnología no dependen necesariamente del nivel de conocimiento científico, por esta razón asociar una actitud negativa con la falta de conocimiento científico es equivocado. Del mismo modo, con el modelo de déficit se minimizan los impactos negativos y no se suele tomar en cuenta el contenido de las ciencias sociales para la comprensión de la ciencia y la tecnología (López Cerezo, 2005: 354).

situación que evidentemente resulta complicada en el contexto de las controversias tecnocientíficas, en donde la propia comunidad científica exhibe posturas diferenciadas.

Ante esta situación López Cerezo (2005) sugiere procesos de adquisición de cultura científica acordes a modelos interactivos bidireccionales en los que no se contemple a los ciudadanos como receptores pasivos de conocimiento. Por el contrario, se trata de promover mecanismos en los que el flujo de conocimiento ocurra en ambas direcciones y las incertidumbres y los valores extra epistémicos sean explicitados y puestos a consideración. Se trata de procesos que pretendan enriquecer la experiencia de los diversos grupos sociales involucrados, y no sólo la del ciudadano no científico, en la conformación de nuevas formas de democratización de la ciencia que resulten en la generación de cultura científica y de aprendizaje social.

Para el desarrollo de procesos democráticos incluyentes es necesario comprender que los expertos científicos no poseen todo el conocimiento relevante para abordar los asuntos de la ciencia y la tecnología en la sociedad. (Ramírez Sánchez, 2006: 103). Además, es importante señalar que la relevancia del conocimiento depende de problemas específicos, por lo que según un contexto dado, un experto se vuelve parte del público cuando carece de conocimiento relevante para un problema concreto. Por su parte, los ciudadanos son considerados expertos cuando posean conocimiento relevante para una situación. Lo que quiere decir que, como ya se ha mencionado, un conocimiento puede ser relevante a pesar de que provenga de ámbitos distintos al institucional de la ciencia y la tecnología (Ramírez Sánchez, 2006). También, recalca Ramírez Sánchez (2006: 104), el conocimiento emergido fuera de

espacios científicos no sólo supone la existencia de otros tipos de conocimientos y experiencias, sino también la presencia de diferentes formas de vida. De ahí que el principio de equidad epistémica resulte útil como herramienta conceptual, en tanto que permite cuestionar la clásica división entre expertos y no expertos.

Finalmente, una cuestión que es importante no pasar por alto antes de elaborar una propuesta evaluativa del sistema tecnocientífico, tiene que ver con discernir en qué momento una determinada norma o postura exhibida es relevante para el análisis y la evaluación durante los procesos de deliberación y participación ciudadana. Al respecto, aclara Gómez (2009) que los intereses y objetivos que se presentan por parte de los distintos grupos sociales deberán justificar su validez si surgen de la reflexión dentro de un proceso de cooperación intersubjetiva; y no en la costumbre o en la coerción. También, la justificación de la normas en una evaluación racional está en función de las consecuencias de sus fines y acciones que puedan afectar a los grupos sociales. De esta manera, la igualdad ética no se da porque los valores, necesidades, capacidades y formas de vida de los sujetos coincidan, sino porque se tienen las mismas oportunidades de decidir de manera autónoma cómo desean vivir (Gómez, 2009).

Una evaluación responsable del sistema tecnocientífico del maíz transgénico en México deberá, por tanto, estar comprometida con una evaluación racional de los intereses que persiguen los actores que conforman al sistema; los valores que conducen sus prácticas sean estos científicos, económicos o políticos. Asimismo, en la evaluación del maíz transgénico en México se deberán considerar las posibles consecuencias, deseables e indeseables de su introducción; los mecanismos de

regulación y gestión del riesgo necesarios, así como los contextos sociales y culturales en los que se inserta el sistema tecnocientífico. El proceso de evaluación implica revisar críticamente los fundamentos y valores insertos en los contextos involucrados, biocultural y tecnocientífico, con el fin de evitar falsas promesas de progreso ilimitado muchas veces atribuido al uso de nuevas tecnologías, o concepciones etnocentristas que sólo admiten criterios culturales propios de evaluación.

En suma, de acuerdo a lo presentado a lo largo de este capítulo, mi propuesta consiste en el desarrollo de una evaluación del maíz transgénico en México fundamentada en supuestos políticos y éticos de la *diferencia* y la *otredad*, con el fin de integrar a los grupos sociales desestimados por el proyecto tecnocientífico en la construcción de un diálogo plural en el que se reconozcan diferentes conocimientos, experiencias y formas de vida. La evaluación aquí propuesta implica pensar en diferentes estrategias de participación ciudadana, así como comprometerse con la consideración de los siguientes puntos, los cuales de ninguna manera pretenden ser exhaustivos, pero sí representativos del enfoque propuesto:

- a. Asumir críticamente los supuestos de neutralidad y autonomía del conocimiento científico, pues de lo contrario los procesos y conflictos de la ciencia se limitan a exhibir evidencia científica y técnica resultado muchas veces, de experimentos y análisis estadísticos "incuestionables".
- b. Integrar las implicaciones de una controversia tecnocientífica (ver capítulo 1), por ejemplo, a través de explicitar los conflictos de interés y los criterios extra epistémicos de la actividad científica.

- c. Admitir a los contextos bioculturales como espacios legítimos de prácticas sociales con valor epistémico, cultural y ambiental.
- d. Reconocer las tensiones epistémicas y axiológicas que surgen entre un contexto tecnocientífico y uno biocultural (ver capítulo 2), a fin de reconocer las virtudes y límites de cada contexto.
- e. Comprender el valor epistémico de los conocimientos tradicionales para la continua diversificación y preservación del maíz nativo, así como para su integración a las políticas regulatorias.
- f. Promover la investigación multidisciplinaria con la que se potencialicen las capacidades locales en ciencia y tecnología, y se fomente y pondere con otras tecnologías<sup>44</sup> que puedan contribuir a la mejora de la situación de la agricultura mexicana.
- g. Reconocer la colaboración multidisciplinaria para el análisis, evaluación y gestión del riesgo, así como para desarrollar un acercamiento integral y desde un enfoque ético, de las implicaciones sociales, políticas y ecológicas de la introducción de maíz transgénico en México.
- h. Construir procesos democráticos para una toma de decisiones con mayor justicia social, basada en el reconocimiento de los derechos de los ciudadanos por elegir y exponer necesidades sociales y preocupaciones culturales.

---

<sup>44</sup>La biotecnología agrícola abarca una amplia gama de tecnologías y no sólo la de producción de OGM. A través del uso de técnicas para la detección de enfermedades en plantas o la producción de biofertilizantes, la aplicación de éstas otras opciones adaptadas a las necesidades locales, pueden contribuir de manera importante a la seguridad alimentaria en países en desarrollo. Sin embargo la insistencia excesiva por el uso de cultivos OGM, ha terminado por ensombrecer los beneficios que las biotecnologías no transgénicas pueden aportar para incrementar la productividad agrícola y conservar los recursos naturales en países como México (Ruane & Sonnino, 2011)..

### 3.3.3 PARTICIPACIÓN CIUDADANA Y APRENDIZAJE SOCIAL

Los procesos de deliberación y participación no sólo son mecanismos basados en el reconocimiento del derecho de participar en la vida pública como condición de ciudadanía (Díaz García, 2011), son además procesos con potencial epistémico porque en ellos se fomenta la producción de conocimiento colectivo a consecuencia de procedimientos de ajustes de creencias, circulación de argumentos e información diversos. Asimismo, implican la posibilidad de detectar errores fácticos y/o lógicos, y favorecen la formación de juicios razonados a través de los cuales es posible elaborar críticas y demostrar evaluaciones falsas (Murguía, 2014). Es importante enfatizar que los procesos de participación ciudadana poseen capacidad para generar cultura científica en la población, pues ambos procesos, generación de cultura científica y participación social, no sólo no son independientes sino que se encuentran estrechamente vinculados como procesos que ocurren en paralelo y en mutua alimentación (López Cerezo, 2005).

Una vez expuestos en el apartado anterior los puntos representativos en la evaluación del sistema tecnocientífico del maíz transgénico en México, el gran reto que se presenta es cómo llevar a cabo los mecanismos de participación ciudadana para la evaluación y toma de decisiones relativas a dicho sistema tecnocientífico. Existen diferentes procedimientos que se muestran como antecedentes de participación social en ciencia y tecnología utilizados en otros países que podrían aportar herramientas para el desarrollo de mecanismos de participación alrededor de la controversia tecnocientífica del maíz en México.

Los modalidades de participación se pueden enmarcar dentro de mecanismos formales susceptibles de ser institucionalizados como el referéndum, la audiencia pública, las encuestas de opinión y las conferencias de consensos. Pero también se han generado otras formas de participación basadas en procedimientos informales como puede ser la protesta social y el consumo diferencial (López Cerezo, 2005). A continuación se verá brevemente en qué consisten tales modalidades de participación.

Las diferentes estrategias participativas de la sociedad suponen distintas normas operativas y tiempo de duración, posibilitan en diferente medida la promoción de la cultura científica y pueden estar principalmente orientadas a la deliberación o a la decisión (López Cerezo, 2005). Por ejemplo, el referéndum es un procedimiento en el cual se somete a votación la aprobación de un asunto público. En este caso todos los ciudadanos tienen la posibilidad de participar y se espera que la generación de cultura científica se propicie en un debate social previo al referéndum. Por su parte, las audiencias públicas son mecanismos que implican la participación de aquellos ciudadanos interesados y de representantes de diferentes grupos sociales de afectados, quienes se encargan de exponer distintas posturas o puntos de vista ante un foro público. También se pueden elaborar reuniones abiertas al público a través de conferencias de consensos en las cuales representantes ciudadanos establecen un diálogo con el grupo de los expertos. Las conferencias de consensos son uno de los procedimientos mejor valorados en la deliberación y participación ciudadana pues son disparadoras de debates públicos más amplios. Éstas han sido empleadas en varios países de Europa en temas de ciencia y tecnología, incluido el tema de los OGM, con efectos decisorios. Otro recurso son las encuestas de opinión que si bien no

encauzan como tal la exposición de argumentos, sí pueden resultar útiles para recabar información relevante, por ejemplo, sobre las percepciones, valoraciones o actitudes de la población hacia una cierta tecnología, aspectos que son fundamentales antes de tomar una decisión<sup>45</sup> (López Cerezo & Luján, s.f.).

Los procedimientos informales como las protestas sociales y el consumo selectivo de productos también son formas comunes de participación social, que surgen en respuesta a los desarrollos científicos y tecnológicos y que tienen como base la iniciativa y la organización de grupos de ciudadanos interesados. Respecto al consumo diferencial informado, éste es un recurso que puede surgir como consecuencia del debate social que presenta un potencial con efecto acumulativo capaz de desincentivar líneas de innovación (López Cerezo & Luján, s.f.). En este caso es fundamental contar con información de acceso público, por ejemplo, el etiquetado de los alimentos transgénicos como un derecho de los consumidores.

En relación con la protesta pública, ésta es una forma de participación que puede tomar variedad de formas llevando a cabo acciones diversas como declaraciones públicas, manifestaciones y vinculación entre numerosos grupos de interés. En este punto adquiere relevancia la presencia de los movimientos sociales y las acciones que suceden colectivamente. Particularmente en México, desde el año 2001, después de la noticia sobre la presencia de transgenes en maíz de Oaxaca, han sobresalido este tipo de experiencias de participación ciudadana que denuncian no

---

<sup>45</sup>En consonancia con esta estrategia de participación, el artículo 33 de la LBOGM estipula que cualquier persona puede emitir su opinión respecto a las solicitudes de liberación de OGM. No obstante, la emisión de tal opinión se delimita únicamente a un plazo no mayor a veinte días hábiles posteriores a la publicación de la solicitud, y de acuerdo a consideraciones técnicas y científicas. Nuevamente queda en evidencia que los aspectos de índole distinta a la científica para la bioseguridad y toma de decisiones, se encuentran ausentes en esta ley.

sólo preocupaciones socioambientales, sino que también han colocado en la agenda pública los aspectos culturales que rodean al maíz en México. Estos movimientos constituyen la resistencia popular a la introducción del maíz transgénico y se han conformado por distintos grupos sociales como la "Red en Defensa del Maíz", de la que se habló en el capítulo uno. Las organizaciones campesinas, ambientalistas y de ciudadanos en general, han logrado vincularse con científicos reconocidos que se han expresado a lo largo de la controversia como es la Unión de Científicos Comprometidos con la Sociedad (UCCS). La organización "Acción Colectiva" es también un ejemplo de alianza entre integrantes heterogéneos quienes, por medio de un juicio colectivo, mantienen suspendida provisionalmente la siembra de maíz transgénico en México. De hecho, López Cerezo & Luján (s.f.) reconocen el litigio como una forma más de participación ciudadana vinculante y con capacidad de generar cultura científica y aprendizaje social.

Asimismo, como parte de la propia controversia, las organizaciones de ciudadanos en México incluyen a aquellas constituidas recientemente que se han pronunciado con una postura clara en favor hacia los transgénicos, por ejemplo, la *Alianza Pro Transgénicos* y la organización *Sí Quiero Transgénicos*. Esta situación ilustra la complejidad de la participación ciudadana, debido a que ésta no sólo implica el establecimiento del diálogo entre los científicos y las personas sin formación en el ámbito de la ciencia, sino que también abarca el reconocimiento de ciudadanos con puntos de vista y preocupaciones divergentes.

Todos estos movimientos sociales y la organización colectiva en general, dan cuenta de la potencialidad de la organización ciudadana para incidir en las agendas

públicas, fuera de los márgenes que imponen las instituciones establecidas para la toma de decisiones.

La variedad de formas de participación social, tanto las formales como las informales, representan ejercicios democráticos de la ciudadanía no excluyentes entre sí y con estrecha relación con el fomento de la organización social y de la cultura científica (López Cerezo, 2005), entendida esta última en el sentido amplio de la crítica y la reflexión. Si bien se requiere de una evaluación de los alcances y capacidad de vinculación ciudadana de tales mecanismos, se reconocen por su capacidad de influir en el cambio tecnológico y en el aprendizaje social de la ciudadanía en relación con los sistemas científicos, tecnológicos y tecnocientíficos, así como en torno al ejercicio de la actividad política democrática. Lo virtuoso de la participación ciudadana no radica exclusivamente en los posibles beneficios epistémicos y éticos de los procesos inclusivos en la toma de decisiones. En el contexto actual de debilitamiento de confianza en la ciencia y en la representatividad política, la participación plural efectiva representa, también, uno de los elementos capaces de influir en la transformación de los sistemas tecnocráticos dominantes hacia la generación de políticas científicas y tecnológicas más justas e inclusivas que prioricen las condiciones y las problemáticas nacionales.

Resalta como una deficiencia que la CIBIOGEM no cuente con un espacio dedicado a la vinculación ciudadana o al tema de las implicaciones éticas<sup>46</sup>. Tal

---

<sup>46</sup>En el artículo 21 de la LBOGM, se especifica que los mecanismos de participación pública en aspectos de bioseguridad se dan a través del Consejo Consultivo Mixto de la CIBIOGEM. Dicho órgano está conformado por los sectores privado, productivo y social, y su finalidad es conocer y opinar en torno a aspectos sociales, económicos y relativos a las políticas públicas, con la intención de servir como órgano de consulta y opinión de la CIBIOGEM. Al entrar al sitio web de la CIBIOGEM no se encuentra registro sobre las normas operativas bajo las que se realiza el diálogo entre las partes, si es que establece algún

situación hace acuciante realizar esfuerzos en el desarrollo de estrategias como las aquí expuestas, que configuren un nuevo escenario para el ejercicio de la ciudadanía y para la promoción de procesos de aprendizaje social asociado a la adquisición de competencia científica, técnica y política por parte de la población. Asimismo, los mecanismos de participación inclusiva posibilitan la generación de propuestas que podrían resultar novedosas, por ejemplo, respecto a la evaluación del riesgo y la regulación social de la biotecnología.

Es necesaria la puesta en marcha de las estrategias aquí presentadas para la evaluación, regulación y control social de un sistema tecnocientífico que resulta cada vez más controvertido, constituido de múltiples aristas que rebasan al espacio de lo científico. Esta situación no sólo exige una profunda reflexión filosófica y política sobre el *mundo tecnológico* de la actualidad, sino que demanda la transformación hacia un orden social en donde la ciencia y la tecnología no se constituyan por la imposición o la destrucción de la vida y la cultura, sino en torno a la responsabilidad colectiva por el bien común, como un principio de vida.

---

tipo de resolutivo, si se emiten propuestas y tampoco si dicho órgano tiene la capacidad de ser vinculante. Es preocupante que la sociedad esté representada tan sólo por un pequeño grupo de miembros elegidos a votación de su propio sector, para conformar la opinión "incluyente" en torno a la biotecnología moderna en nuestro país.

## CONCLUSIONES

A lo largo de este trabajo, he mostrado que el maíz transgénico en México representa la innovación de un sistema tecnocientífico inherentemente controvertido, debido al privilegio que dicho sistema otorga a los valores económicos, por encima de otros como los ambientales, culturales, y en general, de beneficio social. El acercamiento desde la tecnociencia permite distinguir que la complejidad de la controversia trasciende a las explicaciones de las ciencias biotecnológicas. Mostré que los actores sociales y sus acciones no surgen aislada o inconexamente, sino que se constituyen en torno a un conjunto de prácticas plurales organizadas y orientadas de acuerdo a un marco axiológico también plural. Señalé que las relaciones que se establecen entre los distintos actores sociales (empresas privadas, instituciones públicas, universidades, movimientos sociales, etcétera) pueden ser de naturaleza conflictiva o de común acuerdo, ya sea por la disparidad o concordancia de valores e intereses que poseen. Particularmente mostré que las diferencias entre miembros de la comunidad científica, ponen en duda la supuesta objetividad de los resultados científicos y constatan por un lado, la dimensión política de la ciencia y por el otro, la persistencia de concepciones en torno a su neutralidad y autonomía. Esto muestra que con las controversias tecnocientíficas se ha problematizado profundamente el papel de los científicos, y por lo tanto, la confianza en la ciencia.

En el capítulo dos, reiteré la importancia de conocer las particularidades de México con la intención de discutir la viabilidad y afectaciones en la nación del maíz transgénico de la tecnociencia. Para dicho propósito me valí del término *biocultura*, a través de cual fue posible comprender: 1) al maíz como resultado de un proceso histórico de domesticación de acuerdo a una racionalidad ambiental que, en el sentido expuesto, comprende prácticas sociales de percepción y manejo de la naturaleza que cumplen propósitos culturales, de diversidad y sustentabilidad, 2) la importancia epistemológica, cultural y política de los conocimientos tradicionales y 3) la agencia de los agricultores que poseen dichos conocimientos para la preservación y diversificación del maíz nativo.

Explicué que dentro de México los fundamentos epistemológicos, las prácticas y los valores característicos del sistema tecnocientífico de maíz transgénico generan una relación de conflicto con los conocimientos, valores y prácticas bioculturales. Desde el punto de vista epistemológico, mostré que el diseño de maíz transgénico se sustenta en un enfoque genético reduccionista, mientras que el conocimiento tradicional está basado en procesos dinámicos integradores de aspectos culturales y ambientales. De aquí se concluye que más que rechazar absolutamente la perspectiva reduccionista, es fundamental reconocer sus limitaciones explicativas e implicaciones sociales. Respecto a sus limitaciones se señaló que es inadecuado concebir a los genes como unidades fijas aisladas de su contexto ecológico y social, pues de esta manera se ha pretendido dar soluciones simples a problemas complejos, como lo es el comportamiento genético de los seres vivos, e incluso problemas sociales como el hambre en el mundo. Sin embargo, es importante reconocer también, siguiendo a

Suárez (2005), que el reduccionismo genético es útil siempre y cuando se asuma como una estrategia de investigación y no como una explicación definitiva de los niveles superiores de complejidad. Por lo tanto, se requiere evaluar críticamente las potencialidades de cada conocimiento de acuerdo a su contexto, con la firme pretensión de establecer un puente de diálogo fructífero entre los saberes tradicionales y los científicos a fin de ofrecer explicaciones y propuestas integrales ante los problemas que plantea el proyecto tecnocientífico de maíz transgénico en nuestro país.

También se mostró, de acuerdo a un análisis axiológico, que la privatización de los bienes comunes y los valores de la ganancia comercial de las empresas que diseñan y venden las semillas transgénicas se enfrentan a valores culturales configurados en lo social, lo público, lo colectivo y lo ambiental. La razón de tal situación es porque la racionalidad tecnocientífica conlleva como práctica consustancial la apropiación privada del conocimiento científico y de la biodiversidad, lo que conlleva afectaciones al conocimiento tradicional pues al patentar las semillas transgénicas, los agricultores mexicanos verían perjudicadas las prácticas agrícolas tradicionales basadas en el libre intercambio de semillas. Esta situación conlleva fuertes repercusiones sociales de tipo legal y ambiental, como por ejemplo en este último caso. las relacionadas con la probabilidad de la erosión genética.

De este capítulo se concluye que identificar el tipo de relación que se establece entre los supuestos tecnocientíficos y los bioculturales, permite en primer lugar, vislumbrar que el proyecto tecnocientífico del maíz transgénico pretende instaurarse mediante una estandarización de valores y prácticas que buscan una imposición

epistémica, cultural y política sobre el contexto biocultural mexicano. En segundo lugar, permite realizar propuestas concretas de evaluación del maíz en México, sensible a las particularidades del país como centro de origen y diversificación de dicha planta, y orientadas a la transformación de estas formas dominantes.

De acuerdo a lo hasta aquí presentado, en el tercer y último capítulo propuse los elementos para una evaluación social del maíz transgénico, acorde a lo que denominé una política de la diferencia y una ética de la otredad. Por política de la diferencia y ética de la otredad me referí a un enfoque justificado en el reconocimiento de aquellos conocimientos (académicos y tradicionales) y actores sociales, que desde el sistema tecnocientífico, han sido subvalorados o ignorados para su integración política en un diálogo plural e inclusivo, basado en el intercambio de experiencias y en la retroalimentación permanente. Planteé los principios de la diferencia y la otredad en respuesta a una estructura de poder tecnocrática que privilegia a un reducido sector de la población que, en un intento por opacar la complejidad de la controversia tecnocientífica, ha minimizado las afectaciones sociales, culturales y ambientales en México.

Explicué que los presupuestos éticos y políticos mencionados constituyen la base para establecer mecanismos de participación ciudadana para evaluar democráticamente la pertinencia del maíz transgénico en México. De esta manera se señaló que las distintas estrategias de evaluación pueden surgir de espacios institucionalizados, por ejemplo en el caso del referéndum, o de iniciativas ciudadanas independientes, como los movimientos y protestas sociales. Todas estas formas resultan medios de aprendizaje social debido a su potencialidad para fomentar una

cultura científica crítica y reflexiva, donde los propios científicos también son sujetos de aprendizaje. Además estos procesos de participación implican también el aprendizaje de una praxis política, por su papel vinculante con capacidad de incidir en las agendas públicas y, al mismo tiempo, en el cambio tecnológico. En otras palabras, la evaluación social conlleva beneficios epistémicos y políticos.

Ante el falso dilema que se ha querido imponer desde las esferas tecnocientíficas: "o nos morimos de hambre o sembramos transgénicos", la principal conclusión que se desprende de este trabajo es que la evaluación crítica y socialmente inclusiva del sistema tecnocientífico de maíz transgénico en México, es un acto de urgente necesidad que exige visibilizar los supuestos teóricos dominantes de la tecnociencia transgénica, en tanto que ésta, se ha configurado de acuerdo a una racionalidad utilitarista que beneficia únicamente a una minoría, incrementado la desigualdad social y excluyendo aquello que es *diferente* a los intereses de tal tecnociencia. La demanda por tal evaluación da cuenta de la necesidad de transformar el orden hegemónico, para pensar en nuevos modelos de desarrollo que respondan a las necesidades y problemáticas nacionales, y no a los intereses de las minorías con poder económico y político. La apuesta por nuevos modelos de desarrollo implica reconocer que los problemas sociales no se resuelven aplicando tecnologías *ad infinitum*, sino a través de determinados mecanismos políticos y sociales que integren a la ciencia y la tecnología dentro esquemas estructurados en actores, intereses, valores y objetivos orientados hacia el propósito del bien común.

Finalmente, es importante recalcar que toda tecnología, incluida la biotecnología, está anclada en un ambiente político y cultural específico, por lo que su

evaluación, más aún en contextos de controversia, requiere de considerar las dinámicas de las sociedades bajo las que la ciencia y la tecnología se desarrollan. Ante la crisis ambiental y social de nuestros tiempos, es fundamental cambiar el imperativo tecnológico utilitarista de la tecnociencia por el imperativo de la responsabilidad colectiva, basada en un diálogo plural que fomente el aprovechamiento de las actividades científicas y tecnológicas de parte de sectores cada vez más amplios de la sociedad.

## GLOSARIO

1. **Bioinformática:** Aplicación de las ciencias computacionales y tecnologías de la información al análisis de problemas biológicos. Es una herramienta para el análisis e identificación de la presencia de eventos transgénicos, a través de la extracción biológica y la construcción de bases de datos genéticos. En México en el año 2010, se creó un laboratorio público denominado Centro Nacional de Referencia en Detección de Organismos Genéticamente Modificados (CNRDOGM), que cuenta con el sistema automatizado SisOGM para la detección, identificación y cuantificación de OGM (SENASICA, s.f.).
2. **Bioseguridad:** de acuerdo a la LBOGM son las “acciones acciones y medidas de evaluación, monitoreo, control y prevención que se deben asumir en la realización de actividades con organismos genéticamente modificados, con el objeto de prevenir, evitar o reducir los posibles riesgos que dichas actividades pudieran ocasionar a la salud humana o al medio ambiente y la diversidad biológica, incluyendo los aspectos de inocuidad de dichos organismos que se destinen para uso o consumo humano”.
3. **Biotecnología:** Aplicación tecnológica de los recursos biológicos y de los seres vivos para la obtención de productos con usos específicos. Algunos de los bienes que la humanidad ha logrado elaborar por medio de la biotecnología tradicional son los productos lácteos, el pan y las bebidas alcohólicas. Posteriormente, la biotecnología fue ampliando sus alcances, situación que

permitió la producción de antibióticos, vitaminas y enzimas, por mencionar algunos ejemplos.

4. **Biotecnología moderna:** Actividad multidisciplinaria que se sustenta en el conocimiento obtenido de disciplinas como la biología molecular y la microbiología, para la manipulación del genoma de los sistemas biológicos como microbios, plantas y animales (Bolívar Zapata, 2011).
5. **Comisión Intersecretarial de Bioseguridad de los Organismos Genéticamente Modificados (CIBIOGEM):** Institución que coordina las políticas públicas en México en relación a la bioseguridad y conjunta a las autoridades responsables de idear mecanismos del proceso de consentimiento informado previo establecido en el Protocolo de Cartagena sobre Seguridad de la Biotecnología. Está integrada por los titulares de las Secretarías de Agricultura, Ganadería, Desarrollo Rural, Pesca y Alimentación (SAGARPA), Medio Ambiente y Recursos Naturales (SEMARNAT), Salud (SA), Educación Pública (SEP), Hacienda y Crédito Público (SHCP) y Economía (SE), así como por el director General del Consejo Nacional de Ciencia y Tecnología (CONACYT) (<http://www.conacyt.mx/cibiogem/>).
6. **Erosión genética en biodiversidad:** Pérdida de diversidad genética manifestada en la pérdida de variedades o especies. Las principales razones que conllevan a esto son el remplazo de variedades, la limpieza de terrenos, la sobreexplotación de especies, la presión poblacional, la degradación ambiental, sobreexplotación de terrenos y pastizales, políticas y cambios en los sistemas agrícolas. El número de variedades también puede ser reducido

dramáticamente cuando las variedades comerciales son introducidas en los sistemas agrícolas tradicionales. Muchos investigadores creen que el mayor problema relacionado con el manejo de los agro-ecosistemas es la tendencia general hacia la uniformidad genética y ecológica impuesta por el desarrollo de la agricultura moderna (<http://www.fao.org/economic/esa/seed2d/glossary/es/>).

7. **Flujo génico:** Proceso mediante el cual se transfieren un grupo de genes de una población a otra. En los vegetales, el polen constituye el principal vehículo de movilidad.
8. **Organismo genéticamente modificado (OGM):** Cualquier organismo vivo que se ha obtenido mediante la aplicación de técnicas de la biotecnología moderna con la intención de modificar su material genético. No todo OGM es un transgénico.
9. **Organismo vivo modificado (OVM):** “Cualquier organismo vivo que posea una combinación nueva de material genético que se haya obtenido mediante la aplicación de la biotecnología moderna.” (Protocolo de Cartagena Sobre Seguridad de la Biotecnología).
10. **Patente:** Otorgamiento del derecho exclusivo de usar o vender una invención a su inventor, evitando que terceros la utilicen a menos que el titular de la patente otorgue el permiso. Normalmente tiene una vigencia de 20 años y para que sea autorizada debe cumplir al menos lo siguiente: novedad, actividad inventiva y valor o aplicación industrial o comercial (Arellano & Hall, 2012: 208-210).

11. **Protocolo de Cartagena Sobre Seguridad de la Biotecnología:** Tratado internacional que regula los movimientos de un país a otro de organismos vivos modificados, que son producto de la biotecnología moderna y que puedan tener efectos adversos en la biodiversidad y la salud humana. En dicho protocolo se adopta un enfoque de precaución que obliga a las autoridades competentes a realizar acciones de prevención y control aún sin tener la certeza científica del daño que puedan generar.
12. **Reacción en cadena de la polimerasa (PCR):** Técnica sumamente sensible de biología molecular para la amplificación y cuantificación de fragmentos específicos de ADN.
13. **Transgén:** Material genético específico de diferente origen que es insertado en un organismo vivo. Al organismo resultante de este proceso se le denomina transgénico.
14. **Transgénico:** Cualquier organismo vivo que se ha obtenido mediante la aplicación de técnicas de la biotecnología moderna con la intención de modificar su material genético con el procedente de otras especies. La mayoría de los cultivos de OGM que son transgénicos se han diseñado para ser resistentes a plagas y herbicidas. Sin embargo, también existen en menor medida, cultivos de OGM elaborados intencionalmente para ser resistentes a sequías o heladas, aumentar el contenido de vitaminas o minerales y producir compuestos de uso comercial como biocombustibles o fármacos. En México, además del maíz, se han desarrollado cultivos de papa, soya, algodón y papaya transgénicos. (Chauvet, 2015).

## BIBLIOGRAFÍA

*Acuerdo por el que se determinan Centros de Origen y Centros de Diversidad Genética del Maíz.* (2 de Noviembre de 2012). Recuperado el 14 de junio de 2016, de CIBIOGEM: [http://www.conacyt.gob.mx/cibiogem/images/cibiogem/normatividad/vigente/2012\\_11\\_02\\_MAT\\_sagarpa2a.pdf](http://www.conacyt.gob.mx/cibiogem/images/cibiogem/normatividad/vigente/2012_11_02_MAT_sagarpa2a.pdf)

*AgroBio México.* <http://www.agrobiomexico.org.mx>

Albornoz, M. (2012). Usos y abusos del término innovación. En L. Merino, *Los contextos y usos de la innovación social* (págs. 23-38). Universidad del País Vasco

Alavez, V., Álvarez-Buylla, E., Piñeyro, A., Wegier, A., Serratos, J., & Nieto-Sotelo, J. (2013). Las líneas de maíz transgénico disponibles para la agricultura: promesas, hechos y potencial en el contexto de México. En E. Álvarez-Buylla, & A. Piñeyro (Coords.), *El maíz en peligro ante los transgénicos: un análisis integral sobre el caso de México* (págs. 61- 86). México: UNAM. Unión de Científicos Comprometidos con la Sociedad.

*Alianza Protransgénicos.* <http://alianzaprotransgenicos.org>

Alonso, M., Barahona, A., De la Garza, M., & Ochoa, A. (2013). La idea de la vida desde la genética contemporánea. En V. González, & J. Linares (Coords.), *Diálogos de bioética. Nuevos saberes y valores de la vida* (págs. 65-103). México: FCE, UNAM, FFyL.

Álvarez-Buylla, E., & Piñeyro, A. (2013). *El maíz en peligro ante los transgénicos: un análisis integral sobre el caso de México.* México: UNAM. Unión de Científicos Comprometidos con la Sociedad.

Arancibia, F. (2013). Challenging the bioeconomy: The dynamics of collective action in Argentina. *Technology in Society*, 1-14.

Arellano, J. S., & Hall, R. T. (2012). *Bioética de la Biotecnología.* México: Fontamara.

Barros, C. (2013). Maíz, identidad y cultura. En CONABIO, *Identidad a través de la cultura alimentaria* (págs. 205-211). México: Comisión Nacional para el Conocimiento y Uso de la Biodiversidad.

Betancourt Posada, A., & Cruz Marín, J. (coords.). (2009). *Del saber indígena al saber trasnacional.* México: Universidad Nacional Autónoma de México.

*Biodiversidad Mexicana.* (s.f.). Recuperado el 12 de junio de 2016, de CONABIO: <http://www.biodiversidad.gob.mx/genes/centrosOrigen/centrosPlantas.html>

Blancke, S., Van Breusegem, F., De Jaeger, G., Braeckman, J., & Van Montagu, M. (2015). Fatal attraction: the intuitive appeal of GMO opposition. *Trends in Plant Science*, 20 (7), 414-418.

Boege, E. (2008). El patrimonio biocultural de los pueblos indígenas de México. Hacia la conservación in situ de la biodiversidad y agrobiodiversidad en los territorios indígenas. En G. Vidriales Chan, I. García Coll, M. Mondragón, A. Rivas, M. Lozada, & F. Soto, *El patrimonio biocultural de los pueblos indígenas.* México: Instituto Nacional de Antropología e Historia: Comisión Nacional para el Desarrollo de los Pueblos Indígenas.

Bolívar Zapata, F. (2011). *Por un uso responsable de los Organismos Genéticamente Modificados*. México: Academia Mexicana de Ciencias.

Bonneuil, C., Foyer, J., & Wynne, B. (2014). Genetic fallout in biocultural landscapes: Molecular imperialism and the cultural politics of (not) seeing transgenes in Mexico. *Social Studies of Sciences*, 44 (6), 901-929.

Broncano, F. (2000). Controversias tecnológicas y racionalidad colectiva. En F. Broncano, *Mundos Artificiales. Filosofía del cambio tecnológico* (págs. 259-284). México: Paidós, Facultad de Filosofía y Letras, UNAM.

Cano, W., & Ibarra, A. (2011). Inequality, Exclusion and Discrimination: The Mexican Biosafety Law. En M. Cotton, & H. M. (eds.), *Engaging with Environmental Justice: Governance, Education and Citizenship* (págs. 105-116). Oxford: Inter-Disciplinary Press.

Carro-Ripalda, S., Astier, M., & Artia, P. (2014). Mexico. En P. Macnaghten, S. Carro- Ripalda, & J. (. Burity, *A New Approach to Governing GM Crops: Global Lessons from the Rising Powers* (págs. 17-44). Durham: Durham University Working Paper.

CECCAM. *México: una década de resistencia social contra el maíz transgénico*. (Octubre de 2011). Recuperado el 16 de diciembre de 2015, de Centro de Estudios para el Cambio en el Campo Mexicano. CECCAM: <http://ceccam.org/sites/default/files/De%C3%ACcada%20resistbaja.pdf>

Chauvet, M. (2015). *Biotecnología y Sociedad*. México: UAM.

Christou, P. (2002). No credible scientific evidence is presented to support claims that transgenic DNA was introgressed into traditional maize landraces in Oaxaca, Mexico. *Transgenic Research*, 11 (1), III-V.

CIBIOGEM, 2014. *Red Nacional de Laboratorios de Detección, Identificación y Cuantificación de Organismos Genéticamente Modificados (RNLD-OGM)*. Recuperado el 04 de enero de 2017, de <http://conacyt.gob.mx/cibiogem/index.php/rnld-ogm>

CIBIOGEM, 2015. *Tercer informe nacional sobre la aplicación del Protocolo de Cartagena sobre Seguridad de la Biotecnología*. Recuperado el 08 de enero de 2017, de [http://conacyt.gob.mx/cibiogem/images/cibiogem/sistema\\_nacional/documentos/TERCER-INFORME-NACIONAL-3INF.pdf](http://conacyt.gob.mx/cibiogem/images/cibiogem/sistema_nacional/documentos/TERCER-INFORME-NACIONAL-3INF.pdf)

CIBIOGEM (s.f.) Registro Nacional de Bioseguridad de OGMs. Recuperado el 07 de enero de 2017, de <http://conacyt.gob.mx/cibiogem/index.php/sistema-nacional-de-informacion/registro-nacional-bioseguridad-ogms>

Dabat, A., Hernández, J., & Vega, C. (2015). Capitalismo actual, crisis y cambio geopolítico global. *Economía-UNAM*, 12 (36), 62-39.

Dascal, M. (1995). Epistemología, controversias y pragmática. *ISEGORÍA* (12), 8-43.

*Demanda colectiva maíz*. (2015). Recuperado el 30 de noviembre de 2015, de <http://demandacolectivamaiz.mx/wp/>

Díaz García, I. (2011). Bases filosóficas de la democracia participativa en ciencia y tecnología. *Ontology Studies* (11), 39-53.

Dutrénit, G., Capdeville, M., Corona, J., Puchet, M., Santiago, F., & Vera-Cruz, A. (2010). *El Sistema Nacional de Innovación Mexicano: Instituciones, políticas, desempeño y desafíos*. México: Universidad Autónoma Metropolitana.

Echeverría, J. (2003). *La Revolución tecnocientífica*. Madrid: FCE.

Faerna, A. M. (1996). *Introducción a la teoría pragmatista del conocimiento*. Madrid: Siglo XXI.

FAO. *Pérdidas y Desperdicios de Alimentos en América Latina y el Caribe*. (julio de 2014). Recuperado el 26 de junio de 2016, de FAO. Food and Agriculture Organization of the United Nations: <http://www.fao.org/3/a-i3942s.pdf>

Fernández Suárez, R., Morales Chávez, L., & Gálvez Mariscal, A. (2013). Importancia de los maíces nativos de México en la dieta nacional. Una revisión indispensable. *Revista Fitotecnia Mexicana*, 3, 275-283.

Foyer, J., & Bonneuil, C. (2015). La bioseguridad mexicana: una "actuación de seriedad". *Revista Mexicana de Sociología*, 77 (1), 37-68.

Gálvez, A. (2013). *Detección de polen de plantas genéticamente modificadas en miel. Fase I*. Universidad Nacional Autónoma de México. Facultad de Química. México, D.F.: Informe final SNIB-CONABIO, proyecto KE007.

*GM Crops: Promise and reality. A Nature special issue*. (mayo de 2013). Obtenido de Nature: [http://www.nature.com/news/specials/gmcrops/index.html?WT.ec\\_id=NEWS-20130507](http://www.nature.com/news/specials/gmcrops/index.html?WT.ec_id=NEWS-20130507)

Gómez, M. (Enero-Febrero de 2009). *Fines y Valores Indígenas en el mundo científico y tecnológico*. Recuperado el 19 de junio de 2016, de Portal de datos abiertos UNAM, Facultad de Filosofía y Letras: <http://ru.ffyl.unam.mx:8080/jspui/bitstream/10391/1395/1/G%C3%B3mez%20M%C3%B3nica%20Destiempos%202009.pdf>

Gutiérrez, D., Ruiz, R., & Xoconostle, B. (2015). *Estado Actual de los cultivos genéticamente modificados en México y su contexto internacional*. México: Centro de Investigación y de Estudios Avanzados. IPN.

Herrera Estrella, L., Depicker, A., Vanmontagu, M., & Schell, J. (1983). Expression of chimaeric genes transferred into plant cells using a Ti-plasmid-derived vector. *Nature*, 303 (5914), 209-213.

Jasanoff, S. 1993. Bridging the Two Cultures of Risk Analysis. *Risk Analysis*. 13 (2): 123-132.

Kato, T., Mapes, C., Mera, L., Serratos, J., & Bye, R. (2009). *Origen y diversificación del maíz: una revisión analítica*. México: Universidad Nacional Autónoma de México, Comisión Nacional para el Conocimiento y Uso de la Biodiversidad.

Lazos, E., & Chauvet, M. (s.f.). *Análisis del contexto social y biocultural de las colectas de maíces nativos en México*. Recuperado el 07 de Noviembre de 2014, de Biodiversidad Mexicana. Comisión Nacional para el Conocimiento y Uso de la Biodiversidad:

[http://www.biodiversidad.gob.mx/genes/pdf/proyecto/Anexo9\\_Analisis\\_Especialistas/Lazos%20y%20Chauvet%202011.pdf](http://www.biodiversidad.gob.mx/genes/pdf/proyecto/Anexo9_Analisis_Especialistas/Lazos%20y%20Chauvet%202011.pdf)

*LBOGM: Ley de Bioseguridad de Organismos Genéticamente Modificados*. (2005). Recuperado el 1 de diciembre de 2015, de CIBIOGEM. Normatividad vigente en materia de bioseguridad: <http://www.conacyt.gob.mx/cibiogem/images/cibiogem/normatividad/vigente/LBOGM.pdf>

Leff, E. (2004). *Racionalidad ambiental. La reapropiación social de la naturaleza*. México: Siglo XXI.

Leff, E. (2006). *Aventuras de la epistemología ambiental: de la articulación de ciencias al diálogo de saberes*. México: Siglo XXI.

Linares, J. (2008). *Ética y mundo tecnológico*. México: FCE.

Liptak, A. (13 de mayo de 2013). *Supreme Court Supports Monsanto in Seed-Replication Case*. Recuperado el 5 de diciembre de 2015, de The New York Times: [http://www.nytimes.com/2013/05/14/business/monsanto-victorious-in-genetic-seed-case.html?\\_r=1](http://www.nytimes.com/2013/05/14/business/monsanto-victorious-in-genetic-seed-case.html?_r=1)

López Austin, A. (2013). Cosmovisión, identidad y taxonomía alimentaria. En *Identidad a través de la cultura alimentaria* (págs. 11-37). México: CONABIO.

López Cerezo, J. (2005). Participación ciudadana y cultura científica. *ARBOR. Ciencia, pensamiento y cultura*, CLXXXI, 351-362.

López Cerezo, J., & Luján, J. (s.f.). *Cultura científica y participación formativa*. Recuperado el 10 de julio de 2016, de [www.oei.es/catmexico/Participacion31.PDF](http://www.oei.es/catmexico/Participacion31.PDF)

Machuca R., J. A. (2009). La privatización de la biodiversidad y la cultura a través de los "conocimientos tradicionales". En A. Betancourt Posada, & J. E. Cruz Marín, *Del saber indígena al saber transnacional* (págs. 175-197). México: Universidad Nacional Autónoma de México.

Massieu Trigo, Y. (2009). Cultivos y Alimentos Transgénicos en México. El debate, los actores y las fuerzas sociopolíticas. *Nueva Época* (59), 217-243.

Medina, M. (1990). La filosofía de la tecnocracia. En M. Medina, & J. Sanmartín, *Ciencia, Tecnología y Sociedad. Estudios interdisciplinarios en la universidad, en la educación y en la gestión pública* (págs. 153-167). Barcelona : Anthropos. Universidad del País Vasco.

Mitcham, C. (2005). *Encyclopedia of Science, Technology and Ethics*. New York: MacMillan.

Moore, K., Kleinman, D., & Hess, D. (2011). Science and neoliberal globalization: a political sociological approach. *Theor Soc* (40), 505-532.

Muñoz Rubio, J. (2004). Ciencia y Reduccionismo: Una crítica a la concepción cartesiana del mundo en la producción de alimentos transgénicos. En J. Muñoz Rubio (coord.), *Alimentos transgénicos. Ciencia, ambiente y mercado: un debate abierto* (págs. 99- 114). México: Siglo XXI editores.

Murguía, A. (2014). Epistemología Social y Democracia Deliberativa. *ACTA SOCIOLOGICA* (63), 99-121.

Olivé, L. (2007). *La ciencia y la tecnología en la sociedad del conocimiento. Ética, política y epistemología*. México: FCE.

Olivé, L. (2010). La cultura científico-tecnológica como condición de las sociedades democráticas contemporáneas. *ACTA SOCIOLOGICA* (51), 59-86.

Ortíz García, S., Ezcurra, E., Schoel, B., Acevedo, F., Soberón, J., & Snow, A. (2005). Absence of detectable transgenes in local landraces of maize in Oaxaca, Mexico (2003–2004). *Proceedings of the National Academy of Sciences of the United States of America*, 102 (35), 12338–12343.

*Panorama Agroalimentario. Maíz 2015*. Recuperado de [https://www.gob.mx/cms/uploads/attachment/file/61952/Panorama\\_Agroalimentario\\_Ma\\_z\\_2015.pdf](https://www.gob.mx/cms/uploads/attachment/file/61952/Panorama_Agroalimentario_Ma_z_2015.pdf)

PECiTI. (s.f.). *Programa Especial de Ciencia, Tecnología e Innovación 2014-2018*. Obtenido de CONACYT: [http://conacyt.gob.mx/images/conacyt/PECiTI\\_2014-2018.pdf](http://conacyt.gob.mx/images/conacyt/PECiTI_2014-2018.pdf)

Pridmore, B. (2008). Review of genes in development: re-reading the molecular paradigm. *Biol Philos* (23), 579-583.

Protocolo de Cartagena sobre Seguridad de la Biotecnología del Convenio sobre la Diversidad Biológica: texto y anexos. (2000). Montreal: Secretaría del Convenio sobre la Diversidad Biológica.

Quist, D., & Chapela, I. (2001). Transgenic DNA introgressed into traditional maize landraces in Oaxaca, Mexico. *Nature*, 414, 541-543.

Ramírez, R. (2014). *La virtud de los comunes. De los paraísos fiscales al paraíso de los conocimientos abiertos*. Quito: Ediciones Abya-Yala.

Ramírez Sánchez, S. (2006). Conocimiento y democracia: Expertos y experticia en los procesos de socialización del conocimiento. *Península*, 1 (1), 95-108.

Ruane, J., & Sonnino, A. (2011). Agricultural biotechnologies in developing countries and their possible contribution to food security. *Journal of Biotechnology*, 156, 356-363.

Schimmelpfennig, D. (2004). Agricultural Patents: Are They Developing Bad Habits? *Choices*, 19-23

SENASICA. *Servicio Nacional de Sanidad, Inocuidad y Calidad Agroalimentaria*. (s.f.). Recuperado el 30 de noviembre de 2015, de CNRDOGM: <http://www.senasica.gob.mx/?id=2411>

Seralini, G., Clair, E., & Mesnage, R. (2012). Long term toxicity of a Roundup herbicide and a Roundup-tolerant genetically modified maize. *Food and Chemical Toxicology*, 50 (11), 4221-4231.

*Sí quiero transgénico*. (s.f.). Obtenido de <http://www.siquierotransgenicos.cl/quienes-somos/>

Suárez, E. (2005). Reduccionismo y biología en la era postgenómica. *Revista Ciencias* (79), 54-64.

Thomas, Bortz, & Garrido. (2015). Enfoques y estrategias de desarrollo tecnológico, innovación y políticas públicas para el desarrollo inclusivo. *Documento de Trabajo* .

UCCS. *Unión de Científicos Comprometidos con la Sociedad*. <http://www.uccs.mx/>

Valladares, L., & Olivé, L. (2015). ¿Qué son los conocimientos tradicionales? Apuntes epistemológicos para la interculturalidad. *Cultura y representaciones sociales* (19), 61-101.

Velasco, A. (2011). ¿Cómo defender a la democracia multicultural de la ciencia? En A. Pérez Ransanz, & Velasco (coords.), *Racionalidad en ciencia y tecnología. Nuevas perspectivas iberoamericanas* (págs. 473-479). México: UNAM.

Vila-Viñas, D., & Barandiaran, X. (2015). *Buen conocer. Flok Society. Modelos sostenibles y políticas públicas para una economía social del conocimiento común y abierto y en el Ecuador*. Obtenido de <http://book.floksociety.org/ec/>