

UNIVERSIDAD NACIONAL AUTÓNOMA DE MÉXICO  
FACULTAD DE ESTUDIOS SUPERIORES IZTACALA  
SECRETARÍA GENERAL ACADÉMICA  
CARRERA DE BIOLOGÍA



**MERCANTILIZACIÓN DEL CONOCIMIENTO CIENTÍFICO  
EN EL SIGLO XXI  
La situación contemporánea del maíz como estudio de caso**

TESIS

QUE PARA OBTENER EL TÍTULO DE

B I O L O G A

PRESENTA

Nuria Silis Gutiérrez Gaytán

DIRECTORA

Dra. Ana Rosa Barahona Echeverría

Los Reyes Iztacala. Edo. de México, 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.

# MERCANTILIZACIÓN DEL CONOCIMIENTO CIENTÍFICO EN EL SIGLO XXI

## La situación contemporánea del maíz como estudio de caso

Esta investigación ha sido apoyada por:

Beca del Sistema Nacional de Investigadores – Ayudantes de Investigador Nacional Nivel III o Emérito. Exp. 6742. Enero de 2014 a Enero de 2017.

Fundación Mamichi. Mayo de 1990 a la fecha.

Comité tutorial

Dra. Ana Rosa Barahona Echeverría

M en C. María Alicia Villela González

Dr. Diódoro Granados Sánchez

M en C. Roberto Moreno Colín

Dr. Rafael Lira Saade

A todxs aquellxs que *sueñan, luchan, resisten,*  
y creen que un mundo mejor es posible.

A la Luciérnaga que alumbra mi camino,  
al Colibrí que lo reivindica,  
y al Gallo-Diablo que lo profundiza.  
¡Gracias por darle sustento a mi vida!

En memoria de Don Remi, El profe “Vitor”, Gus y Roberto.

¡HASTA LA VICTORIA SIEMPRE!

## **Agradecimientos académicos**

Agradezco profundamente al Laboratorio de Estudios Sociales de la Ciencia por todas las oportunidades brindadas y las verbenas histórico-filosóficas que de ahí emergen. A la Dra. Ana Barahona por hacer posible la realización del presente trabajo así como mi reencuentro con el área que me apasiona. A la M. en C. Ma. Alicia Villela por las asesorías académicas y sugerencias documentales para el desarrollo y culminación de este proyecto. Al Dr. Carlos Ochoa por los conocimientos transmitidos a través de sus maravillosas clases. A la Dra. Irama Núñez por todas las enseñanzas compartidas mediante entrañables pláticas. Al Biól. Marco Ornelas, Dra. Erica Torrens y al Dr. José A. Alonso Pavón por el constante y rico intercambio de ideas. Al Biol. William Cruz por ser un ejemplo de constancia y voluntad. A la Antropóloga Física Martha Granados por los buenos momentos.

A Valentín Val por la revisión exhaustiva de los primeros protocolos de tesis así como por las enseñanzas sembradas en mi camino.

A la M. en D. Gabriela Sánchez Fabila por los aportes académicos y personales que me han acompañado desde inicios de la carrera.

Al M. en C. Roberto Moreno, Dr. Diódoro Granados Sánchez y al Dr. Rafael Lira Saade por la revisión de este proyecto.

## **Los que salen desde la tripa**

Agradezco al tiempo y todo lo que me ha brindado.

Agradezco a la utopía. A mi madre por ser la mejor inspiración y ejemplo a seguir de ovarios, fortaleza y compromiso. A mi hermana porque gracias a ella el reduccionismo que habitaba en este sistema abierto, salió para nunca regresar. A mi padre por ser de otro planeta y llevarme a conocerlo. A las palabras que nunca alcanzarán para describir el amor que siento por ellxs. A ustedes les debo la vida.

A Ximena por los momentos vívidos y vividos que perdurarán por siempre en mi memoria. A ella, hermana adquirida, juro amor y amistad eternos; a “Jonato Guerra”-“Chatodemialma” (a quien también juro amor y amistad eternos) por los años de hermandad que el turno vespertino (y la vida) nunca ha dejado de encontrar; a Quique (al que juro amor y amistad eternos) por conducirme siempre al camino de la rectitud “bebesauria”; a Betabel (brujita, rana, rábano y remolacha a la vez a quien juro amor y amistad eternos) y ElYorch (a quien no le prometo nada jaja “no cheto” cañal) por las tardes eternas en el Carsolio. A las azoteas. A Anabórica y sus pláticas cósmicas; a las tardes de mate con Rauli, Ximenota, Fabs, La Tía, La China y la Santa María.

A Rita Lin por su incondicionalidad y por ser un recordatorio constante de valentía. A la playa. A Jaime y Val por ser un ejemplo de trabajo intelectual, práctico, arduo y “sin yolanda” (de no ser por ellos no hubiera logrado aterrizar este proyecto ni pensado en los siguientes); a Ingo y Bere por el cariño, apoyo y ánimos brindados; a Giorgio y Non-Chan por la tranquilidad transmitida en cada encuentro. A la Sierra. A Alice Cooper por su amistad inquebrantable y factor inspirador importantísimo de mi presente; a Karen Noble por toda la gama de momentos inolvidables y serenos; a “Anaclarita” y

“Caridad de la Parra” por ser las “nietas de las brujas que no pudieron matar”. A a Da por hacer posible este último encuentro. A todxs ustedes les juro amor y amistad eternos.

Agradezco infinitamente a Karen, Aldo, Marilú, Hetor, Rul Rul, Gus, “Elaias”, la cábula, de paso Abril, Kirino, Fer, Kari, Erick, Cusca, y a toda la bandita chida iztaccalteca por las risas, desgracias, prácticas de campo (y todo lo que les conlleva) compartidas. Francamente ustedes le dieron candela a este corazón naturalista. Donde hubo fuego vegetación secundaria queda. Les prometo amor y amistad eternos.

A Gus que vivirá por siempre en el asereje de “mi alma mulata”. A Roberto por salvarme mediante su despedida. A Don Remi por dejar como legado crear/crear (en) un mundo diferente. Al profe Víctor por lo que representó como docente y maestro de vida durante varias generaciones de alumnos.

¡Gracias por tanto camaradas!

¡Seres vespertinos del mundo unios!

[...] dicen los sabedores de antes que  
el corazón de los hombres y mujeres  
tiene la forma de un caracol [...].  
Por eso, quien vela cuando los demás duermen  
usa un caracol, y lo usa para muchas cosas,  
pero sobre todo para **no olvidar**.

Subcomandante Insurgente Marcos  
2003

**MERCANTILIZACIÓN DEL CONOCIMIENTO CIENTÍFICO  
EN EL SIGLO XXI:  
LA SITUACIÓN CONTEMPORÁNEA DEL MAÍZ COMO ESTUDIO DE CASO**

Nuria Silis Gutiérrez Gaytán  
FES Iztacala-Facultad de Ciencias  
**UNAM**

**ÍNDICE DE CONTENIDO**

1. INTRODUCCIÓN.....	1
1.2. Preguntas de investigación.....	6
1.3. Hipótesis.....	6
1.4. Objetivos.....	7
Objetivo general.....	7
Objetivos particulares.....	7
1.5. Justificación.....	7
2. MARCO CONCEPTUAL.....	9
¿QUÉ ES Y CÓMO SE CONSTRUYE LA CIENCIA?.....	9
2.1. La ciencia como producto de la Modernidad.....	10
2.2. La ciencia como producto social.....	19
2.3. El producto social de la ciencia.....	25
2.3.1. La ciencia como una fuerza productiva de trabajo.....	33
3. METODOLOGÍA DE ANÁLISIS.....	39
3.1. Análisis de documentos.....	40
3.2. Estudio de caso.....	40
3.2.1 Antecedentes del Estudio de Caso.....	41
3.2.1.2 Antecedentes generales.....	41
3.2.1.3. Antecedentes particulares.....	43
4. ESTUDIO DE CASO.....	47
MÉXICO FRENTE AL MAÍZ.....	47
4.1. Algo de economía, política y leyes.....	48
4.1.2 El maíz frente a México: ¿Por qué es importante salvaguardar el maíz mexicano?.....	59
4.1.2.1. Breves fundamentos biológicos y evolutivos.....	59

4.1.2.2. Fundamentos bioculturales y procesos sociales.....	66
4.2. EL MAÍZ TRANSGÉNICO COMO PRODUCTO DE LA MERCANTILIZACIÓN DEL CONOCIMIENTO CIENTÍFICO.....	77
4.2.1. “From Texas to the Board” .....	78
4.2.2. Revolución verde: origen, desarrollo y desenlace.....	86
4.2.3. Revolución a la mexicana.....	97
4.2.4. La continuación de la Revolución Verde: Conasupo-TLCAN.....	108
4.2.4.1. Condiciones de existencia económicas para el desmantelamiento de Conasupo y la firma del TLCAN.....	109
4.2.4.2. Desmantelamiento de Conasupo.....	114
4.2.4.3. Libre mercado, mercado in-dependiente: Políticas públicas, Conasupo y TLCAN.....	119
5. DIÁLOGOS, DISCUSIONES Y CONCLUSIONES.....	123
Mercantilización del conocimiento científico.....	124
Revolución -verde- a la mexicana.....	125
El mercado de los transgénicos en el mundo y el discurso científico que lo hace posible.....	131
La perpetuación hegemónica de la autocomplacencia.....	142
Las excepciones son poemas.....	147
Las propuestas.....	150
REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS.....	153

# 1. INTRODUCCIÓN

Un aspecto central que ha caracterizado a las sociedades modernas es sin duda, el nacimiento y desarrollo de la ciencia que de la mano con la tecnología ha moldeando el entorno humano. Los avances tecnocientíficos<sup>1</sup> se han vuelto más presentes en este tipo de sociedad desde el inicio de la Modernidad (siglo XVIII), y hoy en día resultan herramientas indispensables en los servicios de salud, hogar y alimentación que los Estados prestan a las urbes y a las zonas rurales.

Por otro lado la ciencia moderna se profesionalizó en tiempos y lugares geográficos específicos, con actores del conocimiento recordados hasta el día de hoy que sostuvieron teorías y debates que siguen vigentes en ámbitos académicos, escolares y públicos. En este sentido el conocimiento científico ha tenido y tendrá historias que contar; también ha sido modificado por sus actores y espectadores en respuesta a los paradigmas sociales, económicos y políticos de la época en que se encuentre situado.

Lo anterior implica que el quehacer científico, al ser abordado por personas con construcciones sociales respectivas de determinados contextos culturales, no está precisamente separado o independizado (como ha manejado el discurso estándar científico) de la sociedad e intereses políticos, económicos y hasta militares.<sup>2</sup> Es más algunos autores señalan que la unión simbiótica que existe entre la Ciencia y el

---

1 El término “tecnocientífico” fue acuñado por Bruno Latour en 1987. La tecnociencia se define como una red cuyos nodos están formados tanto por actores humanos como no humanos (instrumentos, baterías, chips o cualquier otro componente tecnológico, objeto físico y/o ser vivo). Las consecuencias de esta definición se exploran a través del análisis de cómo se forman y sostienen tales redes. Según este enfoque, tanto los desarrollos científicos como los tecnológicos pueden ser analizados en términos de luchas entre diferentes actores para imponer su definición del problema a resolver (Latour, 1987; Callon, 1987, En Echeverría & González, 2009). Además los sistemas tecnocientíficos se caracterizan por estar constituidos por agentes intencionales que se plantean obtener fines determinados transformando la realidad natural o social, o ambas (Álvarez-Buylla et al., 2013).

2 El Proyecto Manhattan fue uno de los primeros desarrollos tecnocientíficos del siglo XX (Álvarez-Buylla et al., 2013).

Estado inició desde la instauración del capitalismo como sistema económico predominante; y que se vio reforzada con el modelo neoliberal que hoy en día ha penetrado en cada rincón del mundo.

Si reflexionamos lo ulterior no resulta tan elocuente pero sí un poco maquiavélico. Las investigaciones científicas y tecnológicas dependen íntimamente de presupuestos otorgados por el Estado, donde a mayor presupuesto brindado mayores serán las producciones científicas y viceversa. Ese dinero se traduce en becas de investigación para los nuevos aspirantes científicos; equipos y programas para manejarlos; cursos, capacitaciones o posgrados, etc., de manera que las investigaciones son de amplio espectro en cuanto a la producción de conocimiento científico. Sin embargo cuando ese presupuesto es recortado, dicho espectro se ve reducido. La pregunta es ¿a qué? y ¿a quiénes?.<sup>3</sup>

Como ya se mencionó, el conocimiento científico ha sido “constantemente” modificado en respuesta al momento histórico en el que se encuentre. La *Pasteurización de Francia* fue un evento (y también título de un ensayo de Bruno Latour)<sup>4</sup> que cambió la perspectiva primero de un país y luego del mundo entero sobre cómo lavarse las manos, por ejemplo; cuando fue el auge de *El Origen de las Especies*<sup>5</sup> todos viraron a participar en pro o en contra, y posterior a ello comenzaron a circular nuevas corrientes como la Eugenesia o el Darwinismo social.<sup>6</sup> El redescubrimiento de las Leyes de Mendel marcó paso a la nueva generación de biólogos que buscaban entender los mecanismos de la herencia biológica. En fin, ejemplos como estos hay muchos.

3 Este tema será abordado en el transcurso del primer capítulo, sin embargo Levins & Lewontin hacen una revisión detallada sobre la mercantilización del conocimiento científico por primera vez en el libro *The Dialectical Biologist* (1985).

4 Latour, Bruno. (1993). *The pasteurization of France*. Harvard University Press.

5 Darwin, Charles. (1859). *On the Origin of Species by means of Natural Selection or the Preservation of Favoured Races in the Struggle for Life*. London: John Murray

6 Los impactos de la Eugenesia y del Darwinismo social así como de otras corrientes de la época, han sido discutidos por autores como: Gould, S. (1981). *The Mismeasure of Man*. New York: W. W. Norton & Company; [así como por](#): Arteaga-Sánchez, J. (2002). *La razón salvaje. La lógica del dominio: tecnociencia, racismo y racionalidad*.

En este sentido que la producción de conocimiento científico por una parte tiene un alcance imponderable en la sociedad, y por otro lado está determinada por las corrientes *en boga*; es patrocinada por el Estado; custodiada por esferas académicas y políticas; manufacturada por estudiantes; y en la actualidad el resultado tecnocientífico final es comprado por quienes tienen acceso a hacerlo. En este contexto el conocimiento científico producido se convierte en una mercancía que ya tiene un precio y hay que pagar por ello.

Para Richard Levins y Richard Lewontin (1985), la mercantilización del conocimiento científico es un fenómeno complejo. No se puede estudiar la producción científica sin estudiar las relaciones de poder extraoficiales y viceversa. Además se deben tomar en cuenta y con la misma seriedad que las redes de relaciones, los procesos históricos, sociales, políticos y económicos que circundan las investigaciones científicas, de lo contrario, todos los *aquiles* serían reproducidos, perpetuados y legitimados.

Las actividades mercantiles son propias de sociedades capitalistas como el libre mercado del neoliberalismo; si la ciencia moderna es creada y modificada por actores sociales en este tipo de sistema, entonces todo lo que produzca (conocimiento, leyes, teorías, sistemas simbólicos, etc.) será hecho bajo las leyes del sistema económico en curso. La ciencia moderna (al igual que el Estado) tiene el “monopolio” del conocimiento. Es poder legitimador y se legitima a sí misma con sus propias leyes.<sup>7</sup>

---

7 El problema de la legitimación de la ciencia que aborda Lyotard preguntándose ¿cuál es el proceso que autoriza a que un legislador promulgue una determinada ley como norma? y ¿cuál es el proceso que autoriza a que la comunidad científica acepte un enunciado como científico?. Cuando la ciencia tiene la pretensión de legislar, de establecer criterios de aceptabilidad con reglas de juego inmanentes, éstas deben legitimarse desde el discurso elaborado por la propia comunidad científica. Ver: Ramírez Sarrió, Dídac (2004); Lyotard, J (1984-2000). Ramírez Sarrió retoma el concepto de lenguaje de Wittgenstein y lo incorpora al problema de la legitimación de la ciencia de Lyotard, donde propone que la ciencia es un juego de lenguaje más.

No es neutra ni pura por el simple hecho de estar sujeta a relaciones de poder y por su dependencia al capital económico para llevar a cabo investigaciones.

Partiendo del entendido anterior podemos entonces visualizar que los contextos científicos enmarcados en problemáticas sociales tienen explicación en análisis políticos, económicos y de redes de relaciones. Un caso particular y que abordaremos en este trabajo para ejemplificar la mercantilización del conocimiento científico, es el maíz transgénico y en un segundo plano, la pertinencia de si introducirlo o no como cultivo comercial en México. Mientras las posiciones políticas y científicas son claras, un bando a favor y otro en contra, el nivel de incertidumbre en la sociedad es bastante significativo.

Sin embargo, cuando los debates y quehaceres científicos salen de los laboratorios y se introducen en las esferas políticas y que sea cual sea el resultado éste impactará sobre la sociedad fuertemente, como en este caso en el sistema agroalimentario de México y su soberanía alimentaria, ¿cómo poder abordar el tema de forma crítica, justa y que otorgue cierta predictibilidad sin caer en historicismos y/o científicismos?. Una posible respuesta la encontramos en una interpretación dialéctica.

En este sentido este trabajo pretende hacer un análisis dialéctico de la mercantilización del conocimiento científico desde perspectivas teóricas e historiográficas apoyándose en un estudio de caso, la situación contemporánea del maíz -transgénico- en México. La importancia de abordar de esta manera el tema es mostrar que existen redes de relaciones extraoficiales<sup>8</sup> entre la ciencia moderna y el

---

<sup>8</sup> La teoría del actor-red se muestra útil para describir las complejas redes tejidas por centros de investigación, instituciones, universidades y empresas, y los productos resultantes de las mismas en términos de orden natural y social. Para mayor profundidad en el tema ver Echeverría & González (2009). *La teoría del actor-red y la tesis de la tecnociencia*.

Estado; que dichas redes moldean la producción del conocimiento científico así como las políticas públicas; que la ciencia en la actualidad es una forma de poder y al ser objeto incuestionable de la veracidad del conocimiento que produce, ésta legitima ciertos saberes y excluye otros.

Así pues, la presente tesis posee dos partes fundamentales: el marco conceptual y el marco empírico o estudio de caso. En el primero abordaré brevemente ¿qué es y cómo se construye la ciencia?, el propósito principal es argumentar que la ciencia como producto de la Modernidad es un constructo social e histórico y forma parte del sistema económico; además que los resultados de la producción del conocimiento científico están relacionados con la producción del capital y que por lo tanto el conocimiento es una mercancía (Levins & Lewontin, 1985; Lev Jardón, 2008).

En el marco empírico primero se retrata una aproximación de lo que el maíz representa para la economía mundial; para México; y para la evolución biológica, mostrando la plasticidad del tema y el alcance social que tiene. Además se hace un intento por retratar esa red de relaciones en la que se encuentran inmersos el campo científico y los productos tecnocientíficos.

En el caso del maíz transgénico existen una serie de antecedentes políticos y económicos que, en cierto sentido, conforman las condiciones de existencia de su situación contemporánea: 1) el maíz transgénico como producto de la ciencia, 2) el maíz transgénico como objeto de libre mercado entre México, Estados Unidos y Canadá, y 3) debates sobre la pertinencia de si sembrarlo o no en México.

Cabe resaltar que el propósito del estudio de caso no es debatir el tema del maíz transgénico (pues parto desde una postura totalmente en contra a la tecnología del ADN recombinante aplicada en

cualquier campo abierto), sino entender la situación actual del maíz como un producto histórico, político, social, económico y científico.

Cada apartado de ese trabajo se puede leer de forma independiente o en conjunto (la segunda opción sería la ideal). Cabe mencionar que conforme avanzó el escrito, las tendencias políticas e ideológicas del mismo se posicionaron de un lado bastante remarcado, así que “sobre advertencia no hay engaño”.

## **1.2. Preguntas de investigación**

- ¿En qué sentido el conocimiento científico está sujeto a relaciones de poder extraoficiales? y en el mismo contexto, ¿por qué el conocimiento científico se considera como una mercancía?
- ¿Cómo influyen la ciencia moderna y el sistema económico vigente en la elaboración de las políticas públicas para el caso del maíz en México?
- ¿Qué alternativas hay para salvaguardar el patrimonio biocultural de México?

## **1.3. Hipótesis**

Si actualmente la mercantilización del conocimiento es una práctica inherente a la investigación científica en el marco del debate del maíz transgénico en México, entonces históricamente en las lógicas de investigación, educación, análisis y trabajo científico, se verán reflejados aspectos estructurales del capitalismo científico que involucran relaciones de poder entre el Estado y la ciencia.

## 1.4. Objetivos

### Objetivo general

- Mostrar mediante el estudio de caso de la situación contemporánea del maíz en México, la mercantilización a la que se sujeta el conocimiento científico como resultado inmediato de la investigación científica en un marco económico neoliberal en México.

### Objetivos particulares

- Destacar la relevancia del origen y desarrollo de la industria de los alimentos transgénicos, y situar la situación contemporánea del maíz en México como un resultado político, económico, histórico y científico.
- Analizar la forma en la que los actores del conocimiento científico y las relaciones de poder extraoficiales han influido en las políticas de investigación y en las políticas públicas nacionales.
- Exponer las ventajas que representan los policultivos como sistemas agroecológicos, como alternativa para salvaguardar el patrimonio biocultural de los campesinos e indígenas mexicanos y como una estrategia viable de soberanía alimentaria.

## 1.5. Justificación

*Por un lado está el olvido crónico.*

*La otra cara tiene sed de estatus.*

El quehacer científico ha tomado una forma prácticamente automática. No existe un equilibrio claro entre

la ciencia y la sociedad pues se tiene la idea errónea de que la producción de la primera está apartada de las interacciones con la segunda. Está por demás decir que la ciencia no es neutra políticamente puesto que las investigaciones dependen del presupuesto brindado por el Estado, becas o sorteos; la pureza de la que se jacta la ciencia moderna está encarcelada en cánones occidentales u occidentalizados de lo que implicaría (según estereotipos) *hacer ciencia*; y la objetividad del método científico no se ha vuelto otra cosa que un capricho entre sus actores, pues como seres sociales somos producto de nuestro contexto y por lo tanto somos una construcción de otra o varias construcción (es) más (Kornblihtt, 2001).

En este sentido, la ciencia moderna es una construcción que puede y debe ser sometida a modificaciones. Es por ello que en la actualidad resulta indispensable virar los paradigmas de una ciencia colonial por una ciencia más representativa de la sociedad y comprometida con ella. Hablo de una práctica científica más justa, distribuyente con sus beneficios e incluyente con otras formas y actores del conocimiento.

Resulta pertinente tomar como estudio de caso la situación contemporánea del maíz en México porque el desarrollo tecnocientífico de sus variedades transgénicas y comercialización se originaron en momentos históricos específicos como la Revolución Verde, la firma del Tratado de Libre Comercio de América del Norte (TLCAN), y el desmantelamiento de la Compañía Nacional de Subsistencias Populares (CONASUPO). Además en la actualidad abarca una problemática nacional en la que están inmiscuidos intereses científicos (por las patentes), políticos (leyes, políticas públicas nacionales e internacionales), económicos (por las exportaciones e importaciones), y sociales (soberanía alimentaria).

El conflicto que surge de la red de relaciones que posibilitaron tanto el desarrollo del maíz transgénico como su cultivo y comercialización, destacan que la ciencia moderna es parte inherente e irrefutable de esa red. Sin embargo los mecanismos de “censura” por parte del discurso científico han imposibilitado que sus actores participen -o dejen de hacerlo- de forma crítica en actividades tecnocientíficas.

Por lo anterior la prudencia de abordar el caso del maíz transgénico para ejemplificar la mercantilización a la que está sujeta el conocimiento científico es interesante y necesaria, pues por un lado se muestran los nexos entre la Ciencia, el Estado y la sociedad; y por el otro las alternativas emergentes de distintas áreas apuntando hacia una orientación dialéctica del conocimiento.

## **2. MARCO CONCEPTUAL**

### **¿QUÉ ES Y CÓMO SE CONSTRUYE LA CIENCIA?**

En este capítulo discutiré el discurso estándar de la ciencia con el propósito de situar el quehacer científico como una actividad propia de la historia y del contexto social respectivo del tiempo en el cual se ve sumergido. El primer paso será ubicar a la ciencia como un producto de la Modernidad y las implicaciones simbólicas que esto conlleva en la construcción de las lógicas del pensamiento científico.

Posteriormente estableceré un “diálogo” tomando como referencia distintos autores que apoyan la idea sobre la ciencia como una construcción intelectual. El objetivo de lo anterior es esclarecer el punto de partida y clave de este trabajo: la ciencia como producto social, lo cual dará pie al siguiente apartado: el

producto social de la ciencia. Resulta importante discutir y percibir ambos temas como campos que interactúan entre sí junto a otros campos.

Finalmente argumentaré que parte de los productos sociales de la Ciencia en un contexto capitalista y neoliberal, junto a sus pilares históricos, hacen de la actividad científica una fuerza productiva de trabajo.

## **2.1. La ciencia como producto de la Modernidad**

Según la concepción estándar de la ciencia moderna<sup>9 10</sup> ésta considera y tiene como fundamento distintos hechos que deben ser objetivos, observables, comprobables y superados o falseados. Estos hechos se organizan por medio de diferentes métodos y técnicas (modelos y teorías) con el fin de generar nuevos conocimientos. Para ello hay que establecer previamente ciertos criterios de “verdad” y asegurar la corrección permanente de las observaciones y resultados estableciendo un método de investigación. La aplicación de esos métodos y conocimientos conduce a la generación de nuevos conocimientos en forma de predicciones concretas, cuantitativas y comprobables que pueden formularse mediante razonamientos y estructurarse como reglas o leyes generales, las cuales dan cuenta del comportamiento de un sistema y predicen cómo actuará ese sistema en circunstancias determinadas (Golinski, 2002).

Hasta la época del Renacimiento todo el saber que no fuera técnico o artístico se situaba en el ámbito

---

9 Revisar Ramírez-Sairró (2004) donde el autor profundiza sobre la concepción estándar de la ciencia.

10 Revisar Mulkay (1979) en Olivé (1994), donde el autor realiza un análisis sobre el uso de la cultura científica en los escenarios políticos externos, así como del uso de recursos normativos y formulaciones verbales estandarizadas en la ciencia.

de la filosofía. El conocimiento de la naturaleza era sobre la totalidad, por lo tanto se hablaba de una ciencia universal. Aristóteles usó los términos *episteme* y *philosophia* para clasificar las ciencias, pero con un significado y contenido muy diferente al carácter de la ciencia moderna. Según Gimeno (2002) estas clasificaciones consideraban tres categorías del saber:

- Teoría, que busca la verdad de las ideas, como formas y como sustancias. Este saber estaba constituido por las ciencias (como las matemáticas, física y metafísica) cuyo conocimiento se basaba en el *saber por el saber*.
- Praxis, o saber práctico encaminado al logro de un saber para guiar la conducta hacia una acción propiamente humana en cuanto racional: lo formaban la ética, la política, la economía y la retórica.
- Poiesis, o saber creador, saber poético, basado en la transformación técnica. Lo que hoy día se englobaría en la creación artística, artesanía y la producción de bienes materiales.

La clasificación aristotélica de la ciencia sirvió como fundamento para todas las clasificaciones que se hicieron desde la Edad Media hasta el Renacimiento, cuando las grandes transformaciones promovidas por los adelantos técnicos plantearon la necesidad de nuevas ciencias y sobre todo de nuevos métodos de investigación que culminarían en la Ciencia Moderna del siglo XVII. Es entonces cuando el nuevo concepto de clasificación aparece suponiendo la separación definitiva entre ciencia y filosofía (Gimeno, 2002).

Pero ¿cómo es que este proceso se llevó a cabo y logró una transformación completa de la visión y

de los quehaceres de la ciencia?, y ¿por qué se dio una penetración tan profunda hasta en los lugares en los que no había indicios de este tipo de abstracción de la realidad?. Evidentemente las colonizaciones tienen su respectivo espacio en la respuesta de la segunda pregunta, pero los distintos procesos que enmarcan a la ciencia hasta llegar al calificativo de “moderna” tienen bastante “jugo hegemónico” que exprimir en varios sentidos, ya que dichos procesos fueron parte de una transformación cultural, económica, social, educativa, intelectual y política en la Europa Renacentista, donde previamente ya se veía un entusiasmo general por una organización artificial, metódica en absoluto y objetivada (Von Martin, 1981).

El Renacimiento coloca al hombre como el valor supremo; hace de su conciencia individual, independiente y libre un referente fundamental que se sitúa por encima de cualquier autoridad, ya sea social, filosófica o religiosa. Esta oposición a todo principio de autoridad entrañó la necesidad de buscar un nuevo fundamento de la vida y del pensamiento humano, fundamento que el Renacimiento pondrá en la razón humana (Flórez-Miguel, 2011).

El Renacimiento fue una época marcada por grandes descubrimientos y por la Reforma a la Ética Protestante (<https://encyclopaedia.herdereditorial.com/wiki/Hillmann:Modernidad>). La emancipación de la individualidad; la dotación de un método “riguroso” a la ciencia (haciéndola pasar de ciencia acumulativa y sistemática a una ciencia estructurada); el surgimiento del capitalismo y de otras corrientes como el socialismo, el liberalismo y los movimientos sindicales, los cuales se relacionan con la entelequia del progreso y los votos de libertad característicos de la época renacentista del siglo XV-XVI.

A finales del siglo XVI y principios del XVII el pensamiento occidental se vio enmarcado en un tipo de autarquía por parte de los actores del conocimiento de la época en aspectos intelectuales<sup>11</sup> que se vieron reflejados en la dinámica económica, social y laboral del momento, y que a su vez, se reforzaron en gran medida por el *boom* de la doctrina mecanicista que circundaba el pensamiento de la época (Von Martin 1981; Christie, J. R. R, 1996 en Barahona *et al.*, 2001).

Las nuevas directrices percibían a los individuos como un taller en el que había máquinas con diferentes piezas y cada una de esas piezas era esencial para el funcionamiento del taller. Por su lado, el plano ideológico del Reduccionismo (propuesto por René Descartes en 1633 en *Tratado del hombre*) establecía que el estudio de los organismos y cualquier otro fenómeno natural estaba determinado por sus partes [o sea que *las cosas son como son porque así lo determinan las partes que lo conforman* (Lev Jardón, 2008)], ya que estas eran unidades esenciales bajo las que el complejo orgánico se determina, y la suma total de esas partes constituían la totalidad del ente en cuestión (Gutiérrez-Pacheco, 2008). También las nuevas ideas, conocimientos y avances en física, astronomía, historia natural, medicina y química propiciaron la transformación de las visiones antiguas y medievales sobre la naturaleza, sentando así las bases de la “ciencia moderna”.

El filósofo e historiador Alexandre Koyré acuñó el término “Revolución Científica” para describir esta época, la cual se caracterizó por abandonar el geocentrismo y adoptar el heliocentrismo; la sustitución de las ideas aristotélicas por una filosofía mecanicista; la adopción de la escala vernier en aparatos de medición; introducción de la pascalina en Europa y después en todo el mundo (Grant 1996; Debus 1978), por mencionar algunos ejemplos.

---

11 Recordemos que estos actores siempre formaron parte de una élite específica en lugares específicos

Además la unión de viejas técnicas de navegación y astronomía dieron lugar a la expansión marítima de pueblos occidentales, abriendo paso a nuevas rutas oceánicas y con ello a nuevas colonizaciones (y a nuevos colonizados), actividades que no hubiesen sido posibles sin la innovación de instrumentos (como el telescopio, el microscopio, el termómetro, el barómetro, etc.) y de los análisis matemáticos e interpretativos de resultados para obtener información de la naturaleza (Barahona, *et al*, 2004). De esta manera, al mismo tiempo que el imperio se expandía y con ella la instauración del capitalismo como sistema económico, nacía una nueva orientación científica, matematizada, reduccionista, sustentable y mecanicista.

Entre los siglos XVII y XVIII se produjo con la filosofía de la Ilustración la irrupción decisiva de la Modernidad, marcada por eventos como la Revolución Francesa (1789), la Revolución Industrial (1800 en Inglaterra y 1820-1840 en Europa del Occidente y América del Norte), una progresiva democratización, y con el impulso, finalmente, de la ciencia racional y la emancipación de la nueva sociedad burguesa (Encyclopaedia Herder).

En las décadas centrales del siglo XVIII hubo un surgimiento por la preocupación específicamente histórica sobre el significado global y temporal de la ciencia. El programa de reforma de la Ilustración producido por científicos y filósofos buscaba un mayor grado de libertad política e individual así como de igualdad social. La finalidad de este programa era la “liberación intelectual” como eje central de aspiración e inspiración de la ciencia, hacer del intelecto la forma prominente de la misma y descubrir los principios del razonamiento y desarrollo científico progresista. A su vez, la ciencia era un modelo de lo que el espíritu humano podía lograr cuando era desencadenado. Sus actores buscaban repetir y mostrar que la promesa baconiana -de casi un siglo atrás- se había cumplido (Gutiérrez-Pacheco, 2008).

El siglo XIX contempló la expansión de la Modernidad como la hija mejor dotada de la Ilustración, impulsada por el progreso técnico y científico, la industrialización, el capitalismo y por los movimientos paralelos a este último que mantenían un optimismo general por el progreso. Este evento fue de crucial importancia para el desarrollo de la ciencia moderna ya que en este preciso momento histórico la ciencia adquiere una connotación de “fuerza liberadora” (Feyerabend, 1978)

En el mismo contexto, las ideas de desarrollo económico, desarrollo del Estado Nación y de Derecho así como su imposición en las colonias, fortalecieron la tendencia a la desintegración de relaciones sagradas, colectivas y comunitarias del individuo en beneficio de la independencia personal, autonomía y responsabilidad (encyclopaedia.herdereditorial.com/wiki/Hillmann:Modernidad; [http://biblioteca.itam.mx/estudios/estudio/letras23/notas/sec\\_2.html](http://biblioteca.itam.mx/estudios/estudio/letras23/notas/sec_2.html)). Frente a la “comunidad” surgió la “sociedad” y, como consecuencia, la dominación de una nueva oligarquía constituida por el poder capitalista; el nuevo vínculo social ya no estaba ahora constituido por un sentimiento orgánico de comunidad, sino por una organización artificial y mecánica (Von Martin, 1981).

En las colonias la Modernidad llegó tarde pero llegó como la continuación de las conquistas hechas dos siglos atrás por los “países centrales” a los “periféricos”.<sup>12</sup> La versión enseñada, reproducida y perpetuada por las nuevas colonias fue el ideal de la Modernidad como quimera del progreso. Para Enrique Dussel el impacto de la Modernidad sobre los países colonizados va más allá de el establecimiento de un nuevo imperio. Explica que cuando una razón se vuelve universal y domina a otras razones se habla de Modernidad, entendiendo por esta última como un resultado de la Ilustración

---

12 Aunque el modelo de centro y periferia no se utiliza en la actualidad en las nuevas corrientes de historia de la Ciencia, decidí retomarlo pues eran las lógicas que se tenían en la época renacentista y, a veces, sigue siendo parte subliminal de algunos repertorios discursivos (como el del progreso). Para una revisión más detallada del modelo de centro y periferia consultar: Basalla, G. (1967). *The Spread of Western Science*. *Science*, 156 (3775): 611-622

y del mito destructor y debajo de toda racionalidad del progreso. Cuando la Modernidad “iluminó” a través de las colonizaciones europeas en distintas regiones del mundo, ésta absorbió el “conocimiento útil” (aparte de saquear y dar pie al contrabando) y excluyó las tradiciones de los colonizados.<sup>13</sup> Una vez que las tradiciones, usos y costumbres de los conquistados lograron ser desarraigadas, se logró imponer el sistema de pensamiento, desarrollo y progreso característico de la Europa Renacentista, que al parecer hasta nuestros días permanece vigente en un tipo de memoria colectiva.

Los procesos hasta ahora mencionados de forma muy resumida la Revolución Científica de los siglos XVI-VII; las revoluciones industriales y los profundos cambios tecnológicos que las acompañaron; el ascenso del capitalismo y su dominio mundial como sistema económico; y el preludio del socialismo transcurridos fundamentalmente entre los siglos XV y XIX, se desarrollaron en Europa y abarcan tres grandes procesos revolucionarios interconectados: la Revolución Burguesa, la Revolución Científica y la Revolución Industrial (Furtado 1979 en Núñez-Jover, 2003).

Al respecto Núñez-Jover señala que el ascenso de la burguesía significó la promoción de una clase urgida por acelerar el proceso de acumulación en las fuerzas productivas generadas con el principio de racionalidad instrumental orientada a la acumulación. También que la nueva ciencia nacida en aquel contexto donde se expresaban nuevas demandas prácticas y culturales, requería de nuevos conocimientos para satisfacer necesidades económicas y que por lo tanto necesitaba de una nueva visión del mundo. El autor señala que según R. K. Merton (1938) la base de esa nueva visión estaba sentada en dos series de argumentos: las demandas económicas y militares del momento, y la

---

13 En este punto Dussel retoma el sentido de “exterioridad” que muchos teóricos han eliminado de sus discursos porque de lo contrario implicaría que existe la “interioridad” o los centros y las periferias. Esto tiene sentido cuando expone su idea de “transnacionalidad”.

convergencia funcional entre el espíritu puritano y el quehacer científico, es decir, la convergencia entre los valores científicos y las creencias protestantes. Según Merton, fue el puritanismo, y su tipo ideal el calvinismo, el que proporcionó el marco cultural de la ciencia moderna, pues en él se reflejaban las creencias y valores coincidentes con la ciencia: vocación por el bienestar público, utilidad social, empirismo, existencia de leyes inmutables, entre otros. Para los puritanos la ciencia no destronaba a Dios sino que brindaba una oportunidad para apreciar su obra (Núñez-Jover, 2003).

En ese trasfondo cultural, se expresaron los focos de interés específicos que explican los avances científicos. Inglaterra aspiraba a dominar en campos como la manufactura textil, la agricultura, la minería y la navegación. Por ejemplo, el interés por la navegación marítima se explica, *desde luego*, por la acumulación de conocimientos pero también por las urgencias económicas y militares de la época<sup>14</sup> (Núñez-Jover, 2003).

Como se ha señalado, existe una relación histórica ineludible entre capitalismo y ciencia moderna. El capitalismo generó necesidades económicas y tecnológicas nuevas que impulsaron a la ciencia. También promovió nuevas ideas, imágenes y formas de pensar; las formas individualistas, impersonales y mecanicistas de pensar contribuyeron al despliegue de una visión científica del mundo.

Por último el capitalismo, favoreció otros cambios sociales importantes, por ejemplo, en sus inicios desapareció la barrera social entre eruditos y artesanos, así como la vieja distinción entre el conocimiento y su base empírica. La sociedad precapitalista alimentó prejuicios contra los que

---

<sup>14</sup> Recordemos que Inglaterra había pasado los últimos 25 años en guerra y en ese plazo había ocurrido la mayor revolución de la historia inglesa

"trabajaban con las manos" y se basaban en el conocimiento teórico por parte de filósofos y eruditos, pero las primeras sociedades capitalistas europeas generaron incentivos de tipo práctico y económico que favorecieron alianzas nuevas entre los conocimientos de unos y otros. Esa fusión entre teoría, matematización, empiría y técnica ha sido imprescindible para la ciencia (Núñez-Jover, 2003).

A grandes rasgos podemos decir que bajo el contexto histórico anterior surgieron las bases de la ciencia moderna, una ciencia que si bien ha resuelto los paradigmas emergentes del área<sup>15</sup> en distintas épocas anteriores, y que a lo largo del tiempo se ha ido especializando conforme a las innovaciones de herramientas y aspectos tecnológicos, la estructura colonizadora en la que se forjó sigue un tanto vigente.

Ahora bien, cuando hoy se habla de ciencia moderna las imágenes casi automáticas que se vienen a la mente son las del desarrollo de la tecnología genética, nuevos fármacos, la nanotecnología y una infinidad de ventajas que soportan el desarrollo científico. Sin embargo, la ciencia moderna representa más que avances tecnocientíficos y herramientas para la vida cotidiana, es un poder hegemónico que a través de la aceptabilidad de sus teorías y de la reproducción de un discurso (a mi parecer un tanto obsoleto) que sigue llevando entre palabras el “paradigma del progreso de la ciencia”<sup>16</sup> (Raímrez Sarrió, 2004), ha participado en la imposición dogmática de ciertas “verdades” excluyendo así a otras abstracciones de la realidad.

---

15 La Teoría Celular; la Teoría de la Evolución por Selección Natural; Teoría de la Homeostasis; y la Teoría de la Herencia Genética.

16 Características importantes por su estrecha vinculación con la legitimidad científica y con la verdad (Ramírez Sarrió, 2004).

## 2.2. La ciencia como producto social

*Lo único que podemos hacer en la ciencia es estudiar lo desconocido como si fuera algo conocido. Lo desconocido termina por parecerse a lo conocido; esto hace la ciencia posible.*

Richard Levins , 2007  
“Paradojas en la Ciencia General”

¿Qué es y cómo se construye la ciencia? ¿Qué ventajas representa la ciencia para sí misma que la hace “preferible” a otras formas de conocimiento? O más bien ¿qué la hace hegemónica sobre estas formas de conocimiento? ¿Es apropiado seguir percibiendo al conocimiento científico como válido y fiable por su abstracción del mundo físico?.

Para intentar responder lo anterior no basta con saber que la ciencia es un sistema de ideas caracterizado como conocimiento racional, repetible, experimentable y falible, que es una reconstrucción conceptual del mundo (Bunge 1967), o que el conocimiento representa toda certidumbre cognitiva adquirida a través de alguna experiencia ya sea intelectual, educativa o empírica. La ciencia y el conocimiento científico son constructos sociales, por lo que es importante separar los componentes conceptuales de la ciencia desde una perspectiva histórica, social y política.

Si la etimología de la palabra ciencia proviene del latín *scientia* que significa conocimiento, término derivado a su vez del verbo *scire* que significa saber, ¿por qué para el “modelo estándar” de conocimiento científico no todos los tipos de conocimiento pueden calificarse como científicos? ¿qué es lo que hace que posea un fuero? y ¿por qué sólo éste tipo de conocimiento se toma en cuenta a la hora de desarrollar herramientas tecnológicas sin importar los medios por los que se lleguen a ellas ya

que se tiene un fin previamente justificado?.

Una “perspectiva estándar” de la ciencia es en la que se plantea como objetiva y “exenta de la influencia de factores externos”, donde el conocimiento científico supuestamente se obtiene a través de un “método riguroso” que se puede someter a réplicas, enriquecerlo y superarlo o falsearlo mediante el mismo método. Esta óptica nos conduce a una imagen subliminal (y errada) de que el científico es además políticamente neutral, y además cuenta con una preocupación desinteresada en el mismo contexto, ya que parte de la formación del mismo implica “independencia, disciplina emocional, imparcialidad, una actitud crítica, y por lo tanto separada de elementos personales subjetivos” (Chalmers, 1976; Mulkay 1979 en Olivé, 1994). Esta caracterización selectiva de la ciencia ha perdurado en los científicos desde *el siglo XVII, XVIII e incluso XIX cuando tenía perfecto sentido*, ya que *era una entre muchas ideologías en competencia y el Estado no se había declarado -aún- en su favor* (Feyerabend, 1978).

En este discurso existe aún el ideal de una objetividad incorruptible en el ámbito de las ciencias independientemente de que el conocimiento científico es un tipo de conocimiento más y que la ciencia, después de todo es un *invento de los humanos* y al ser practicada por sujetos (del latín *subjectus*) es, literalmente “subjetiva” (Ramírez Sarrió, 2004). Pero ¿qué pasa cuando extraemos al científico como generador de conocimiento de ese imaginario “vacío social” con el que paradójicamente comienza el primer paso del método científico, en el que la observación y el razonamiento son inmunes a los “factores externos”? (Chalmers, 1976).

Para algunos científicos con ideas convencionales sobre los sistemas explicativos que la ciencia

brinda a los fenómenos, puede sonar un poco trivial e incluso inconcebible cuestionar la objetividad e imparcialidad de la ciencia, pero si tomamos en cuenta que al ser un sistema de ideas caracterizado como conocimiento racional, sistemático, “exacto”, verificable y falible y que por lo tanto es una reconstrucción conceptual del mundo físico, resulta indispensable prestar atención a las causas y contextos bajo los cuales estas reconstrucciones conceptuales y racionales han sido creados.

Desde hace varias décadas diversos autores que han discrepado de esta visión estándar de la ciencia. Por ejemplo, cuando Kuhn (1962) propuso un enfoque social en la ciencia, lo hizo partiendo de la interacción directa entre los científicos y las comunidades de las que forman parte. Estos conjuntos tienen reglas tácitas (un método) para validar, discutir y cuestionar un modelo que explica una abstracción de la realidad. En un periodo de *ciencia normal* o constante, las comunidades trabajan bajo este modelo que explica y satisface las necesidades del fenómeno o abstracción de interés; sin embargo cuando este modelo o *paradigma* entra en crisis debe ser revisado por la comunidad científica para verificar su validez. En relación a esto, Bruno Latour (1983) expresa que el éxito de una idea específica, está sostenido por el número de simpatizantes que ésta tenga dando como resultado implícito, que las nuevas vinculaciones entre actores de una comunidad científica le otorgan a la ciencia un sentido irremediablemente social.

Lo anterior podría poner en jaque la objetividad e imparcialidad de algunas prácticas científicas, ya que por un lado, las leyes o teorías que se crean dentro de la ciencia están constantemente sometidas a refinamiento; y por el otro, cuando se aceptan o rechazan dichas teorías, se hace mediante consensos en los que participan las élites de las comunidades científicas que invariablemente, dada su jerarquía social y en el área, el comradrazgo que pueda existir entre sus mismos integrantes y la escasa

formación política, social y antropológica, los consensos teóricos se ven un poco...manchados.

La cuestión es que a la comunidad científica se le ha *otorgado un ethos* -como parte meramente del discursivo repertorio cultural de la ciencia- en el que existe una mínima influencia social en la producción y en la recepción del conocimiento, garantizando así la “acumulación de conocimiento objetivo”. Esta noción un tanto ingenua resalta el hecho de las lógicas reduccionistas con las que se estudian e investigan las complejas interacciones entre los organismos vivos, y resulta contradictoria porque bajo esta concepción la ciencia se crea dentro de un vacío social con *valores democráticos institucionalizados* y bien definidos, logrando como resultado la *única explicación correcta del mundo físico*, la explicación científica, y la tesis de que *las sociedades democráticas ofrecen un escenario más apropiado para el desarrollo y el quehacer científico, ya que lo dota de independencia y libertad para decidir el curso de su investigación*. En este sentido *la ciencia y la democracia comparten valores* (Mulkay en Olivé, 1994), pero excluyen por completo a todo aquel ser vivo, cultura o sociedad que no se ajuste a la “estructura sólida” de una actividad valorada como conductora forzosa a un beneficio práctico.

Es más, quien rige los estándares de democratización en una sociedad es el mismo sistema de opresión al cual están sometidas las sociedades precapitalistas indiferenciadas,<sup>17</sup> a los cuales se importa basura, violencia y desigualdad, y bajo esas lógicas operan las políticas de salud, de educación y distribución -pésima- de riquezas. Los contextos culturales y sociales en los que se formalizó la ciencia victoriana difieren radicalmente de los que había en el mismo tiempo histórico en los países que estaban colonizados, y aunque se haya instaurado en ellos el mismo tipo de ciencia, la forma de

---

17 Revisar la obra de Pierre Bourdieu

recepción fue distinta porque ese tipo de conocimiento fue impuesto, no desarrollado bajo sus propios esquemas (los cuales eran más complejos). Por lo tanto no sería muy elocuente pensar que la historia se ha repetido a lo largo del tiempo junto a las mismas estructuras colonizadoras reproducidas sobre los colonizados, y que ha impactado de tal forma en la sociedad hasta convertirse en un sistema estructural de educación, de enseñanza y de trabajo.

Al instaurar un determinado saber sobre otro muy distinto (como sucedió durante las colonizaciones) se da la culminación del dominio de una ideología sobre otra y surge un periodo de instauración paradigmática en el que la persuasión pasa a un segundo plano. No hace falta convencer, sino controlar y mantener la ideología dominante, es decir, reproducir en los sectores sometidos el modelo establecido (Lash, 2007). Por ejemplo y volviendo a las preguntas iniciales de esta parte, cuando nos preguntamos (a) ¿qué es la ciencia? y (b) ¿qué ventajas representa? nos enfrentamos a dos situaciones. La primera es que al tratar de dar respuesta a la pregunta (a) emergen muchos conceptos correspondientes a las distintas escuelas filosóficas. Pero cuando tratamos de responder a la pregunta (b) no se nos permite juzgar las alternativas a la ciencia por medio de criterios científicos ya que *la excelencia de la ciencia se supone, no se defiende* (Feyerabend, 1978).

En la ciencia griega los presupuestos básicos de conocimiento se tomaban bastante abiertamente del pensamiento social de la época, es decir, se aceptaba que la ciencia era un aditamento de la filosofía moral. Sin embargo, en la ciencia moderna, se han ocultado las raíces culturales y sociales del conocimiento sobre el supuesto equivocado de que el verdadero conocimiento no debe incluir una confianza en supuestos inverificables. Hoy en día, la ciencia moderna es capaz de satisfacer sus propios requerimientos culturales; en el caso de la investigación biológica, ésta se vuelve cada vez más

especializada, con más técnica y menos ligada directamente al debate social amplio (Mulkay, 1979); volviéndose de esta manera la pregunta y la respuesta, relegando al mismo tiempo, a los demás tipos de conocimiento.

En este sentido la ciencia es un sistema de conocimientos que tiene y crea modelos satisfactorios de la realidad. Un modelo es satisfactorio si es sencillo, posee pocos elementos arbitrarios, explica las experiencias u observaciones en forma racional, concuerda con las experiencias, realiza predicciones detalladas, permite ser verificable/falseado y si es todo lo anterior ha sido construido con el método científico (Bunge, 1997).

Sin embargo como se mencionó con anterioridad, el apoyo a los modelos o ideas así como su éxito e impacto a nivel social depende del número de simpatizantes del mismo, los cuales no siempre pertenecen a la comunidad de investigación científica (Chalmers, 1976; Latour, 1983). Hoy en día el conocimiento científico ha penetrado en la sociedad de tal forma en la que a pesar de los consensos de investigación que se realizan para llegar a ciertos acuerdos, ésta es quien lo categoriza como satisfactorio o no satisfactorio, ya que dentro de la cadena de consumo, la sociedad compra y la ciencia vende el producto de su adoctrinamiento previo (o sea lo legitimado por ella misma como “bueno”).

En conclusión, si bien no se cuestionan el desarrollo y avances tecnocientíficos, es necesario recordar que *el conocimiento científico no está separado de las relaciones que rigen a la sociedad* (Lev Jardón, 2008) y que ese mismo conocimiento está sometido a un proceso de validación el cual depende no sólo la fiabilidad científica de cierto enunciado, sino de los simpatizantes que ganan mediante su discurso. (Chalmers, 1976; Latour, 1983). En este contexto, el conocimiento científico avalado por una

ciencia hegemónica, se ve transformado en leyes, teorías, aplicaciones, y herramientas tecnológicas que aunado a las exigencias del sistema económico, se convierte en una mercancía.

### 2.3. El producto social de la ciencia

*Todos estamos envueltos en la política de una u otra forma. No involucrarse, es una decisión política y afecta a la política global. Es una red, un sistema complejo de interacciones en las que estamos interrelacionados y afectamos al sistema por acción o por omisión.*  
Valentín Val, 2015  
Entrevista

Los estudios históricos muestran las relaciones que en su momento hubo entre la ciencia y el Estado, y muestran la manera en que los científicos han usado el retrato estándar de la ciencia -y de sí mismos- para justificar afirmaciones políticas. Desde finales del siglo XIX la simbiosis ciencia-gobierno ha estado presente y se puede evidenciar en el incremento acumulativo del tamaño de la comunidad científica y el costo de la investigación documentados (Feyerabend, 1978).

Usualmente la utilización del conocimiento en el curso de la actividad política se ve justificado de acuerdo con suposiciones relacionadas al carácter del conocimiento y uso de la naturaleza del *ethos* científico. La ciencia y los científicos han tomado una posición activa especial dentro de la vida política (Mulkay 1979, en Olivé 1991). Ya que se ha supuesto que los científicos son los portadores de un tipo de conocimiento que no se ve afectado por el contexto social dentro del cual se crea y usa, y que el desinterés y el universalismo (o reduccionismo) en las determinaciones de sus actores “requieren que los científicos actúen de manera políticamente neutral y que continúen viendo estas normas fuera

de la comunidad de investigación” (Barnes, 1974; Brooks, 1964; En Mulkay, 1979), el carácter “ingenuo” de la ciencia (Chalmers, 1976) se ve reforzado y legitimado.

Los recursos normativos de las comunidades científicas no se limitan a los calificativos frecuentemente aceptados y utilizados para definir la actividad científica. Más que prescripciones claras, las normas de la ciencia son formulaciones verbales estandarizadas a partir de las cuales los científicos seleccionan algunas para establecer interpretaciones de sus acciones apropiadas a contextos sociales particulares (Mulkay, 1979). Para dar mayor profundidad a lo anterior, esto podría ser acompañado con la idea que Lipovetsky (2003) plantea sobre la noción de “libertad” en las sociedades posmodernas, pensando en la elección de estas estandarizaciones verbales como sujetos creadores de una ilusión de libertad. Es decir, así como sucede en la sociedad moderna de forma normal, los científicos tienen una serie de opciones predeterminadas<sup>18</sup> acreditadas bajo ciertos enunciados, intereses y “valores” científicos (objetividad, neutralidad e imparcialidad) para decidir qué investigación hacer, cómo justificarla y bajo qué discurso promover sus resultados. Al tener la posibilidad de elegir entre toda la variedad de las opciones disponibles se crea una ilusión de libertad<sup>19</sup> la cual, se utilizará posteriormente en el discurso científico para seducir a la sociedad de mercado (Lipovetsky, 2003).

Existen distintos intereses y “valores” entre los científicos que se evidencian a la hora de ejercer como investigadores o docentes. Esta ambigüedad teórica y práctica genera incertidumbre científica y ciertos fracasos interpretativos a la hora de poner la disensión; como ejemplo de lo anterior podemos

---

18 En la sociedad estas opciones dependen del contexto social en que el individuo se encuentre inmerso; en el caso de los científicos dependerían de las corrientes en boga de pensamiento del momento y/o de los subsidios brindados por organismos públicos y privados para llevar a cabo las investigaciones

19 Para Lipovetsky es sólo una ilusión porque todas las alternativas están predeterminadas por las posibilidades a las que cada individuo tiene acceso dependiendo de su contexto social.

mencionar la tecnología del ADN recombinante y las discusiones que han surgido en cuanto a su aplicación en cultivos de granos comerciales. Desde 1973 Mazur señaló desde 1973 que las disputas originadas por fracasos de la comunicación podían “remediarse” mostrando las partes que debaten el problema desde las perspectivas diferentes y que por lo tanto, sus argumentos sirven para fines distintos. Sin embargo en la práctica esto es una bella utopía y parte de una desgraciada realidad, ya que los científicos generalmente no están comprometidos en un debate público ni con la sociedad. Es más común que las diferencias en las definiciones subyacentes y en las premisas básicas exista un eclipse de ignorancia.

Resulta clave reflexionar en cuanto a si la ambigüedad teórica es proporcional a los distintos “valores” e intereses de los científicos. Mi postura es afirmativa, más cuando las dicotomías tienden a ser incompatibles por su polaridad social, es decir, cuando interviene la ética frente a la “objetividad” de la ciencia. Volviendo al ejemplo sobre los cultivos transgénicos, específicamente el caso del maíz transgénico, un tópico frecuente en el debate de la pertinencia de si introducirlo o no como cultivo comercial en México es la importancia que este grano tiene en el contexto social y cultural del país, además de su relevancia económica y biológica; sin embargo a la hora de que lo anterior se confronta con un discurso reduccionista científico en el que el “orden y progreso” están por encima de cualquier cosa, las cuestiones éticas y antropológicas resultan ser un estorbo.

Lo anterior adquiere mayor complejidad cuando dentro de esas dicotomías intervienen juicios sociales que muchas veces encajan dentro de una dinámica aspiracional en los centros generadores de conocimiento. Los apoyos extensos y crecientes (fondos de investigación, facilidades educativas y personales y una vigilancia mínima de actividades) otorgados a los científicos por parte de instituciones

públicas o privadas, aparatos gubernamentales y organismos internacionales, se han convertido en una notable fuerza promotora que impulsa a la ciencia (como resultado del estratégico segundo plano al que pasaron los Estados después de los años cuarenta), que a fin de ciclo, pide rendir cuentas.

El proceso comienza cuando 1) los científicos -o candidatos- aceptan las condiciones que los patrocinadores establecen a sus investigaciones en pos de un conocimiento “intrínsecamente valioso” por su “objetividad incorruptible” y por consiguiente, conductor automático a un beneficio práctico (Mulkay, 1979 en Olivé, 1994; Feyerabend, 1978); así es como 2) los científicos se convierten en mano de obra (que con el tiempo se abarata) al estar sujetos a los costos de producción, intercambio y control de la gestión; a la creación de especialidades y “superespecialidades” (Lipovetsky, 2003) como respuesta a la necesidad del campo laboral; y 3) al verse la parte creativa del trabajo científico cada vez más restringida a pequeñas fracciones, existe una pérdida de control por parte de los actores de la investigación en la elección del problema a escrutar y de horas laborales (Levins & Lewontin, 1985), porque recordemos que 0) la investigación ya tiene dueño y ha creado una apología científica.

En relación, los costos de investigaciones a largo alcance son socializados cambiándolos de lugar de trabajo: de empresas individuales a instituciones públicas, universidades, institutos nacionales o del primer al tercer mundo, para así manufacturar con menos costos de producción más mercancías, las cuales en su desarrollo final o en las etapas finales de desarrollo son tomadas de vuelta por las manos privadas, volviéndose de propiedad exclusiva (Levins & Lewontin 1985). Durante el proceso no sólo interviene la capacidad intelectual de los productores del conocimiento científico o las horas laborales que destinan al trabajo, sino la *ansiedad por el estatus* que les otorga *ser orgullosamente “algo”*.

El ciclo anterior tiene sus razones económicas dentro de las lógicas del capital, tema del que hablaremos un poco en el siguiente apartado. La cultura científica bajo la cual los científicos emplean sus recursos, a pesar de que puedan causar polémicas al utilizar ciertas herramientas tecnocientíficas con intereses políticos y económicos de por medio, como es el caso de la tecnología del ADN recombinante y las transnacionales que patrocinan gran parte de las investigaciones, resulta ser no sólo un mecanismo de abastecimiento de discípulos alienados, sino una herramienta de control con máscara de progreso.

Por ejemplo, el desarrollo de nuevas variedades en la agricultura industrial en donde las estaciones de investigación del Estado desarrollan nuevas líneas de variedades vegetales -con ayuda de las investigaciones de aparatos no gubernamentales como universidades o institutos nacionales- y posteriormente lanzan al mercado dichas variedades como “semillas certificadas”, ha permitido que una propiedad que antes era general (Bien Común) se convierta en propiedad privada (Levins & Lewontin, 1985), sin haber repasado previamente las consecuencias sociales, económicas y políticas que esta actividad implica en los centros de origen y biodiversidad de las especies.<sup>20</sup>

Los nuevos regímenes de derechos de propiedad intelectual fueron universalizados mediante el Acuerdo sobre Derechos de Propiedad Intelectual relacionada con el Comercio (ADPIC, firmado en

---

20 Basta con recordar que Alejandra Bravo y Mario Soberón, investigadores del Instituto de Biotecnología de la UNAM sancionados en 2012 por la propia UNAM por “manipulaciones inapropiadas y categóricamente reprobables” de imágenes sobre estudios de la bacteria BT (utilizada en la elaboración del maíz transgénico) para enfatizar resultados que buscaban obtener en al menos 11 artículos en revistas científicas internacionales [[www.lajornada.unam.mx/2012/12/07/opinion/027a1pol](http://www.lajornada.unam.mx/2012/12/07/opinion/027a1pol)], hayan sido disculpados y el proceso de patentar la “Supresión de resistencia en insectos hacia las toxinas Cry de *Bacillus thuringiensis* utilizando toxinas que no requieren al receptor caderina” siga en proceso. Lo lamentable de esto no sólo radica en la “manipulación” de las imágenes respectivas, sino que los resultados de la serie de investigaciones que Alejandra Bravo y Mario Soberón han llevado a cabo, finalmente pueden ser utilizados por empresas semilleras con fines de lucro (parte de su planta de estudiantes trabaja directamente en Monsanto).

1994), de la Organización Mundial del Comercio permitiendo, mediante normas mínimas para la protección de casi todas las categorías de propiedad intelectual, a las grandes compañías usurpar los conocimientos sobre las variedades de plantas, animales, tecnologías conexas y germoplasma, esferas en las que la FAO posee conocimientos técnicos especializados, y monopolizarlos al reclamarlos como propiedad privada (<http://www.fao.org/docrep/003/x3452s/x3452s07.htm>). Esto con el tiempo, condujo a la creación de monopolios empresariales sobre las semillas. Actualmente, diez compañías controlan el 32% del mercado de semillas comerciales y el 100% de mercado de semillas genéticamente modificadas, así como el mercado agroquímico y de pesticidas a nivel mundial. Teniendo en cuenta lo anterior no es una sorpresa que monolitos como Cargill y Monsanto participaran activamente en la configuración de acuerdos internacionales de comercio, en particular, en la Ronda Uruguay del Acuerdo General de Aranceles Aduaneros y Comercio que condujo a la formación de la OMC (Vandana, 2000).

Este fenómeno que Vandana Shiva (2000) llama *cosecha robada* lo define como un *control monopolístico sobre la producción agrícola*, y está unido a las políticas de ajuste estructural que favorecen las exportaciones de una forma brutal y *provoca auténticas riadas de importaciones de alimentos desde Estados Unidos y Europa hacia el Tercer Mundo*. Claro está que las pequeñas élites científicas que participan en eventos como este, se presentan activamente pero en segundo plano en los gabinetes presidenciales, y ya que lo anterior actualmente no es tan bien visto, los Estados optan trabajar de lejos con los investigadores desde un tercer plano, sus cómodos centros generadores del conocimiento (Levins & Lewontin, 1985).

Podemos entonces observar que en el producto social de la ciencia existe un tipo de simbiosis

estructural y simbólica entre los poderes económicos y políticos que anteceden la caracterización selectiva de la ciencia elaborada, aparentemente, para los beneficios prácticos de los “elementos” en cuestión y que corresponde a la creación de una ideología profesional bastante inadecuada; ya que los científicos aceptan formulaciones, preguntas y temas de investigación por una evidente remuneración económica, por el estatus que les brinda *ser* un científico, o peor aún, ninguna de las anteriores, porque muchas veces los cuestionamientos previos a las investigaciones científicas andan procrastinando en el exilio de la alienación “en las Bermudas”. Independientemente de la estimulación que reciban actores del conocimiento científico, es un hecho que existen disputas políticas que abarcan puntos técnicos de las investigaciones realizadas por dichos actores, las cuales les proporcionan los datos suficientes para apuntalar su política y socavar la de sus oponentes (Benveniste, 1972).

Otro ejemplo y caso extraordinario fue cuando en octubre de 2009 el Estado Mexicano hizo caso omiso a las advertencias científicas y posteriores corroboraciones sobre contaminación transgénica en variedades indígenas de maíz, así como de los riesgos anunciados para la salud animal, ambiental y humana, riesgos a la integridad de los pueblos indígenas y a la soberanía alimentaria de México, y tomara la decisión política de aliarse a las empresas semilleras (con ayuda de los “otros” hechos científicos que no avalaban ningún tipo de daño o repercusión al utilizar organismos genéticamente modificados) y de imponer alimentos transgénicos en territorio nacional, haciendo uso arbitrario de sus facultades al crear condiciones jurídicas -injustas- que simulan proteger los derechos de los agricultores (Ley de Bioseguridad de Organismos Genéticamente Modificados promulgada en 2005), y al destinar instituciones y recursos públicos a los fines transnacionales<sup>21</sup> (Peralta & Marielle, 2013). A todo esto

21 En 2009 Semillas y Agroproductos MONSANTO, S.A. de C.V., fue beneficiaria del Programa Estímulos a la Investigación, Desarrollo Tecnológico e Innovación, modalidad INNOVATEC con más de \$20 000 000 de pesos ([http://www.conacyt.gob.mx/tecnological/estímulo/2009/Resultados\\_INNOVATEC.pdf](http://www.conacyt.gob.mx/tecnological/estímulo/2009/Resultados_INNOVATEC.pdf))

Víctor M. Toledo (2015) señaló:

*[...] hay muchas maneras de hacer ciencia: Se puede ser un investigador destacado e incluso brillante dedicado a aliviar a sectores sociales marginados, o a perfeccionar lo efímero de una mercancía, o a preservar la duración de un alimento industrial, o a arruinar la salud de un ser humano, o a incrementar la vanidad de los individuos, o a incrementar el poder destructivo de un arma. En general hay de entrada ciencia pública, privada y social. Ello manda al basurero de las ideologías la muy sobada tesis de que la ciencia es neutra, lo que por cierto alimenta la soberbia y egolatría de los científicos. Este dogma se difunde masivamente para elevar la capacidad de negociación de las comunidades científicas, obtener más dividendos y apoyos y extender una imagen similar a la de las iglesias. [...] Por ello resulta difícil abogar por un incremento del presupuesto para la ciencia y tecnología sin dejar bien claros los proyectos que se implementarán en cada rama, es decir, sin una verdadera política científica.*

*[...] También emergen las relaciones de la ciencia con el capital. En el largo devenir humano, de unos 200 mil años, la ciencia es una modalidad del conocimiento con apenas unos 300. Su papel fue y sigue siendo generar innovaciones que perfeccionen los ciclos de las mercancías, es decir, que hagan eficientes los procesos de acumulación del capital, y que garanticen la defensa de todo ello (ciencia para la guerra). El resultado: los monopolios han alcanzado su máximo histórico y hoy 1,318 gigantescas corporaciones poseen 60% del capital del planeta. Conforme la ciencia de un país va desarrollando, la investigación tiende a plegarse a los intereses de la industria, y esta industrialización del conocimiento es sinónimo de su mercantilización. Por eso en los países “desarrollados” la dupla ciencia/capital es casi perfecta. Tomar conciencia de este proceso es fundamental para asegurar una ciencia con ética social y ambiental.*

Si bien la ciencia como un constructo social es un tema ampliamente discutido y sin límite de aportaciones teóricas, el producto social de la ciencia es aún más profundo y posee ejemplificaciones claras que cuando son sometidas a debate pueden llegar a esclarecer el terreno turbio de los intereses existentes en las investigaciones. Para poder entender lo anterior en un contexto más amplio y pasar al estudio de caso que nos ocupa, resulta imprescindible establecer lo que representa hoy en día la ciencia como fuerza productiva de trabajo en un marco capitalista, ya que el científico está sujeto a las posibilidades laborales en el área, las cuales son determinadas en gran medida por las necesidades

básicas de los centros de trabajo o estudio y por la simbiosis entre los poderes económicos y políticos.

### **2.3.1. La ciencia como una fuerza productiva de trabajo**

Para Richard Levins (1985) existen tres posiciones que albergan a los científicos en el campo laboral: el “proletariado científico” los cuales venden su fuerza de trabajo y no tienen control sobre su producto o investigación; la “burguesía científica” que invierte en investigaciones y determina gran parte de la dirección y desarrollo de las mismas; y en el medio de estos dos se encuentran los profesionales “pequeño burgueses”, los cuales trabajan solos o en pequeños grupos en universidades e institutos de investigación, que, motivados por una buena diversidad de intereses, llevan a cabo actividades dependientes en gran medida para obtener fondos por parte de las agencias gubernamentales, fundaciones privadas o corporaciones, cambiando la relación entre el trabajo de investigación y las becas ya que si en algún momento estas últimas eran un significado de investigación, ahora la investigación se ha convertido en un sinónimo de beca.

Tanto la fragmentación de habilidades como el incremento de las especializaciones consolidan la división de la fuerza de trabajo. Esto no se deriva de las necesidades intelectuales de un campo de conocimiento, pero sí de los costos contables de los *managers* ya que les resulta más barato -y más redituable porque gastan menos y cobran más- entrenar a dos laboratorios especializados en actividades específicas que dependan la una de la otra pero con imposibilidades técnicas de ser realizadas por el mismo laboratorio, que preparar a dos técnicos generales y que posean conocimiento de toda la rama. De esta manera la fuerza de trabajo se abarata, los salarios se vuelven más bajos y las partes obsoletas son despedidas o reemplazadas.

En cuanto a la investigación científica resulta un tanto evidente que se ha convertido en mera inversión de negocios. Los inversionistas meten su capital en empresas que prometen mejores beneficios económicos generalizando así la disponibilidad de mano de obra y volviéndola en un costo intercambiable de producción. De esta forma las corporaciones de industrias técnicas (que reportan de un 3 a un 7% de ventas como gastos de investigación y desarrollo) entran en competencia profesional con otras corporaciones y como consecuencia se aumenta la producción de mercancías existentes, la compra de negocios en otros campos, así como la publicidad de los compradores, la destrucción de sindicatos y el soborno a funcionarios o ministros de potenciales países clientes (Levins & Lewontin, 1985).

Levins y Lewontin (1985) llaman a lo anterior una consecuencia natural del capitalismo científico que entra como una simple escala de maximización de las ganancias y de poder absoluto sobre alguna innovación tecnocientífica, sin embargo vale la pena complementar esta idea. En términos de Economía actual las empresas ya no se miden solamente en la maximización del beneficio económico como el estímulo principal del trabajo, sino en *coste de oportunidad*. Esto define que los accionistas pueden exigir (por sus acciones) la misma cantidad que se ganaría si la empresa en cuestión estuviera en un lugar del mundo con menos derechos laborales.

En otras palabras, si existe una empresa en algún país del Primer Mundo que abre una sucursal o la matriz en alguno del Tercer Mundo, los costes de productividad reducirían pero después se tendría que pagar por el transporte y almacenamiento de los productos al país en donde se inició el negocio; y eso es el cálculo de las ganancias con el que los gerentes tienen que rendir cuentas a los accionistas. Por lo tanto a nivel individual se estimula la acumulación por la maximización del beneficio económico pero

a nivel social se estimula también el declive de los derechos laborales por el menor costo de producción (Forcades, 2005).

En el sistema capitalista es bien visto que, por ejemplo, un empresario contrate a un obrero que le haga ganar \$1000 y el empresario le pague \$1 al obrero. Lo anterior es una lógica aceptada puesto que de eso se trata el capitalismo y no hay nada que lo penalice. Sin embargo en la crítica marxista de la plusvalía esta alienación es la que permite que la capacidad de trabajo sea mercantizable (Forcades, 2005).

En la ciencia moderna la alienación ocurre en el trabajo científico porque los productores del conocimiento no entienden el proceso completo dada la previa descalificación y fragmentación que sufrió estructuralmente el mismo proceso antes de poder ser cuestionado. Una vez que todo esto ocurre, la alienación y la corrupción de los sistemas de investigación producen indiferencia y el control de la investigación pasa de los científicos a sus *managers* (Levins & Lewontin, 1985).

Los adjudicadores del dinero de investigación, preocupados por justificar sus decisiones, optan por la prudencia y demanda cada vez mayor de documentación, generando entonces y como necesidad “básica” publicaciones a granel. Si las publicaciones antes eran elaboradas por revistas científicas y llevadas a cabo por sociedades eruditas, ahora son manejadas por compañías publicitarias (o editoriales) cuyas únicas publicaciones son libros y revistas científicas que posean tópicos convenientes y que se ajusten a sus requisitos. Dicho en otras palabras, hoy en día una buena parte de las publicaciones científicas dependen de las necesidades de los publicistas y editores, no del contenido (Levins & Lewontin, 1985).

Cuando el científico logra acceder a la toma de decisiones dentro de la arena política e influenciado por lo mencionado anteriormente, afecta la interpretación de su cultura técnica de tres maneras: 1) Infiuye en la definición de problemas técnicos; 2) Infiuye en la elección de suposiciones que introducen en el curso del razonamiento informal; 3) Somete a los científicos al requerimiento de que sus conclusiones sean políticamente útiles. Por lo tanto la elección del problema teórico y de suposiciones -del científico- no pueden decidirse solamente mediante la observación y la inferencia sistemática. La elección está precedida y presupuesta en cuanto a observación y análisis y depende de un compromiso social previo (Nelkin, 1971; Mazur, 1973).

Tomando en cuenta lo anterior podríamos decir que hoy en día la ciencia forma parte de la estructura básica del poder estatal *de la misma manera que la Iglesia constituyera en su tiempo la estructura básica de la sociedad* (Feyerabend, 1978). Los factores políticos que inervan el contexto social en el que las investigaciones son hechas por los científicos, tienen un ángulo de incidencia mucho mayor del que normalmente se habla y concibe como parte “natural” de la ciencia moderna.

Por otro lado, la ciencia como actividad laboral está insertada en un conjunto amplio de relaciones sociales dominadas por la maximización de la explotación del trabajo en el proceso acumulativo capitalista y por el coste de oportunidad. Actualmente las ciencia representan una fuerza productiva de trabajo que busca el conocimiento como resultado; crea y es creada bajo un marco ideológico que dados los principios activos, por supuesto no es neutro.

Según Carvajal (2013) el conocimiento científico como fuerza productiva es un instrumento de

trabajo y dado que la materia es su objeto de explotación, la naturaleza es el referente para transformar. Desde esta perspectiva la Ciencia forma parte de los modelos de producción de un país, y es por eso (entre otras cuestiones) que los países con más patentes y desarrollos tecnocientíficos tienden a tener PIBs superiores a los que *no disponen con desarrollos tecnocientíficos*. El autor también señala que:

*Hoy el hombre es valorado en la actividad práctica por ser un “Know How”, por ser poseedor de un determinado conocimiento. Así mismo, los instrumentos y medios de trabajo. Éstos, son valorados por el conocimiento científico incorporado. Eso los coloca en una determinada escala de desarrollo tecnológico.*

En relación a lo anterior se elaboró una tabla (ver anexo) con datos del Banco Mundial del Gasto Interno Bruto en Investigación y Desarrollo (GIBID) (<http://wdi.worldbank.org/table/5.13> consultado el 08 de octubre de 2016) en el ciclo 2005-2015 para hacer una comparación sobre lo que menciona Carvajal. Los números arrojan que el porcentaje de Argentina fue de 0.61%; Brasil 1.24%; México 0.54%; Costa Rica 0.56%; Bolivia 0.16%; Guatemala 0.04%. Estados Unidos presentó cifras de 2.73%; China 2.05%; Finlandia 3.17%; Israel 4.11%; Japón 3.58%; y Corea del Sur 4.29%.

Por su parte Núñez-Jover (2003) señala que en los sistemas de ciencia y tecnología más avanzados crece el papel de las empresas en el financiamiento y la realización del esfuerzo de Investigación y Desarrollo (R&D por sus siglas en inglés) lo que va desplazando cada vez más el énfasis del esfuerzo hacia las tareas de desarrollo las que predominan sobre la investigación básica y aplicada.

Pero si bien se ha hablado por otros autores de que las sociedades democráticas ofrecen el escenario más apropiado para el desarrollo científico, la forma en la que aceptamos o rechazamos las ideas científicas difiere radicalmente de los procedimientos democráticos aunado al hecho de que existen

sociedades con distintos sistemas económicos (sistemas horizontales, socialistas, semisocialistas, o regidos por usos y costumbres) con desarrollos científicos notables.

*Aceptamos los hechos y las leyes científicas, los enseñamos en nuestras escuelas, basamos en ellos importantes decisiones políticas, sin haberlos analizado y sin haberlos sometido a votación [...] La sociedad moderna es “copernicana” no porque el sistema copernicano haya sido sometido a votación, discutido democráticamente y elegido por la mayoría; la sociedad es “copernicana” porque los científicos son copernicanos y porque se acepta su cosmología de una forma tan acrítica como en otros tiempos se aceptara las cosmología de obispos y cardenales”*

(Feyerabend, 1978)

En la época en la que aún no se institucionalizaba la ciencia como una disciplina emergida del cuestionamiento puro del intelecto hacia el origen del todo, se le concebía como una fuerza liberadora no por haber encontrado el método correcto para llegar a la verdad, sino porque *restringía la influencia de otras ideologías y así dejaba espacio individual para el pensamiento*. Sin embargo, en la actualidad, nada hay en la ciencia, ni en cualquier otra ideología que las haga intrínsecamente liberadoras (Feyerabend, 1978).

El ideal baconiano que convirtió a la ciencia en sinónimo de Modernidad bajo el mito destructor del progreso, fue una mera promesa creada por las fuerzas colonizadores, de poder humano y de bienestar colectivo mediante el dominio de la naturaleza. Promesa que, por alguna razón histórica, económica y/o política, hoy en día predomina entre las masas de alguna u otra forma aunque no sea muy evidente, y se acepta automáticamente junto con sus lógicas y formulaciones sin hacer un análisis más profundo de lo que podría ocasionar socialmente determinada actividad tecnocientífica (bueno, también de la vida cotidiana, pero eso es aguja de otro pajar).<sup>22</sup>

22 Es prudente hacer un breve paréntesis y mencionar que aunque algunas veces el desarrollo de la tecnología se vea convenientemente separado de la actividad científica y que si bien la tecnología científica no está dirigida a encontrar la forma más barata o la mejor para estudiar la naturaleza pero sí para generar beneficios de ella a través de mercados

Un buen ejemplo de lo anterior es que en los países del Tercer Mundo las ventas más representativas a las investigaciones científicas se llevan a cabo para “tener el mejor” equipo de laboratorio o el “más moderno” (Levins y Lewontin, 1985). Pero muchas veces, los países tercermundistas no cuentan con la infraestructura necesaria para trabajar con dichos equipos y los costos de instalación y entrenamiento son elevados, hechos que como resultado llevan grandes gastos vistos como “buenas inversiones” en el discurso de rectores de las universidades y de los aparatos gubernamentales encargados de ciencia y tecnología. Un dato curioso que se encontró al elaborar la tabla del GIBID es que México exportó el 14.7% de alta tecnología manufacturada, mientras que Argentina el 6.7% y Brasil el 12.3% Finlandia el 8.7%.

Levins y Lewontin (1985) ven en la mercantilización del conocimiento científico la primera causa de alienación en la mayoría de los científicos en el producto de su trabajo, que se interpone entre las poderosas ideas de la ciencia y los avances correspondientes en cuanto al bienestar humano, a menudo produciendo resultados que contradicen las finalidades indicadas. Por ejemplo, la agricultura en un contexto capitalista es concerniente directamente a los beneficios de las empresas transnacionales que han monopolizado las semillas y de una forma indirecta y mal distribuida a los agricultores y a las personas que se alimentan. Pasa lo mismo con los sistemas de salud en el tercer mundo, los cuales resultan ser más benéficos para las empresas que para las necesidades de salud de la gente.

### **3. METODOLOGÍA DE ANÁLISIS**

La metodología de análisis del presente trabajo se basó en la reconstrucción historiográfica de la ciencia desde la sociología del conocimiento, y como aproximación metodológica cualitativa se empleó

---

específicos, los métodos tanto de enseñanza en las universidades como de los sistemas laborales y mercantiles de ambas están programados bajo lógicas de consumo. Es por eso que en el presente trabajo se utiliza el término *tecnociencia*.

el estudio de caso.

### **3.1. Análisis de documentos**

La revisión y análisis de documentos permite indagar sobre la situación contemporánea que se publica en la academia y en la literatura que son la fuente principal para la construcción de la divulgación y de un panorama general sobre la forma en la que diferentes autores han examinado estos temas (Núñez 2006).

Para este estudio se tomaron en cuenta diversas fuentes documentales; archivos en línea; tesis de licenciatura, maestría y algunas de doctorado; artículos científicos; notas de periódicos y boletines informativos nacionales e internacionales. Además se utilizó información extraída del Archivo General de la Nación, así como del acervo histórico de la Fundación Rockefeller (este último en línea).

### **3.2. Estudio de caso**

Los estudios de caso se consideran una aproximación cualitativa y se definen como una investigación empírica que analiza un fenómeno dentro de su contexto, especialmente cuando se presentan ambigüedades en las fronteras entre el fenómeno y su contexto, utilizando múltiples fuentes de evidencia (Yin, 1989; Robson, 1993). Existen autores que por el contrario (Stake, 1994) no los conciben como una opción metodológica sino como una elección de objeto de estudio. Se podría decir que el propósito del estudio de caso no es representar al mundo sino al caso en sí, por lo tanto esto implicaría proveer comprensión en vez de conocimiento (Thomas, 1989).

La fortaleza en los estudios de caso estriba en la representación de diversos puntos de vista e intereses, así como en la rica y persuasiva información obtenida, la que generalmente no se encuentra al emplear otras aproximaciones metodológicas (Thomas, 1989). Por todo lo anterior, los estudios de caso permiten enfocar la atención en fenómenos particulares, a través de diversas evidencias.

El término “estudio de caso” pretende responder a la pregunta ¿qué se puede aprender de un caso particular? (Stake, 1994). El método de estudio de caso se adapta a un amplio rango de situaciones; se pueden detectar dos tipos de preguntas: 1) las que buscan información (qué, quién, dónde y cuándo) que se pueden usar para compilar un inventario de datos; 2) están las preguntas que exploran el cómo y el por qué se construye un entendimiento de una situación determinada (Thomas, 1989).

El estudio de caso que se aborda en este trabajo es el maíz transgénico desde un enfoque en el que se le percibe como producto del conocimiento científico del siglo XX y XXI, así como de las redes históricas, políticas y económicas que en conjunto lo han posicionado en el mercado internacional, y en el actual debate sobre la prudencia de si introducirlo o no en México como siembra comercial.

Para enriquecer el argumento *versus* la introducción de semillas de maíz transgénicas al país, se hace una breve revisión etnobiológica del maíz mexicano y la importancia que representa a nivel cultural, biológico e identitario salvaguardar este germoplasma.

### **3.2.1 Antecedentes del Estudio de Caso**

### 3.2.1.2 Antecedentes generales

- Blanco (2006) hace un estudio en los Tuxtlas, Veracruz, sobre la pérdida del 70% de las especies cultivadas en cuatro ejidos del territorio popoluca. Su estudio indica cómo las políticas públicas para el aparente mejoramiento de los cultivos consistentes en la sustitución del germoplasma local por el de las transnacionales, la introducción sistemática de insumos industriales como fertilizantes, insecticidas y herbicidas, y el mismo Procampo son incompatibles con los agroecosistemas agrícolas de los policultivos de la conservación de las selvas. Los trabajos que los indígenas conseguían temporalmente en PEMEX y ahora en EUUA han servido para desmontar, ganaderizar la economía y, sobre todo, comprar insumos “modernos” como fertilizantes, herbicidas e insecticidas. La pérdida del control de las semillas en los procesos de producción indígena de la milpa se hace evidente en los territorios nahuas y popolucas de los Tuxtlas. En un periodo de 40 años la región perdió una de las selvas tropicales altas perennifolias más importantes del país.
  
- En un estudio realizado en Oaxaca, Lazos y Espinosa (2004) concluyeron que la pérdida de la agrobiodiversidad y de los sistemas productivos locales son multifactoriales:
  - Factor ecológico: La pérdida de fertilidad del suelo, la inestabilidad climática, sequías prolongadas, abandono de agroecosistemas complejos
  - Factor económico: control transnacional de los mercados y monopolio de la harina para tortilla, importación masiva del maíz amarillo, privilegio del mercado por el maíz blanco discriminando a los de color; los bajos precios y la ausencia de mercados diferenciados por variedades constituyen, según las autoras, las mayores amenazas a la conservación de los

maíces nativos.

- Factores sociales: migración masiva que erosiona el tejido social solidario den el trabajo; ya no hay jóvenes en las comunidades, por lo mismo, la circulación de semillas se reduce y se empobrece el germoplasma.
- Políticas públicas agrícolas que favorecen los intereses de las compañías transnacionales, abandono por parte del Estado de políticas públicas hacia los pequeños productores.

### **3.2.1.3. Antecedentes particulares**

- En el otoño de 2000, David Quist (estudiante de la Universidad de Berkely) impartió un taller para campesinos locales en la Sierra Norte de Oaxaca en un laboratorio de agricultura montado para tal efecto. Una de las actividades consistía en dar a conocer una técnica para detectar evidencias de modificación genética en plantas de maíz. Para este ejercicio se experimentó con maíz comprado en la tienda local del gobierno donde la mayoría proviene de Estados Unidos, y se utilizó como grupo control maíz criollo o nativo que crece en Oaxaca. El resultado que obtuvo fue inquietante: el maíz control que debía ser negativo daba como resultado positivo, es decir, mostraba evidencias de modificación genética. Ignacio Chapela, profesor asociado a la misma universidad y asesor de Quist, sugirió que éste realizara nuevas pruebas en las muestras; los resultados arrojados en su investigación señalaron que dos de ellas fueron negativas, cuatro de las seis muestras de maíz indicaron presencia de transgenes.

Específicamente, Quist y Chapela encontraron un fragmento del gen del virus de mosaico en la coliflor (utilizado hasta ahora exclusivamente en plantas transgénicas -y sin ningún tipo de

regulación- para potenciar la expresión de genes nuevos introducidos en cultivos de ingeniería genética).

Quist y Chapela también encontraron partes del terminator de *Agrobacterium tumefaciens* y el gen CryIAB que codifica para la proteína del insecticida Bt de *Bacillus thuringiensis*. Concluyeron que el material genético ajeno se había movido a diferentes partes del genoma y se había pasado de una generación de plantas a la siguiente a través de la polinización. Estimaron, con base en sus resultados, que entre el 1 y el 10% de maíz nativo estaría afectado de manera similar (Platoni 2002, en Nuñez 2006). La investigación fue publicada en la revista *Nature* en noviembre de 2001, y poco tiempo después los editores publicaron una nota cuestionando los hallazgos de Quist y Chapela, teniendo como argumento un estudio publicado en la página de internet del Centro de Investigación para el Mejoramiento del Maíz y Trigo (CIMMYT) donde los resultados del análisis de maíz oaxaqueño colectadas entre 1999 y 2001 habían sido negativas para las mismas secuencias 35S que también habían sido analizadas por los dos investigadores (Álvarez-Buylla, 2004).

Las críticas al trabajo de Quist y Chapela fueron tan fuertes que los editores de la revista pidieron volver a probar sus muestras por otro método, otorgándoles cuatro semanas para obtener los resultados. Las nuevas pruebas validaron sus afirmaciones originales, pero por el poco tiempo del que disponían, se vieron forzados a responder a través de un reporte preliminar (Platoni, 2002 en Núñez, ?). Empero, su trabajo posterior confirmó la conclusión principal en cuanto a la presencia de transgenes en razas de maíces mexicanos (Álvarez-Buylla, 2004 en Núñez, 2006).

- Debido a la relevancia pública que causó la publicación de David Quist y Chapela, en 2002 la Comisión para la Cooperación Ambiental (CCA) dio cabida a una petición ciudadana apoyada por grupos indígenas, campesinos y ONG Mexicanas donde se pedía investigar el impacto que la introducción de este tipo de cultivos podría tener en México. Como resultado de ello la CCA expidió un Informe convocado por el Secretariado de dicha Comisión, el cual, es uno de los trabajos multidisciplinarios más importantes a la fecha en donde se hayan abordado las incertidumbres, peligros potenciales y consecuencias de la siembra de maíz transgénico (Alvarez-Buylla, Piñeyro Nelson *et al.*, 2013)

Por otro lado pero a raíz de que se encontraron presencia de transgenes en el maíz de la Sierra de Oaxaca, el Instituto Nacional de Ecología (INE) y la Comisión Nacional para el Conocimiento y uso de la Biodiversidad (CONABIO) coordinaron dos estudios experimentales, uno en el CINVESTAV de Irapuato y el otro en el Laboratorio de Genética Molecular, Desarrollo y Evolución de Plantas, del Instituto de Ecología de la UNAM, para verificar la introgresión de transgenes en variedades de razas de maíz mexicano. Los resultados obtenidos en ambos laboratorios sugieren la presencia de transgenes en algunas razas de maíz colectado en los estados de Oaxaca y Puebla (Álvarez-Buylla, 2004).

- Para Larson (2001) algunos de los temas que se derivan de la discusión en torno al maíz transgénico se relacionan con los derechos de los consumidores y los agricultores, la libertad de investigación, el acceso a la información, la ética, el uso de plaguicidas y herbicidas, la conservación de los recursos biológicos nacionales, la producción primaria en ambientes

externos y marginales, el desarrollo biotecnológico y las políticas de propiedad industrial.

- En 2004 la Comisión Trinacional convocada por el Secretariado de la CCA hizo público un reporte en donde, después de incorporar los análisis multidisciplinarios de especialistas de los tres países de América del Norte (Canadá, Estados Unidos y México), recomendaba entre otros puntos, mantener la moratoria *de facto* a la siembra en campo de maíz transgénico y triturar el grano de maíz que provenía de Estados Unidos para evitar que éste se usase en la siembra, ya que la mitad del grano producido en este maíz es transgénico (CCA, 2004; disponible en línea en: [www.cec.org/maiz](http://www.cec.org/maiz)).<sup>23</sup>

Álvarez-Buylla y colaboradores (2013) mencionan que este informe fue generado en un periodo en el que México, independientemente de ser signatario de tratados internacionales como el Protocolo de Cartagena (que establecía obligaciones para normar el paso fronterizo de organismos genéticamente modificados), no existía un marco jurídico nacional que regulara el uso de organismos genéticamente modificados, y a nivel nacional e internacional aún eran incipientes las investigaciones sobre el potencial de dispersión de las semillas transgénicas, sus

---

23 Cabe mencionar que a pesar de que esta Comisión es liderada por el ex rector de la UNAM José Sarukhán e incluye un grupo de expertos de los tres países en los campos de ecología, biotecnología, legislación ambiental, economía y administración pública (CCA, 2002; disponible en <http://www.cec.org/es/novedades-y-difusion/comunicados-de-prensa/forma-la-cca-grupo-asesor-sobre-diversidad-gen%C3%A9tica-del-ma%C3%ADzen-m%C3%A9xico>); algunos miembros son representantes de empresas transnacionales como Andrew Baum de SemBioSys Genetics Inc., Calgary (Canadá), José Luis Solleiro de Agrobio (México), o Susan Bragdon del International Plant Genetic Resources Institute (USA) quien si bien no pertenece a ninguna empresa, se especializa en ecología de recursos y abogacía de patentes relacionada con alimentación y agricultura (Quaker United Nations Office, 2014; disponible en <http://www.quno.org/timeline/2014/2/susan-bragdon-joins-quno-geneva-representative-food-and-sustainability>). Debido a las posibles asociaciones que se pudieren realizar ante un contraste tan notorio en cuanto a los actores que participan en la Comisión (es prudente referir que dentro de la lista de expertos se encuentran Víctor M. Toledo y Mindahi Crescencio Bastida-Muñoz -entre otros- con trayectorias éticas y comprometidas con la sociedad), y ya que parte de la soberanía alimentaria de México se extiende a ella, resultaría sensato que cada uno de integrantes de la Comisión declarara abiertamente y con posibilidades a investigaciones legales si existe algún tipo de conflicto de interés.

posibles efectos sobre el ambiente y la salud, etcétera. Fue hasta 2005 que entró en vigor la Ley de Bioseguridad de Organismos Genéticamente Modificados (LBOGM), en el que las últimas enmiendas realizadas a este reglamento se hicieron en marzo de 2009. En cuanto a las investigaciones científicas que abordan el potencial de dispersión de semilla transgénica del maíz, así como los posibles efectos en la salud por el consumo de este tipo de productos, varias de las publicaciones más relevantes aparecieron apenas en 2009.

- A partir de mayo de 2009 se otorgaron más de 155 permisos para la siembra experimental de diferentes tipos de maíz transgénico en los estados de Sinaloa, Tamaulipas, Sonora y Chihuahua, bajo el supuesto de que estos estados tienen una mínima diversidad genética de razas nativas de maíz, y por lo tanto la posibilidad de mezcla de estas razas con líneas transgénicas es mínima. Sin embargo, esta conjetura se contrapone a un informe publicado en octubre de 2009 por CONABIO sobre distribución de la diversidad de maíz en México, el cual declara que en estas regiones sí existe una importante parte de la diversidad genética del maíz en México (Kato *et al.*, 2009) (En 1998 se levantó la moratoria *de facto* para la siembra en fase experimental). En julio de 2009 se otorgaron quince permisos más para siembras experimentales de maíz transgénico. Para 2011 fue otorgado el primer permiso de siembra en modalidad piloto del maíz transgénico en Tamaulipas, y en 2012 se otorgaron tres permisos más en la misma modalidad (Álvarez-Buylla *et al.*, 2013)

## **4. ESTUDIO DE CASO**

### **MÉXICO FRENTE AL MAÍZ**

Como parte fundamental del estudio de caso, es necesario abarcar en primera instancia lo que representa el maíz para México desde ámbitos económicos, políticos, sociales y biológicos. Es por eso que en las primeras páginas de éste capítulo intentaré exponer cada una de esas aproximaciones de forma breve con el fin de enmarcar la importancia del maíz en un terreno dialéctico y metadisciplinario.

#### **4.1. Algo de economía, política y leyes**

El maíz (*Zea mays* L.) es uno de los principales cultivos de granos en el mundo con importancia para la alimentación animal y nutrición humana por su alto contenido de carbohidratos, grasas, proteínas, vitaminas y minerales. (Eubanks 2001; Massieu & Lechuga 2002; FAO 2002; semillasdevida.org.mx; <http://www.fao.org/docrep/004/y3557s/y3557s08.htm>);

Actualmente es el cereal con mayor volumen de producción a nivel mundial, superando al trigo y al arroz;<sup>24</sup> en los países industrializados se utiliza principalmente como forraje, materia prima para la producción de alimentos procesados y recientemente, para la producción de etanol. Por el contrario en los países de América Latina y del continente africano, un gran porcentaje del maíz que se produce o importa se destina al consumo humano (Serratos, 2009).

En México es el principal producto agrícola, su cultivo se lleva a cabo por cerca de 3.5 millones de productores y ocupa el 40% de la superficie cosechada del país. Desde antes de la colonización española el maíz constituye el alimento básico de la mayoría de la población, y aun en la actualidad, a

---

24 En el ciclo 2014/15 la producción de maíz a nivel mundial fue de 1034.6 millones de toneladas; la de trigo fue de 730.46 millones y la de arroz de 494.71 millones de toneladas. En lo que va del ciclo 2015/16 la producción de maíz fue de 1004.16 millones de toneladas; la de trigo fue de 734.05 millones de toneladas, y la de arroz de 490.56 millones de toneladas. Cifras de <http://statistics.amis-outlook.org/data/index.html>

pesar de los cambios en los patrones alimentarios, se estima que contribuye con más de 65% de las proteínas y calorías consumidas en el medio rural (Torres 1993).

Al hacer un comparativo entre la producción de maíz a nivel mundial, para 2004 México ocupaba el quinto lugar y era importador de una cuarta parte del consumo nacional de maíz amarillo. Estados Unidos produjo en el ciclo de octubre de 2004-2005, 269 millones de toneladas métricas, es decir 42.5% de la producción mundial; China 128 millones de toneladas que equivale al 18.1%; la Unión Europea 53.1 millones de toneladas, esto es 7.5%; Brasil 39.5 millones de toneladas, 5.6%; y finalmente México, con 22 millones de toneladas, lo que significa el 3.1% a nivel mundial. Lo paradójico es que en Estados Unidos se cultivan, crecientemente, variedades indígenas de color, así como variedades blancas (para harina de maíz), sembradas específicamente para el mercado mexicano o para el consumo de comidas mexicanas en Estados Unidos (Barkin, D. 2003).

Para el ciclo de 2014-2015, El Departamento de Agricultura de los Estados Unidos (USDA) disminuyó su estimado de la producción mundial de maíz, como consecuencia de una caída en la proyección para su país, al pasar de 365.97 a 361.91 millones de toneladas métricas, reducción que se da como resultado de una corrección a la baja en el rendimiento promedio del cereal, puesto que el área a cosechar se mantuvo. (<http://www.elfinanciero.com.mx/economia/produccion-de-maiz-a-nivel-mundial-disminuira-afirma-usda.html>; <http://statistics.amis-outlook.org/data/index.html>). En el mismo ciclo, China produjo 215,646 millones de toneladas, Brasil 85.0 millones, la Unión Europea 75.793 millones de toneladas, Ucrania 28,450 millones de toneladas, Argentina 27.0 mill de ton., y México 25,480 millones de toneladas (<https://www.produccionmundialmaiz.com/previous-year.asp>).

Las cifras anteriores indican que independientemente de que Estados Unidos tuvo una decaída en la producción de maíz respecto al 2013, se observa un incremento sustancial en los últimos diez años (34.2%) en comparación con el de México (15.45%). Según una nota publicada por El Financiero el 24 de octubre de 2014 *la caída de los precios internacionales podría ser un factor a favor; sin embargo, se prevé descenso de cosechas en países productores. México no es autosuficiente en la producción de maíz; previsiones del Departamento de Agricultura de Estados Unidos calculan que nuestro país produciría 22.5 millones de toneladas, pero la demanda doméstica sería de 32.75 millones. Es decir, existirá un déficit de 45.5 por ciento; no obstante, de la cosecha se exportarían 500 mil toneladas, reponiéndolas en las importaciones totales. Por lo anterior, el país tendría que hacer compras al extranjero por 10.9 millones de toneladas, lo que representa poco más de 6 por ciento de la oferta disponible en los mercados internacionales* (<http://www.elfinanciero.com.mx/mercados/commodities/mexico-importara-45-del-maiz-que-consumira-en-2014-2015.html>).

De acuerdo con la USDA México sólo produce el 6.12% de lo que genera su principal socio comercial. Mientras que nosotros representamos el segundo lugar en importaciones de maíz a nivel internacional<sup>25</sup> para completar el consumo (FND, 2014), Estados Unidos sólo compra al resto del mundo 635 mil toneladas, ya que de su producción total de maíz, el 12% lo oferta a mercados internacionales y el resto lo utiliza para consumo interno o bien, para producción de derivados de maíz.

---

25 México importa 10.9 millones de toneladas de grano destinadas a “consumo humano” y otras 20 millones de toneladas destinadas a siembra para alimentar ganado, elaboración de productos derivados de maíz como aceites, frituras, y cereales de caja entre otros. Lo alarmante de todo esto -aparte de las cantidades exuberantes que se importan y de los 40 mil millones de pesos anuales que se gastan- es que la Secretaría de Salud sólo monitorea la primer cifra, es decir la tercera parte de las importaciones reales, y ya que todo el grano que entra a México es proveniente de los Estados Unidos y estos sólo cultivan maíz transgénico, la población mexicana obtiene el 40% de su ingesta diaria de calorías de maíz genéticamente modificado sin evaluación (Sánchez Galido en entrevista con Carmen Aristegui).

Si las cifras suenan un tanto desalentadoras, resulta todavía más cuando se estima el incremento de las bocas que alimentar. Según datos del Banco Mundial de 2004 a 2014 México pasó de 108,257,822 habitantes a tener 125,385,833, es decir, incrementó un 13.66% de su población en un periodo de diez años. En contraste Estados Unidos sólo aumentó un 7.32% pasando de 295,516,599 habitantes en 2004 a 318,857,056 habitantes en 2014 (<http://datos.bancomundial.org/indicador/SP.POP.TOTL/countries/MX?page=2&display=default>).

México no sólo aumentó casi el doble de su población en comparación con su país vecino, también elevó el déficit del sistema agroalimentario por razones irracionales ya que las exportaciones de maíz se realizan a precios bajísimos; además a pesar de la fluctuación del peso mexicano las importaciones no han parado desde la apertura del TLCAN y son transgénicas.

Desde los primeros experimentos con maíz transgénico desarrollados a campo abierto y permitidos por el gobierno entre 1993 y 1998 (32 experimentos en distintas regiones de Guanajuato, Morelos, Sonaloa, Nayarit, Sonora, Jalisco, Baja California Sur, Estado de México) llevadas a cabo por el Centro de Mejoramiento de Maíz y Trigo (CIMMyT), el CINVESTAV y el Instituto Politécnico Nacional, se anticiparon las discusiones sobre los efectos negativos que el maíz transgénico produciría en el maíz nativo y sus parientes silvestres a raíz del flujo de genes (Peralta & Marielle, 2013). Por esa preocupación, el Comité Nacional de Bioseguridad Agrícola (CNBA) se encargó hasta 1999 de dar opinión científica sobre las solicitudes de siembra de transgénicos a SAGARPA con el fin de lograr un consenso científico sobre la necesidad de establecer una moratoria a la liberación de maíz transgénico en México (Peralta & Marielle, 2013)

Este consenso dio lugar a que en 1998 el gobierno mexicano pusiera una moratoria *de facto* para no admitir más solicitudes de siembra experimental en el territorio nacional. Sin embargo, #México, todos los transgénicos de maíz que fueron probados antes de 1998 contenían el virus promotor del mosaico de la coliflor CaMV35S; para el año 2000 el 25% de los maíces americanos ya eran transgénicos (Ibarra, L, *et al.*, 2015); y por si fuera poco la ley no fue ampliada hasta las importaciones recibidas por EEUU, dando como resultado que decenas de millones de toneladas de maíz provenientes del país vecino no fueran monitoreadas adecuadamente y entraran por “la legal” a México (Peralta & Marielle, 2013)... André Breton no se quedó nada lejos “*No intentes entender a México desde la razón, tendrás más suerte desde lo absurdo, México es el país más surrealista del mundo*”.<sup>26</sup>

A pesar de las advertencias y posteriores corroboraciones sobre contaminación transgénica de los maíces nativos y convencionales hechas por Quist y Chapela en el 2000; los riesgos anunciados para la salud humana y animal (comprobados después por Séralini en 2013), así como para el ambiente, y la soberanía alimentaria de México, entre otros argumentos como la experiencia de agricultores de regiones que han tenido repercusiones injustas legales por tener en sus campos contaminados con transgenes patentados; y en pos de atender las recomendaciones emitidas por la Comisión de

---

26 BREVE ANECDOTA: André Breton, pintor, poeta, y escritor, recordado por sus aportaciones al movimiento surrealista, que consiste en explorar lo absurdo, lo onírico y el inconsciente, fue invitado a la Universidad Autónoma de México para impartir una conferencia sobre el surrealismo. Breton llegó puntual al aeropuerto en donde nadie le recibió. Como pudo, intentó localizar el recinto educativo más importante del país y después de *n* intentos por fin encontró a un taxista que podía llevarlo. Horas más tarde llegó a la universidad y nadie le supo decir dónde estaba su comité de bienvenida, así que permaneció en la cafetería un par de horas tratando de entender el asunto. Estaba desesperado, no podía creerlo, mientras intentaba analizar el hecho, escuchó unos gritos que lo distrajeron, miró a la mesa de a lado y le tocó ver como un mal perdedor de “dominó” golpeó al ganador por haber hecho “tranza”. No fue hasta el momento en que lo interrogaron para que testificara sobre lo que había visto, que descubrieron que el pionero del surrealismo estaba perdido. Unas horas más tarde, una señorita muy apenada le pidió disculpas por los inconvenientes que había pasado, y que ella se había confundido en la fecha de arribo del señor (al día siguiente). Llegó el momento de la conferencia y cuando le preguntaron qué era el surrealismo, Breton se remitió a contar lo que le había sucedido a su llegada y concluyó su conferencia de tres minutos con la siguiente frase antes de levantarse para no volver jamás: “*Yo no sé a qué he venido, yo no tengo nada que enseñarles, México es el país más surrealista del mundo. Disculpen, hasta luego*” (<http://www.monitornacional.com/mexico-el-pais-mas-surrealista-de-todos/>).

Cooperación Ambiental de América del Norte (2004) y por el Relator Especial de Naciones Unidas sobre el Derecho a la Alimentación, Olivier de Schutter (2012) era suficiente para que el Estado mexicano reforzara la moratoria y prohibiera la entrada y siembra de maíces transgénicos.

El gobierno tomó la decisión de aliarse a las empresas semilleras y de imponer los transgénicos en territorio nacional. En 2005 creó una ley para los transgénicos, la Ley de Bioseguridad de Organismos Genéticamente Modificados (LBOGM), y en 2009 eliminó el Régimen de Protección Especial para el Maíz (RPEM),<sup>27</sup> la única medida legal que había para el resguardo del centro mundial de origen y diversificación del maíz, con una reforma al reglamento de la ley. Al respecto Peralta y Marielle (2013) señalan que:

*[...] originalmente el reglamento establecía que el RPEM se conformaría por las “disposiciones jurídicas relativas a la bioseguridad que establezca la autoridad” (2008); esta disposición -de por sí arbitraria- fue eliminada mediante una reforma reglamentaria violatoria de sus propios procedimientos. La SAGARPA presentó ante la Comisión Federal de Mejora Regulatoria (COFEMER) un anteproyecto que contenía supuestas disposiciones relativas al RPEM, el cual fue sometido al procedimiento de mejora regulatoria, que incluye la consulta pública (no vinculante). La COFEMER hizo observaciones a la Manifestación de Impacto Regulatorio y, en respuesta, SAGARPA emitió un decreto de reforma al Reglamento de la LBOGM, eliminando el RPEM. Siendo ese decreto un nuevo acto administrativo, debió ser sometido a otro procedimiento de mejor regulatoria. Finalmente el simulacro de hacer pública y participativa la creación de reglamentos, acuerdos, decretos, etcétera, termina cuando llegan a la Consejería Jurídica de la Presidencia de la República, donde puedes ser modificados y definidos unilateral y arbitrariamente incluso sin considerar las observaciones de la propia COFEMER y de las secretarías involucradas.*

Tras la aniquilación del RPEM, el gobierno ha venido aplicando criterios establecidos en la ley para la generalidad de los cultivos, que parten del falso supuesto de que es posible la coexistencia entre los

---

27 Además por debajo del agua, en 2009 Semillas y Agroproductos Monsanto, S.A. de C.V. fue beneficiada por el Programa de Estímulos a la Investigación, Desarrollo Tecnológico e Innovación, Modalidad INNOVATEC, con más de 20 millones de pesos. Ver información en [http://www.conacyt.gob.mx/tecnología/estimulo/2009/Resultados\\_INNOVATEC.pdf](http://www.conacyt.gob.mx/tecnología/estimulo/2009/Resultados_INNOVATEC.pdf)

cultivos transgénicos y no transgénicos, ignorando las especificidades bioculturales del maíz, además de su carácter de cultivo originario. Tal es el caso del “paso a paso” que pone a transitar a los cultivos por las fases experimental, piloto y comercial;<sup>28</sup> o el establecimiento de “zonas restringidas”, y en consecuencia, zonas permitidas para los transgénicos.

Las zonas restringidas que la ley señala de manera general para los cultivos transgénicos son los centros de origen, los centros de diversidad, las áreas naturales protegidas y las zonas libres de transgénicos. Sin embargo las formas previstas por la LBOGM resultan inútiles para el maíz porque separan el criterio integral de centro de origen y diversidad, con lo cual rompe la unidad del concepto y su dinamismo pleno de origen, domesticación y diversidad del maíz: por un lado los centros de origen (CO) son señalados como áreas donde hayan sucedido procesos de domesticación, debiendo existir simultáneamente restos arqueológicos de mazorcas o polen, variedades y parientes silvestres; por el otro los centros de diversificación (CD) son definidos como regiones que albergan al mismo tiempo variedades y parientes silvestres del maíz (LBOGM, DOF 18-03-2005).

Sin embargo prácticamente todo México se puede presentar como país de origen, ya que la domesticación, diversificación y mantenimiento del germoplasma es todavía una práctica indígena y campesina (Boege, 2008). Por lo tanto, los criterios que establece la LBOGM niegan la posibilidad jurídica de proteger integralmente al territorio nacional como centro de origen y diversificación del

---

28 A modo de ejemplo, el gobierno mexicano permitió por más de veinte años la experimentación con algodón transgénico, que en 2009 cubría alrededor de 100,000 hectáreas, y en 2010 autorizó siembras en fase piloto. El algodón como el maíz, es un cultivo originario de México cuyas variedades silvestres ya han sido contaminadas con transgenes a grandes distancias de los sitios experimentales como consta en: Wegier A, Piñeyro-Nelson A, Alacrón J, Gálvez-Mariscal A, Álvarez-Buylla ER, Piñero D. (2011). Recent long-distance transgene flow conforms to historical patterns of gene flow in wild cotton (*Gossypium hirsutum*) at its center of origin. *Molecular Ecology*, Vol. 20: 4182-4194. En el mundo se coloca como el tercer cultivo transgénico más extensamente sembrado.

maíz.

En el Acuerdo por el que se determinan los centros de origen y los centros de diversidad del maíz en el territorio nacional, elaborado por SEMARNAT y SAGARPA y con dictamen favorable de la COFEMER en diciembre de 2011, abunda en el mismo sentido aunque ampliando la contradicción jurídica: comienza reconociendo a México como centro de origen del maíz en términos del artículo 2 fracción XI de la ley LBOGM, es decir como unidad territorial que debe ser protegida por un régimen especial; y en seguida determina geográficamente los CD, incluyendo los CO del maíz, fragmentando el territorio nacional (Peralta & Marielle, 2013).

Además en el Acuerdo establece como medida general para la protección del maíz y sus parientes silvestres (léase general mas no especial) el monitoreo en sus poblaciones nativas ubicadas en los CO y CD, en vez de monitorear el maíz importado y las semillas híbridas. Se trata de una medida incompatible con la propia restricción que hace el documento para el almacenamiento, la distribución y la comercialización de maíz transgénico en dichas regiones; también implica la amenaza gubernamental de mitigar, controlar o eliminar los transgenes detectados no permitidos, poniendo en riesgo las cosechas y semillas campesinas e indígenas, incluso pudiendo derivar en repercusiones legales (Peralta & Marielle, 2013).

Como vemos las controversias que enmarcan al maíz transgénico son consustanciales al desarrollo de la biotecnología pues ésta tiene consecuencias significativas en orden ambiental, socioeconómico y cultural. Estas controversias son inevitables porque en la evaluación de los beneficios, desventajas y riesgos en cuanto a los organismos genéticamente modificados se involucran distintos sectores con

intereses y valores opuestos.

Las corporaciones multinacionales que producen y comercializan plantas transgénicas sostienen que esta tecnología mejorará el proceso de producción; disminuirá los riesgos ambientales y de salud; y mitigará el hambre en el mundo. Es curioso observar que son las mismas promesas hechas durante la Revolución Verde pero un tanto más estilizadas porque alegan que se trata simplemente de un eslabón más en una larga cadena de manipulaciones y modificaciones genéticas de plantas que los seres humanos han llevado durante siglos. La modificación genética dista mucho de la selección artificial que la especie humana ha generado desde milenios en plantas y animales, y mucho más de los intercambios de genes que por diversas vías se llevan en la naturaleza sin intervención humana. Para la filosofía de la tecnología es claro que las técnicas de la biología molecular contemporánea no son equivalentes a los métodos de selección y mejoramiento (Olivé *et al.* 2013, en Álvarez-Buylla y Piñeyro-Nelson, 2013).

Por otro lado, el grupo de los oponentes a la implementación de esta tecnología, enfatiza la falta de datos y de una evaluación completa de los riesgos involucrados en la producción y liberación de las plantas transgénicas. Además mencionan que la generación de incertidumbre es inherente a los sistemas tecnocientíficos porque en la liberación de las plantas transgénicas es imposible prever todas las consecuencias debido a las complejas interacciones en el ambiente.

Lo anterior toma mayor inquietud porque los efectos de la presencia de estos nuevos organismos en la agricultura, la alimentación y en la sociedad, podrían desencadenar riesgos como nuevas plagas y malezas difíciles de controlar; desaparición de variedades nativas de cultivos importantes y endémicos;

el aumento en el uso de herbicidas, y con ello mayor dependencia económica; más los riesgos socioeconómicos como crear concentración excesiva y monopolización en el mercado de alimentos, además de perjudicar a pequeños agricultores que han preservado y diversificado variedades nativas (Álvarez-Buylla y Piñeyro-Nelson, 2013).

La monopolización en este tipo de cultivos ya existe. El 75% de cultivos transgénicos liberados en el ambiente son tolerantes a un herbicida (glifosato, patentado por Monsanto); el 18% son tolerantes a plagas de insectos; y el 7% a ambos. A nivel mundial el 36% de la soya es transgénica y el 7% de maíz modificado genéticamente expresa la proteína Bt, resistente a plagas de polillas (esta última es patente de Mario Soberón y Alejandra Bravo). Además casi el 68% de las liberaciones de plantas transgénicas se han dado en Estados Unidos, y menos del 1% en Europa (Olivé *et al.* 2013, en Álvarez-Buylla y Piñeyro-Nelson, 2013).

En lo que se refiere al nivel de regulación internacional en el aspecto de cultivos y alimentos transgénicos existe un amplio grado de incertidumbre. Nadie ha demostrado la inocuidad de estos productos, aunque algunos Estados los hayan aprobado para su consumo (Schmidt, 2005 en Olivé *et al.*, 2013).

La regulación integral basada en principios socio-éticos y políticos de los OGM ha resultado particularmente insuficiente, entre otras cosas porque los efectos de estos organismos son sitio-específicos y por lo tanto depende mucho del transgénico en particular y de la región de que se trate. No es lo mismo liberar un OGM en un centro de origen de especies importante (el caso del maíz en México), que en otro donde no hay tal condición. Los países megadiversos se encuentran en mayor

riesgo que los que no lo son. Los riesgos se deben determinar caso por caso y entre ellos nunca deben excluirse los riesgos socioeconómicos. En este contexto el actual esquema de regulación de plantas transgénicas en México es inadecuado pues no considera de manera relevante la incertidumbre científica ligada a las evaluaciones de riesgo, ni las preocupaciones y objeciones de sectores de los productores y de los consumidores.

El biomonitoreo de OGM se vería afectado por estas incertidumbres al tratar de detectar un gen o proteína pues los métodos de detección estandarizados a la fecha no toman en cuenta todos los procesos que podrían desencadenarse a partir de la modificación. Además, las técnicas más consistentes de detección de transgenes (*southern blot*, PCR/secuenciación) requieren personal capacitado e insumos y maquinaria costosa que hay que importar (lo que implica otra forma de dependencia tecnológica) (Olivé *et al.*, en Álvarez-Buylla y Piñeyro-Nelson 2013). Por lo tanto el biomonitoreo constante en el país elevaría mucho más el costo -que ya de por sí es elevado- de usar organismos genéticamente modificados (OGM).

El costo de llevar a cabo el biomonitoreo, según lo dispuesto por la Ley de Bioseguridad de Organismos Genéticamente Modificados (LBOGM), tendría que ser absorbido por el Estado Mexicano, ya que las empresas que lucrarían con la venta de OGM no estarían obligadas a llevar a cabo labores de biomonitoreo ni participar en la posible compensación por daños no previstos de esta tecnología.

Tomando en cuenta lo anterior, los costos económicos, sociales y ecológicos de introducir OGM en el ambiente en particular en países megadiversos como México que se consideran centros de origen y diversificación, muy probablemente superen los posibles beneficios del uso de estos productos.

Por lo que, si la intención de la propuesta de introducir OGM para llevar a cabo una agricultura mucho “más sustentable”, mejorar el proceso de producción, disminuir los riesgos ambientales y de salud, y mitigar el hambre en el mundo, la estrategia “armamentista” (término entendido como se utiliza para describir la coevolución entre toxinas de plantas vs insectos) que se pretende utilizar para la resolución de los problemas agrícolas, dista mucho de ser viable, ya que, la pretensión de controlar una plaga (usando genes *Cry*) o de hacer más fácil el manejo de un cultivo (tolerancia a herbicidas) a partir de la introducción de unos cuantos genes, en realidad sólo favorece una rápida evolución de resistencia en los organismos afectados (plagas, hierbas) y hace a esta tecnología poco sostenible (Wayne, 2013).

#### **4.1.2 El maíz frente a México: ¿Por qué es importante salvaguardar el maíz mexicano?**

##### **4.1.2.1. Breves fundamentos biológicos y evolutivos**

El maíz (*Zea mays ssp. mays L.*) es una gramínea con ciclo de vida anual, monoica (esto significa que no posee flores hermafroditas como suele ser habitual, sino flores macho por un lado y flores hembra por el otro), de fertilización cruzada y llega a alcanzar hasta los 2.5 metros de altura sin ruborizarse; su pariente silvestre más cercano es el teocintle. El maíz es uno de los tres cereales sobre el que las civilizaciones del mundo fueron edificadas (Eubanks, 2001). En México fue cultivado y domesticado desde tiempos precolombinos y posterior a la conquista se introdujo en Europa hacia el siglo XVI (Serratos, 2009). Actualmente existen más de 200 variedades indígenas latinoamericanas (Eubanks, 2001), y es el cereal con mayor volumen de producción a nivel mundial, superando incluso al trigo y al arroz (FAO-AMIS, 2016).

A pesar de que el maíz fue un componente fundamental en la alimentación de los pueblos prehispánicos

de América Latina, y que por lo tanto su cultivo se extendió desde el centro de México hasta Centroamérica, las evidencias biológicas y arqueológicas indican que el origen geográfico del maíz y su domesticación datan entre 5000 - 10000 años y se localizan en el Municipio de Coxcatlán en el Valle de Tehuacán, Puebla;<sup>29</sup> también se han encontrado restos arqueológicos en la Cuenca de México (Niederberger, 1967; McClung 1997; en Nuñez, 2006), y en la Cueva Guilá Naquitz, Oaxaca, de donde provienen las evidencias más antiguas de consumo de teocintle y de su proceso de domesticación hasta llegar al maíz actual.

Por las evidencias moleculares sabemos que el teocintle (*Zea mays ssp. Parviglumis*)<sup>30</sup> es el pariente silvestre del maíz, sin embargo las diferencias en los estados de madurez entre ambos son tales que inicialmente los taxónomos consideraron que el teocintle estaba más emparentado con el arroz que con el maíz. Por ejemplo, la inflorescencia femenina del teocintle es de cinco a diez centímetros de longitud; las espiguillas producen de cinco a doce granos protegidos por una gluma endurecida, lisa, de color blanco uniforme a café muy oscuro con manchas de color café más claro o gris; cuando la inflorescencia se desarticula cada grano o semilla se convierte en una unidad de dispersión. La gluma que protege los granos de teocintle logra que estos estén a salvo de predadores.

Al compararlos, la mazorca del maíz es una espiga más o menos cónica o cilíndrica de 10 a 20 cm de largo localizada en las yemas axilares de las hojas y con varias semillas desnudas (pudiendo llegar a 1000), cada semilla es independiente y es llamada cariósipide, se encuentran firmemente ancladas al raquis central u olote.

---

29 Fue en este lugar donde McNeish realizó colectas financiadas por Rockefeller en los cuarenta.

30 También referido como teocinte, teosinte y teosintle, término que deriva del náhuatl *teocintli* cuyo significado es “grano de los dioses” y se refiere a un grupo de especies del género *Zea* anuales (*Zea luxurians* y *Zea mays*) y perennes (*Zea perennis* y *Zea diploperennis*).

En el maíz existe un tallo principal que se levanta sobre el suelo, el cual está coronado por espigas masculinas (panícula) protegidas por dos brácteas cada una que a su vez contienen en forma apareada las flores estaminadas; en cada florecilla hay tres estambres donde se desarrollan los granos de polen. En el teocintle vemos un tallo principal del que parten ramificaciones laterales que a su vez están coronadas por múltiples espigas masculinas envueltas cada una por una sola bráctea. Ya sea por la gluma endurecida del teocintle o por las múltiples hojas que envuelven la mazorca las alternativas de dispersión de la semilla serían prácticamente nulas, en este sentido guardan una íntima relación simbiótica con el humano y la siembra (Espinosa y Sarukhán, 1997; en <http://www.conabio.gob.mx/malezasdemexico/poaceae/zea-mays-mexicana/fichas/ficha.Htm#1.%20Nombres>)

Independientemente de las diferencias tan evidentes en cuanto a su morfología, a nivel genómico ambos son diploides con diez pares de cromosomas los cuales son similares o idénticos,<sup>31</sup> y pueden ser fácilmente cruzados. Incluso el híbrido F1 entre el maíz y algunas formas de teocintle muestran meiosis normal y son completamente fértiles (Doebely, 2004).

Las implicaciones evolutivas son enormes puesto para que se diera el paso que hubo de teocintle a mazorca tuvieron que suceder eventos genéticos y morfológicos complejos, como el de “convertir” una ramificación lateral con cinco semillas en una mazorca.

Las últimas evidencias moleculares vinculan la cercanía que guardan genéticamente con sus

---

31 Excepto *Zea perennis*, el cual es una duplicación genética del genoma de *Zea diploperennis* por lo que es un poliploide (en este caso es un tetraploide 4n), tiene 20 pares de cromosomas y ha desarrollado diferencias importantes respecto a la especie parental a nivel de rizomas, estilo de vida y ramificaciones (Tiffin & Gaut, 2001).

diferencias fenotípicas a través de *Quantitative Trait Loci* (QTL), los cuales son grupos de genes que se encuentran tan estrechamente ligados que pueden heredarse juntos y además contribuyen a construir el mismo carácter. Todo parece indicar que el paso de teocintle a maíz se debió a cinco QTL, los cuales pudieron contribuir a su diferenciación (Doebely, 2006). Además, una serie de investigaciones antropológicas del teocintle indican que éste se utilizaba y utiliza para mejorar el vigor del maíz (Garrison Wilkes, 1970, 1977; en Serratos, 2009); y para recuperar el rendimiento de los campos de cultivo de maíz manejados por las comunidades de la región de Nobogame, Chihuahua (Sánchez y Ruiz Corral, 1977; en Serratos, 2009).

El genetista John Doebely y sus colaboradores (1990, 1992, 2006) señalan que en cinco *loci* de cuatro cromosomas de híbridos de maíz y teocintle se encuentra la información genética que produjo una modificación morfológica en las espigas femeninas y masculinas entre estas dos especies. Estos autores también sugieren que en el maíz como resultado de ese cambio morfológico, se produjo la expresión de rasgos sexuales secundarios masculinos dentro de un fondo genético femenino (Serratos, 2009). Es decir, una serie de mutaciones producen la transformación sexual de la inflorescencia masculina del teocintle en la inflorescencia femenina del maíz. Por ejemplo el QTL *teosinte branched1* (*tb1*) ejerce efecto en la arquitectura de la inflorescencia e impacta en el desarrollo morfológico del maíz. Tanto el teocinte como el maíz lo expresan, lo que hace que el resultado sea diferente es que ambos regulan el gen a un ritmo de actividad diferente haciéndolo más o menos activo. El maíz expresa al *tb1* el doble de rápido que el teocintle y al suceder esto se inhibe el crecimiento de las yemas laterales provocando que las ramificaciones laterales no se desarrollen. Cuando tiene un ritmo de actividad más bajo como en el teocintle las ramificaciones laterales se desarrollan, pero en el caso del maíz con mutación *tb1* el gen pierde su funcionalidad y el resultado son ramificaciones laterales de

gran tamaño.

En relación con lo anterior existe otro gen QTL llamado *barren stalk1* (ba1), actúa como regulador en la formación temprana de las yemas que originarán nuevos tallos, flores o frutos laterales, en otras palabras la antétesis de tb1. La dualidad entre tb1 y ba1 es la posible razón genética sobre la que descansa la estructura anatómica del maíz moderno (Gallavotti, A. *et al.*, 2004).

Por otro lado, el QTL *teosinte glume architecture1* (tga1) es el candidato preferido por los genetistas moleculares para la regulación de la formación de la gluma. En un estudio reciente se observaron seis diferencias genéticas fijadas entre el *tga1* del maíz y el del teocinte, de las cuales, una de ellas, la sustitución de una lisina por una asparagina en la posición 6, es causante de la diferente actividad del gen en una planta u otra. En este sentido basta una única mutación en un gen clave para originar las semillas desnudas que vemos en el maíz a partir de las fuertemente protegidas semillas del teocintle.

[Wang H. et al., 2005; en <https://lacienciaysusdemonios.com/2009/10/06/el-huerto-evolutivo-4-del-teocinte-teosinte-al-maiz-la-evolucion-es-la-repanocha/>]

La importancia de retomar brevemente la cuestión anatómica del maíz contemporáneo y la desnudez de sus semillas radica en el origen geográfico de la mazorca. Como bien se dijo con anterioridad, algunas de las evidencias más antiguas de maíz cultivado se remite a la Cueva de Guilá Naquitz, Oaxaca, México. Las excavaciones han demostrado la presencia de antiguas ocupaciones humanas de cazadores-recolectores que se remontan hasta hace 10.650-6.980 años B.P. según la datación por C<sup>14</sup> (Piperno & Flannery, 2000).

Los restos de maíz más antiguos de los estratos de Guilá Naquitz poseen una edad de  $5.420 \pm 60$  y  $5.410 \pm 40$  años. También se han hallado granos de polen del género *Zea* con 9.500-6.980 años de edad así como pruebas de que el calabacín (*Curcubita pepo*) se cultivaba hace 8.990-7.000 años B. P. (Piperno & Flannery, 2000). Se encontraron mazorcas con características muy peculiares entre los restos de maíz se encontraron mazorcas con características muy peculiares, no superiores a 25 milímetros de longitud sino más bien de tamaño similar a las espigas de teocintle.

El acomodo de los granos no es propio ni del maíz moderno ni del teocintle, sino que cuentan con un carácter transicional entre ambos. Están formadas por un eje sobre el que se asientan semillas desnudas organizadas de dos maneras, en dos hileras “dobles” y formando un ángulo de  $45^\circ$  respecto al eje longitudinal (y no paralelas como en el teocintle o perpendiculares como en el maíz); o bien formando dos hileras “sencillas” orientadas  $180^\circ$  respecto al eje longitudinal.

En los restos encontrados en el Valle de Tehuacán, Puebla, México, que datan de hace 6000 años (Benz 2001; Flannery 1986; MacNeish 2001; MacNeish and Eubanks 2000; Mangelsdorf, MacNeish, and Galinat 1964, 1967<sup>a</sup>; Piperno and Flannery 2001. En Eubanks, 2001), son pequeñas mazorcas con las características básicas que distinguen al maíz de su pariente silvestre: la rígida *fruitcase* convertida en cúpulas abiertas que exponen a los granos; las glumas (bracteas basales de la espiguilla) convertidas en herbáceas como la gluma masculina en comparación con la endurecida por la lignificación para la protección del grano; cada cúpula lleva un par de granos en lugar de uno, y los segmentos cupulares de las inflorescencias femeninas se encuentran fusionadas para formar un raquis rígido, la mazorca (Eubanks, 2001). La mayoría de los científicos están de acuerdo en que el maíz evolucionó del teocintle, el cual es endémico de México y éste es su centro de origen.

El gran “misterio botánico” es ¿cómo una simple espiga de teocintle con cinco a siete semillas duras se transformó tan radicalmente en una estructura que es incomparable a cualquier otra en el mundo de la botánica?, la estilizada proliferación de la mazorca (u oreja) con cientos de semillas. Los escenarios posibles incluyen (1) una evolución progresiva en la que se acumularon muchas mutaciones en un periodo largo de tiempo (Beadle 1939; Doebley 1990; en Eubanks 2001); (2) una transmutación sexual catastrófica repentina que convirtió las florescencias masculinas en femeninas (Iltis 1983; en Eubanks 2001); (3) una rápida y aleatoria mejora debido a la intervención humana premeditada que a través de una selección deliberada en los F<sub>2</sub> de dos teocintles mutantes que recombinaron una mutación para emparejar las espigas femeninas con una de cuatro espiguillas individuales clasificadas (Galiant, 1977, 1992); o (4) el establecimiento por selección artificial mediada por el humano resultó en recombinaciones mutantes formadas por la hibridización entre pastos silvestres (Eubanks 1995, 1997; MacNeish and Eubanks 2000; Mangelsdorf and Reeves 1939; Mangelsdorf 1983, 1986; Wilkes, 1979).

Indudablemente este es un tema fascinante en la biología evolutiva. No obstante dadas las lagunas teóricas existentes por parte de las respuestas científicas, es importante abordar la evolución del maíz con ayuda de otras disciplinas que si bien no pueden otorgar aportes “técnicos” en cuanto al tema, sí pueden mostrar pistas sobre los posibles caminos que abrieron brecha a dicho suceso.

#### **4.1.2.2. Fundamentos bioculturales y procesos sociales**

La domesticación juega un rol fundamental en la diversidad del maíz. Es una estrategia botánica agroproductiva de los habitantes originales (Rojas, 1988; Terán y Rasmusen, 1994; en Boege 2008), y es un proceso que involucra varias escalas tanto a nivel biológico como social (Ortiz & Otero, 2006).

Para entender la naturaleza evolutiva de las relaciones domésticas es más valioso considerar la totalidad de escalas involucradas en vez de tratar de definir la demarcación exacta entre una población de plantas silvestres y una población de plantas domesticadas. Por tanto, la domesticación no es un proceso histórico único desarrollado en un momento dado, sino que involucra un largo proceso de dispersión y adaptación continua (Zeder, 2006; Boege 2008).

Existen varias teorías sobre el origen y domesticación del maíz. Una de ellas es la teoría de origen multicéntrico, la cual señala que hay varias regiones entre México, Centroamérica y la región Andina en las que los maíces y teocintles de América pudieron haber sido originados y domesticados, pues los paisajes naturales y culturales en estas regiones cambian en pocos kilómetros. Así mismo, las serranías, los valles y las cañadas, junto con las condiciones de inestabilidad climática, tanto en el régimen de lluvias como en el de temperatura (principalmente heladas), obligaron a los pueblos indígenas a buscar estrategias agrícolas para garantizar su subsistencia. Según la CONABIO (2006) existen 62 variedades de maíz en México de las cuales se derivan y combinan cientos de variedades.

Los cuatro posibles factores de la diversidad de los maíces de México son 1) que las variedades primitivas que en países como Perú se encuentran principalmente como reliquias arqueológicas, en México existen como variedades vivas e interactuando con todo tipo de maíz; aunado a ello 2) durante algunas épocas incluyendo la prehispánica, las variedades de maíz se vieron enriquecidas con variedades de América del Sur y viceversa. Hay quienes señalan que incluso antes de la conquista española el maíz se había expandido desde lo que hoy es el sur y centro de Estados Unidos hasta Bolivia (Boege, 2008). Así, la expansión hacia los demás países sudamericanos, y después al mundo, ha generado nuevas variedades o combinaciones de ellas (Boege, 2008); 3) el teocintle se ha cruzado

de manera natural con el maíz y ha introducido nuevas variedades y características a los maíces de ambas regiones; incluso hay informes de que algunos pueblos indígenas han sembrado teocintle en la milpa para mejorar su maíz;<sup>32</sup> por otra parte 4) el aislamiento geográfico y las distintas culturas de México han favorecido la rápida diferenciación, pues poseen varias clases de factores aislantes (Hernández, et al., 1987).

De lo anterior, la cultura del maíz se adapta a distintas situaciones ambientales en las múltiples regiones de México y Centroamérica. De este proceso se deriva la enorme variedad de especies y adaptaciones regionales de diversas plantas usadas dentro del sistema alimentario que llamamos diversidad biológica domesticada (Boege, 2008).

Las especies domesticadas en agroecosistemas (Hernández X., 1985) se ubican con frecuencia en espacios donde conviven con sus pares silvestres, generándose así flujos genéticos ocasionales entre las “plantas culturales” con las variedades silvestres (Casas et al., 2000). Así, en los sistemas indígenas hay por lo menos tres espacios de domesticación: 1) el espacio con vegetación natural donde se seleccionan y manejan culturalmente algunas especies (Casas et al., 2001); 2) la milpa en todas sus variantes (Rojas, 1988); y 3) el huerto familiar (Boege, 1988; Challenger, 1998; Toledo *et al.*, 2002).

Los pueblos indígenas se han aclimatado con los ecosistemas naturales, y con las actividades silvícola, agrícola, ganadera, y han impreso un sello particular a los paisajes bioculturales. Los sistemas de pensamiento, la concepción del mundo, así como la organización de la cultura, giran alrededor de esta relación sociedad-naturaleza. Tal es el caso de la milpa generada por roza, tumba y quema en

---

32 Para los popolucas el teocintle es el maíz silvestre (Boege, 2008).

medio de la selva que presenta distintas fases sucesionales de la vegetación natural forzada por la actividad humana. Así mismo, en mercados regionales principalmente serranos, se intercambian semillas, material vegetativo, productos elaborados localmente y artesanías originarios de distintos pisos ecológicos. Esta interrelación es la que imprime la particularidad a los pueblos indígenas que todavía practican este tipo de agricultura frente a las estrategias agrícolas industriales (Boege, 2008).

Los paisajes indígenas son una mezcla de comunidades naturales de vegetación, seminaturales, y artificiales cuya combinación alberga una riqueza biológica extraordinaria (Challenger, 1998). Como espacios de domesticación, el huerto familiar y la milpa son áreas en constante transformación. El huerto familiar tiene plantas medicinales, hortalizas anuales, perennes y semiperennes, animales de corral, árboles frutales y plantas ornamentales. Además a lo que genéricamente llamamos milpa, en realidad son sistemas de policultivos con distintas formas de aproximación según las variadas condiciones físicas, climáticas y bióticas de los lugares. Las milpas poseen cultivos universales como el maíz, frijol, calabaza, chile, jitomate y otros más específicos ligados a las condiciones locales. Su función no sólo se limita a producir alimentos y cultivos básicos, sino también para el mercado, forrajes, material para construcción, hierbas, especias y plantas alimenticias toleradas que en la agricultura industrial se consideran “mala hierba” (Boege, 2008).

Como agroecosistema la milpa mantiene funcionando algunos de los principios ecológicos de un ecosistema (Aguilar, Illsley y Marielle, 2003; Challenger, 1998). Por un lado mantiene en un mismo espacio acervos genéticos variados gracias a la importancia que tiene la diversidad de especies y sus variedades. También proporciona una dieta balanceada y variada durante un tiempo prolongado así como mayor capacidad de regulación y control de plagas y enfermedades; teniendo mayor capacidad

para frenar riesgos y limitaciones ante fenómenos climáticos. Esto se relaciona con la creación de microclimas favorables al desarrollo de los cultivos y fomento de interacciones simbióticas o cooperativas entre plantas (unas aportan el sostén, otras guardan la humedad del suelo, otras dan sombras y controlan las malezas por su carácter alopatóico, o bien sirven de hospederas de insectos benéficos y otras como repelentes).

Aunado a lo anterior, la utilización óptima del espacio, tanto horizontal como verticalmente, propicia mayor eficiencia en el aprovechamiento de la energía solar; los distintos sistemas radiculares en diferentes estratos del suelo aprovechan al máximo la humedad y los nutrientes. La utilización adecuada del tiempo hace que existan diferentes cultivos durante todo el año,<sup>33</sup> manteniendo así una armonía entre las plantas cultivadas, sus pares silvestres, y el medio.<sup>34</sup>

Se puede inferir que al ser este tipo de agroecosistemas una tradición milenaria de los pueblos indígenas de México, fueron clave fundamental para el éxito de la domesticación del maíz. Hoy estas formas de estructuración del conocimiento y su transmisión siguen siendo netamente indígenas y campesinas, e involucran a mujeres y hombres de distintos grupos de edad. El aprendizaje se da por medio de la práctica, y manteniendo presente cómo lo hicieron los abuelos, es decir, la escuela es la práctica. El mito y el ritual enmarcan el conocimiento y le dan estructura para explicar los fenómenos extraordinarios o garantizar la sobrevivencia, en ellos las lenguas indígenas son la plataforma para transmitir y conceptualizar este conocimiento; en este sentido es filosofía práctica e incluyente con sus intereses locales (Boege, 1988).

---

33 Con frecuencia mientras el maíz está maduro, el frijol está en pleno desarrollo, lo cual es aún más acentuado en milpas en que las fechas de siembra de sus diferentes componentes difieren por meses (Bourges, 2013)

34 El posible flujo génico entre las plantas cultivadas y sus pares silvestres, en ocasiones inducido por los mismos agricultores (Boege, 2008).

La agricultura tradicional indígena, se caracteriza por una interconexión entre plantas cultivadas y sus pares silvestres; los productos, según la región indígena, son cultivados e intercambiados en los mercados serranos locales y regionales, integrando culturalmente los productos de varios pisos ecológicos y manteniendo el germoplasma dinámico en extensiones considerables. El uso de un gran número de especies y variedades de las mismas en una parcela se logra, en gran medida, porque el conocimiento y habilidades desarrollados se transmiten de generación en generación. Lo anterior implica que el germoplasma ancestral reproducido por los campesinos se lleva a cabo sin tener que recurrir al mercado nacional de semillas, por lo tanto, son los intelectuales de su propio proceso, tanto en la producción, distribución y consumo. (Aguilar, Illsley y Marielle, 2003).

Además el fondo de reposición del germoplasma corre generalmente por cuenta del agricultor y de su familia, y en caso de crisis como la pérdida de semillas y cultígenos, está a cargo de la comunidad. Los agroecosistemas indígenas y campesinos son, en México y en el mundo, los reservorios genéticos de origen más importante de las plantas domesticadas porque estos sistemas generalmente son unidades de producción con potencial limitado a pequeños espacios que enfrenta la inestabilidad climática y condiciones de suelo extremas (Pimentel et al., 1979).<sup>35</sup>

En el mismo contexto, el inventario de los maíces en territorios indígenas permite documentar las adaptaciones que hicieron los productores y productoras en condiciones agroecológicas extremas, como

---

35 En un artículo reciente se analizan los posibles orígenes de la diferenciación fenotípica de las mismas variedades de maíz olotón y el comiteco según los pueblos indígenas tzeltal y tzotzil (Perales, Benz y Brush, 2005). Se trata de un examen del papel de la cultura para generar la agrobiodiversidad. El estudio sugiere que a pesar de que las semillas son reconocidas como diferentes por parte de cada una de las comunidades etnolingüísticas, las isozimas sólo muestran una diferenciación genética débil. En general, la diferenciación está relacionada con adaptaciones a condiciones ambientales locales diferenciales, y son las mismas presiones ambientales las que marcan la diferencia. Pero también las identidades grupales van generando preferencia en algún tipo de maíz, en un ejercicio para enfrentar la pérdida de las variedades. Por lo tanto, la diversidad del maíz se debe no sólo a los distintos climas y tipos de vegetación, sino también a la diversidad cultural.

la sequía o la abundancia de lluvias, las altas o bajas temperaturas durante el ciclo agrícola, la altitud, vientos, suelos someros, ácidos, alcalinos, etcétera. Así, tenemos variedades que se mantienen en estado de latencia cuando no llueve y son la merma normal por el estrés hídrico, y vuelven a despegar al momento en que se desata la lluvia. Las adaptaciones ambientales que ha experimentado el maíz son tales que encontramos su cultivo desde 0 a 3400msnm. El tipo cónico y sus variedades sobresalen como las que mejor se han adaptado a las bajas temperaturas, de manera que hay menos superficie de exposición de la mazorca al frío. Igualmente, sus hojas de color púrpura sirven para enfrentar mejor los rayos ultravioleta (Benz, 1997).

Las ventajas que representan los maíces indígenas mexicanos se deben a, 1) su rusticidad ya que no requiere procesos complejos y especializados de hibridación, y que además, es tolerante a diversas situaciones ambientales, de ahí que su 2) rendimiento en condiciones adversas sea inequivalente con las variedades industriales; también sobresale el 3) desarrollo de múltiples variedades para usos específicos, así como la 4) tolerancia a plagas y enfermedades, y la 5) tolerancia al acme de algunas variedades de maíz; y existen 6) variedades con alta calidad proteínica, alto contenido de aceite en el germen, resistencia a algunas plagas y a enfermedades del follaje y en almacén, raíz y mazorca, adaptación a hiperacidez e hiperalcalinidad del suelo, relaciones asociativas con microorganismos para la fijación de nitrógeno, y accesible a fósforo (Boegue, 2008).

Existe lamentablemente, una creciente pérdida de la diversidad biológica domesticada y de las culturas que las acompañan, con la consiguiente erosión genética de los recursos fitogenéticos, que son patrimonio de los pueblos indígenas, de su identidad y de México en general.<sup>36</sup> Ortega señala en sus

---

36 Según Ortega (2003) “La erosión genética es la pérdida de genes en un acervo genético a causa de la eliminación de

investigaciones (desde 1973) que la pérdida del maíz en un ambiente campesino indígena no es tan evidente. Sin embargo, en casi la mitad del país se ha sustituido el maíz indígena por el mejorado e híbrido, principalmente en áreas de riego y de temporal con buenas condiciones de lluvias anuales. Esto quiere decir que la gran mayoría de los campesinos e indígenas pobres,<sup>37</sup> mantienen el germoplasma nativo en condiciones muy difíciles tanto ambientales como sociales.

La venta de semillas mejoradas de maíz en México cubre entre el 27 y el 34% de la superficie cultivada, principalmente en Sinaloa, Sonora, Tamaulipas, Jalisco, Colima y Guanajuato, donde la superficie sembrada con semilla mejorada abarca el 70% (Ortega, 2003). En contraste entre 20 y 25% de la superficie maicera está ocupada por generaciones de maíces mejorados por los propios agricultores, frecuentemente combinadas con maíces nativos. Además existe una mayor variación, ya que sólo una parte de los productores puede adoptar las nuevas semillas, y por medio de infiltración genética se establece un continuo entre los maíces mejorados introducidos y se amplía la variación. Esta nativización de los híbridos ha formado buenas variedades de maíz, pero también han estado acompañados de grandes presiones y subsidios para que los agricultores los adopten y abandonen sus poblaciones nativas (Ortega, 2003).

La adopción de semillas mejoradas es una amenaza creciente que pone en riesgo el germoplasma campesino e indígena, ya que estas son incorporadas por los principales procesos de comercialización y los maíces indígenas sustituidos, de excelente calidad, son muy vulnerables a la competencia de maíces híbridos comerciales (Ortega, 2003). El uso de la variedad chalqueño prácticamente se perdió porque

---

<sup>37</sup> poblaciones por factores como la adopción de variedades modernas y el desmonte de tierras con vegetación” que representan al 80% de todos los productores (Ortega, 2003)

su cutícula era muy dura según las compañías que procesan el maíz para la producción de tortilla; los maíces de color se han extinguido de áreas importantes por las políticas públicas de comercialización que las segregan por no parecer “uniformes”.<sup>38</sup> No obstante, la economía agrícola subsidiada en el sureste de Estados Unidos, reporta un crecimiento importante de siembra de maíces de color y blanco de variedades indígenas mexicanas, principalmente para los consumidores mexicanos de esa nación (Barkin, 2003).

Otra amenaza seria fue el desmantelamiento de la empresa estatal Productora Nacional de Semillas (PRONASE) en 2007, que puso en manos de muy pocas transnacionales la producción y comercialización de semillas hasta adueñarse del 92% de las semilla de maíz para cultivos comerciales para luego retroceder un poco y cubrir en 2010 el 80% del mercado, debido a que surgieron los agentes que debían ocupar el vacío que dejó Pronase (microempresas semilleras, algunas propiedad de agricultores) que comenzaron a atender el 15% (Rudiño, 2011).

Debido al difícil panorama para los campesinos e indígenas en México existe un creciente abandono del cultivo del maíz que contribuye a que se dediquen a otras actividades más remunerativas, o bien para emigrar a otras regiones del país o a Estados Unidos (Boege, 2008).

Un tema adicional son las presiones del gobierno estadounidense, y en especial de las transnacionales lideradas por Monsanto y Aventis, para la introducción en México de los cultivos transgénicos<sup>39</sup>. Pero a raíz de la contaminación transgénica de los maíces indígenas en Oaxaca, la

---

38 Brush (1995) menciona al respecto que las poblaciones locales de los cultivos adaptadas a condiciones óptimas son particularmente vulnerables a desaparecer, es precisamente en estas áreas donde se sustituyen las variedades indígenas por las semillas mejoradas.

39 Monsanto era la principal oferente en 2007 con una cobertura de 60 por ciento del mercado total de semillas de maíz en México con híbridos de maíz de alto rendimiento con valor de 110 millones de dólares (Rudiño 2010).

Comisión para la Cooperación Ambiental de América del Norte fue emplazada por las organizaciones campesinas para realizar una consulta pública, en las conclusiones destaca que:

*“Los elevados niveles de pobreza; el que grandes porciones de la población dependan exclusivamente de la agricultura para su ingreso y seguridad alimentaria, y una considerable población indígena son factores que distinguen al México rural del agro en Estados Unidos o Canadá. México enfrenta una “crisis rural” de pobreza, migración y desplazamiento conforme la economía mexicana transita de una base rural y agrícola hacia una mayoría urbana sustentada en la manufactura y los servicios” [...]*

Los Organismos Genéticamente Modificados (OGM) son introducidos por un grupo de grandes compañías cuyo objetivo principal es la ganancia mediante el control de la producción nacional en todas sus fases productivas, incluyendo los insumos. La introducción y desarrollo de OGM en los países de origen y megadiversos, enmarca problemas ambientales, culturales, sociales y económicos porque las semillas transgénicas se produjeron para satisfacer necesidades comerciales de las empresas transnacionales, no las del pueblo. En caso que se cambie anualmente el germoplasma con transgénicos de las compañías comercializadoras, el problema sería la dependencia económica de los productores hacia la compañía; además implicaría poner en riesgo el reservorio genético de variedades domesticadas únicas en el mundo y la soberanía alimentaria del país.

En este sentido, la salvaguarda del germoplasma campesino e indígena no debe ser sólo en los centros de conservación *ex situ*, como el CIMMyT, el INIFAP o el Colegio de Posgraduados de la Universidad Autónoma de Chapingo. Las colecciones de germoplasma *ex situ* y los centros de investigación deben relacionarse estrechamente con las comunidades indígenas y campesinas para garantizar así una política de Estado para la conservación y el desarrollo. En México, en los territorios de los pueblos indígenas y en las comunidades campesinas no indígenas, aún persiste una gran riqueza genética de maíz a pesar de los programas oficiales y requerimientos del mercado para que se siembren

unas cuantas variedades. Casi el 50% de la superficie sembrada con maíz ha perdido los maíces indígenas en sus líneas más originales. De esta sustitución, 25% de las semillas mejoradas tienen elementos de cuatro variedades indígenas y el 25% restante son nuevas generaciones de las mismas (Ortega, 2003b), principalmente aplicadas a las zonas de riego de alta productividad (por ejemplo, Sinaloa). Del total de la superficie sembrada de maíz, 3.1 millones de hectáreas concentran dos millones de productores con menos de una hectárea o hasta cinco hectáreas. Los campesinos tienen más generaciones de maíz adaptadas a distintas zonas ecológicas que cualquier otro grupo de investigación científica.

Los argumentos que se han esgrimido acerca de las amenazas de los transgénicos a los maíces son: que el maíz es un grano de polinización abierta y fertilización cruzada. Las compañías semilleras aducen que se hará sólo en terrenos “libres” de maíces indígenas o nativos. Por ello hay un esfuerzo mayor de los científicos ligados a las transnacionales y de algunas instituciones públicas que intentan mostrar que es reducida la posibilidad de intercrucía de polen entre las plantas transgénicas, las indígenas y los teocintles. Para ellos, la contaminación es un problema de distancias entre el cultivo transgénico y el de los maíces nativos. Sin embargo, este argumento ha sido refutado una y otra vez por distintos especialistas del tema. El aislamiento total es imposible. La dispersión a larga distancia del polen ocurre con una fracción pequeña del polen total, lo que hace que simplemente se reduzca la velocidad de contaminación, pero no la evita. La argumentación de que el maíz transgénico de los campos de experimentación no pueda contaminar los maíces nativos por polinización es deliberadamente engañosa (Álvarez-Buylla, 2005).

Si bien el flujo genético por factores bióticos es importante, es necesario destacar la importancia de

los flujos sociales (Álvarez, 2005). Existe un intercambio milenario entre productores campesinos que no se puede controlar con leyes *ad hoc* para favorecer la propiedad intelectual de las transnacionales. Basta que un campesino siembre deliberada o accidentalmente semillas transgénicas junto con indígenas nativas para que aquellas contaminaran a las demás.

Además, lo grave sería que el fenómeno de *gene stacking* sucediera y convirtiera los maíces indígenas en el basurero genético de las transnacionales (Bellon y Berthaud, 2005). Este fenómeno se da porque los transgenes de distintos orígenes y posiciones en el ADN, se van acumulando en las variedades. Es posible que estos transgenes no tengan una expresión visible inmediata (Turrent, 2008).

Al respecto Boege (2008) menciona que existe la posibilidad de que por medio de variedades indígenas se transmitan transgenes resistentes a herbicidas a las variedades silvestres, pudiéndose generar superinfestaciones de las mismas en los cultivos.

Los pueblos indígenas y las comunidades campesinas, con sus agroecosistemas tradicionales, tienen los reservorios de germoplasma mesoamericano más importante del país y del mundo, cuyo valor no es reconocido por la sociedad en su conjunto. Este patrimonio representa -en los recursos biológicos y genéticos colectivos de los pueblos indígenas- un importante potencial para la conservación *in situ* y desarrollo del país en el sentido de que 1) dicha conservación -de los maíces indígenas- no sólo responde a la necesidad de enfrentar con el acervo genético situaciones adversas actuales y futuras para el sistema alimentario nacional y mundial, sino que los maíces están adaptados a condiciones ambientales desfavorables que se podrían intensificar con el cambio climático. 2) La tradición y el conocimiento de los pueblos indígenas radican principalmente en la cultura del maíz. 3) Es

fundamental reconocer los recursos genéticos, los saberes y los conocimientos del maíz y de la agrobiodiversidad para la supervivencia de los pueblos indígenas, la autosuficiencia alimentaria y la soberanía nacional (Ortega, 2003).

La situación para México en torno al debate del maíz transgénico es grave, no sólo porque México se considera como el centro de origen y diversificación del maíz, sino porque las variedades de germoplasma nativo representan más que un producto alimenticio, simbolizan una cultura, una forma de vida y parte de nuestra raíz. Visto de esta manera el maíz es más que una mercancía, es un bien común que por ningún motivo debe ser despojado de los campesinos e indígenas que lo han diversificado a lo largo del tiempo, volviendo las estrategias de cultivo y domesticación un conocimiento tradicional y parte del patrimonio biocultural mexicano.

## **4.2. EL MAÍZ TRANSGÉNICO COMO PRODUCTO DE LA MERCANTILIZACIÓN DEL CONOCIMIENTO CIENTÍFICO**

En este apartado abarcaré de forma breve los antecedentes internacionales de la Revolución Verde y posteriormente su desarrollo en México, haciendo un contraste entre la versión oficial de la Fundación Rockefeller publicada en el documento *The Historical Background of the Mexican Agricultural Programs* (escrito por William Cobb en 1956) principalmente, y diferentes artículos localizados en la red. El objetivo es analizar bajo qué “condiciones de existencia” sociales y prerequisites políticos operó el Programa de Agricultura en México de la Fundación Rockefeller, clave fundamental y estratégica que desencadenaría el desarrollo de variedades de semillas mejoradas al rededor del mundo.

Con el fin de obtener una aproximación un tanto más completa del escenario anterior, realizaré este análisis desde una mirada de histórica mundial (sí mundial, no universal porque “no soy posmoderna” como dice Dussel), con la convicción de que existe una serie de redes extraoficiales y probablemente causales, que de no tomarse con la debida seriedad a la hora de realizar estudios históricos, o de ejercer como becarios, docentes, académicos y catedráticos en la elaboración de investigaciones o impartir clases -las cuales pueden tener un impacto inconmensurable en el presente del país y futuras generaciones-, todos aquellos a quienes estas palabras lleguen, se convertirían en prueba fehaciente de la inmortalidad de Confucio: *un pueblo que no conoce su historia está condenado a repetirla.*

#### **4.2.1. “From Texas to the Board”**

En pantalla oficial, el Programa Mexicano de Agricultura (MAP) de la Fundación Rockefeller (FR) operó públicamente de 1943 a 1965. Fue el inicio de los programas intensivos de agricultura -que posteriormente se extenderían a distintas partes del mundo- liderados por la Fundación Rockefeller, y su primer programa operacional desde la International Health Division (IHD)<sup>40</sup> Los antecedentes de lo que sería una nueva forma de intervención por parte de los Estados Unidos en México y en el resto del mundo, son redes causales con intereses políticos y económicos que resaltan la necesidad histórica de ser reanudadas de manera pública y crítica, para lograr un entendimiento más acertado sobre el rol que juega la ciencia moderna en comparsa con el Estado en la mercantilización del conocimiento, y en este caso sobre la situación actual maíz mexicano.

A finales del siglo XIX una plaga nueva de gorgojo atacó las plantaciones de algodón en Brownsville,

---

40 Creada en 1913 como International Health Commission; en 1916 cambió de nombre a International Health Board y en 1927 a International Health Division

Texas. La voracidad y rapidez con la que el gorgojo algodonero invadió los cultivos provocó pánico entre los agricultores y el posterior abandono de sus villas. Al mismo tiempo en Terrel, Texas, un agente especial del Departamento de Agricultura de los Estados Unidos (USDA por sus siglas en inglés) llamado Seaman A. Knapp<sup>41</sup> había estado probando un “método innovador” de agricultura en granjas modelo (que algunas eran rentadas y otras pertenecían al Departamento pero todas eran trabajadas por empleados de USDA) ubicadas en los estados del golfo. El propósito de estas granjas era convencer a los productores locales de algodón en “*romper con la esclavitud de un sólo cultivo mediante la diversificación de la producción*”, preparación del suelo, utilizando las mejores semillas y uso libre de fertilizantes. Sin embargo el éxito de estas “demostraciones visuales” fue insignificante (Cline, Senman A. Knapp, pp 52-53, True, Agricultural Extension Work, p. 59).

Como consecuencia en 1903 Knapp aprovechó el temor que recorría los estados vecinos por el gorgojo algodonero y lanzó una campaña en la que pretendía reclutar agricultores voluntarios que llevaran a cabo sus propuestas garantizando protección contra la nueva plaga. A esta prometedora tarea USDA le asignó \$40,000 dólares para contratar y entrenar a 33 agentes especiales y propagar el plan en todo Texas. En 1904 miles de agentes agricultores probaron los nuevos métodos. En 1905 el Departamento incrementó el presupuesto y más agentes fueron entrenados para extender la campaña a los estados circundantes. El propósito de extender las granjas modelo era persuadir a los agricultores locales a comparar sus resultados con el éxito de sus vecinos y que así se apegaran al método de Knapp.

---

41 Seaman Asahel Knapp (1833-1911). Físico. Miembro de la organización The Teachers of Agriculture, y presidente de Iowa Agricultural College de 1883-1884 (ahora Iowa State University). Revolucionó el cultivo de arroz (que había importado de Japón) en Louisiana cuando implementó el sistema de irrigación controlada

En el documento *The Historical Background of the Mexican Agricultural Programs*, lo que le interesaba a Knapp era diversificar la agricultura de los estados del sur, no reforzar los sistemas de monocultivos para proteger al algodón del gorgojo (Seaman A. Knapp. *Farm Cooperative Demonstration Work in its Relation to Rural Improvement*. U. S. Department of Agriculture, Bureau of Plant Industry, Circular No. 21 (Washington: Government Printing Office; 1908). Su propuesta para mantener bajo control parcial a la nueva plaga, radicaba en practicar una “agricultura limpia”, arar en otoño y asear las cercas, virtudes que disminuían la sobrevivencia de los gorgojos durante el invierno. En temporada de crecimiento, el cultivo tenía que comenzar con buenas semillas incitadas por fertilizantes para que crecieran más rápido y así evadir la plaga. Sin embargo, el modelo del Departamento fracasó entre los agricultores locales que no se convencieron de su éxito.

En el mismo año (1903), en Nueva York, Frederick T. Gates (consejero de John D. Rockefeller) estableció un programa de educación pública llamado General Education Board para promover la educación especialmente en los estados del Sur *sin distinción de raza, sexo o credo*. Pero cuando Gates intentó buscar oportunidades para promover el programa se encontró con que los ingresos de muchas granjas sureñas<sup>42</sup> eran de \$150 dólares al año en contraste con el millón de dólares que producían las regiones agrícolas de Iowa, por tanto, el gobierno del Sur “no contaba con dinero” para invertir en educación pública de calidad. Después de dos años de pensar en una estrategia para incrementar los ingresos rurales de los estados del sur, Gates encontró a Seaman A. Knapp, y con él, la respuesta que había estado buscando. Se acordó una reunión en Washington para hablar de su posible unión. Ambos estaban de acuerdo en que una educación de calidad en el sentido agrícola sería la mejor medida para incrementar los ingresos rurales, sin embargo, el dinero federal no podía ser utilizado para establecer

---

42 Los agricultores representaban el 85% de la población de los estados del sur

trabajos demostrativos, pero sí para *combatir a un diablo interestatal como el gorgojo algodonero, por ejemplo*.<sup>43</sup> Idearon un plan mediante el cual pondrían el dinero del Departamento de Agricultura en el programa de General Education Board y expandir la campaña de granjas agrícolas demostrativas en los estados que el gorgojo algodonero aún no invadía. El contrato fue firmado en Abril de 1906 (Cobb, 1956).

Entre 1906 y 1914 el trabajo se extendió a ocho estados sureños sin restricciones por parte de los fondos federales. Los agentes demostrativos incrementaron hasta haber uno por cada condado cubierto en la campaña trabajando con agricultores. Además las mujeres fueron entrenadas para enseñar “artes del hogar” a las campesinas, organizar clubes de conservas entre las niñas y clubes de maíz para los varones (*schoolmen*). Un grupo de agentes negros (*Negro agents*) fueron entrenados para trabajar con agricultores de su *misma raza*. Seaman Knapp murió en 1911, su idea logró que en 1914 el Congreso estableciera el Servicio de Extensión del Departamento de Agricultura (Extension Service of the Department of Agriculture) para poner el plan Knapp en operación activa en todos los condados de la frontera de Estados Unidos con México (Cobb, 1956).

Por otro lado, mientras las demostraciones agrícolas de Knapp estaban en su apogeo, el estado de Carolina del Norte se vio azotado por fuertes infestaciones de anquilostomiasis, una enfermedad causada por nemátodos intestinales. La enfermedad era conocida, entendida y atendida por los médicos; es decir había una cura segura a la mano, sin embargo, para Gates y Rockefeller significó una

---

43 En correspondencia: Knapp: “Schools, should follow as the sequece of greater earning capacity, and should not be planted by charity to become a tax on poverty”; Gates: “Why cannot your demonstration work be extended to all the states of the South?; Knapp: Because, federal money cannot be used except to fight an interestate evil like the boll weevil, for example”

oportunidad a la que no podían resistir<sup>44</sup> *todo lo que faltaba eran medios para convencer a los sureños de la importancia de la enfermedad y ponerlos en acción.* Para lograrlo, Gates contactó con Charles W. Stiles, un físico que había estado tratando de combatir la enfermedad prácticamente sólo durante años. Establecieron entonces un programa de asistencia técnica a larga escala de salud pública, y Gates creó una nueva agencia para combatir la anquilostomiasis como primer tarea. Rockefeller Sanitary Comission comenzó a operar en 1909 financiada por Rockefeller y dirigida por el Dr. Wickliffe Rose (Cobb, 1956).

La cruzada en contra de la anquilostomiasis del Dr. Stiles había tenido muchísima oposición popular, principalmente en el sur a causa de la promoción hecha por el periódico local, sin embargo cuando se anunció la apertura de la Comisión Sanitaria de Rockefeller, incrementó el furor público después de que el publicista y editor de “News and Observer” en Raleigh, Carolina del Norte, Josephus Daniels, regresara de una entrevista sostenida entre él y Stiles con un punto de vista “diferente”, aplaudiendo que John D. Rockefeller financiara la Comisión, por tanto las propuestas de Stiles (<http://rockefeller100.org/exhibits/show/agriculture/mexico>)

En 1904 Daniels conoció a John A. Ferrel, un joven superintendente escolar de North Carolina, cuando Josephus Daniels ayudó a Ferrel en algunos litigios destinados a mejorar el sistema escolar del condado. Posteriormente Ferrel abandonó el campo educativo e ingresó a la licenciatura de medicina en la misma universidad en 1907, donde se convirtió en uno de los primeros miembros del personal contratados por Wickliffe Rose para la Comisión Sanitaria en 1910. En 1913 la Comisión, absorbida por la Fundación Rockefeller con el establecimiento de ésta en el mismo año, se convirtió en el núcleo

---

44 *An offer they cannot refuse*

del International Health Board (permaneciendo muchos miembros como Rose en la dirección), de la que posteriormente Ferrel se encargaría (<http://rockefeller100.org/exhibits/show/agriculture/mexico>).

Hasta este punto podemos inferir que los programas de asistencia técnica eran el nuevo *modus operandi* de la Fundación Rockefeller. Cabe destacar que estos programas no sólo se llevaron a cabo en cuestiones de salud y agricultura, también en energía y medicina nuclear durante y después de la Guerra Fría que partieron del discurso histórico de Eisenhower “Átomos para la Paz”. A pesar de la importancia que tiene la implementación de programas de asistencia técnica en materia de energía nuclear alrededor del mundo, no profundizaré en el tema, sin embargo es importante tenerlos en cuenta como parte de las actividades que se llevaron a cabo en la época por los mismos actores que establecerían el Programa de Agricultura en México bajo el mismo discurso del progreso y con puntos o reglamentaciones de partida análogos.

Es claro que la campaña contra la anquilostomiasis representó el arquetipo de una segunda opción de programas de asistencia técnica, el primer modelo fue la campaña de granjas demostrativas. Ambos programas resultan importantes en la influencia subsecuente con la que se estableció el Programa Mexicano de Agricultura, no sólo porque solo arquetipos se establecieron con los mismos fundamentos que aprovechan el pánico de la gente causado por los mismos agentes, sino porque como herramienta fundamental de post-colonialismo, estas doctrinas “filantrópicas” tendieron a abanderarse con el mito del progreso; a edificar centros de investigación que también rotularon con el mismo discurso y que a pesar de que los programas que los construyeron declinasen, estos seguirían en pie como instituciones nacionales generadoras del conocimiento, enseñando a generaciones enteras de estudiantes a actuar bajo la misión acrítica, visión progresista y objetivo imperialista que cuando se establecieron como

centinelas de la paranoia gringa del siglo XX para evitar que el comunismo se expandiera al resto de América Latina (Fig. 3).

Los lineamientos establecidos para la operación de los nuevos programas de asistencia técnica adoptados por la Comisión Sanitaria de Rockefeller (que fueron los mismos para implementar el Programa Mexicano de Agricultura) fueron:

1.- **Operación directa:** Esto quiere decir que en lugar de dar dinero a otra agencia para hacer el trabajo, como hizo el Departamento de Agricultura con General Education Board, la Comisión creó su propio *staff* de médicos y técnicos, asignándoles la operación y organización de campañas educativas de salud y tratamientos clínicos requeridos para combatir enfermedades.

2.- **Trabajar conforme a lo establecido por las agencias;** esto significa que trabajarían a través de las agencias gubernamentales y cuando fuera necesario crear una nueva agencia, todos los esfuerzos serían para otorgarle reconocimiento y autoridad oficial.

3.- Este punto fue desarrollado después de que la Comisión se convirtiera en International Health Board. La **continuidad de los esfuerzos.** Es decir, la creación un un *staff* permanente reclutando constantemente miembros con carreras a fines al programa, y establecer grupos de gente entrenada con potencial de aumentar habilidades y capacidad técnica conforme su experiencia incrementara, para que así, en caso de ser necesario, se pudieran desplegar al mundo para “*luchar las batallas*” de la salud pública<sup>45</sup>.

---

45 Siempre hablan de salud y educación públicas, pero recordemos que sólo era un discurso filantrópico para justificar una nueva forma de intervención.

4.- Una contribución única de International Health Board fue el **principio de las tropas de choque** (*shock troop*), en la que los miembros con mayor entrenamiento y experiencia eran usados para romper las líneas enemigas. Para lograrlo había un programa de entrenamiento militar en donde los miembros del personal, una vez que llegaban al nuevo escenario, escogían a los mejores ayudantes y después por medio de clases de formación locales, becas y estudio formal, desarrollarían sus habilidades hasta el punto de poder encargarse de toda la campaña.

5.- El principio final y el más importante era el **anonimato**. En palabras de Rose “*la Comisión tratará de ocultarse detrás de su trabajo y de mantener al frente las agencias locales a través de las cuales realizará el trabajo*”.<sup>46</sup>

La estilización de los métodos mediante operaciones a escala piloto, fue realizada en algunos países del Caribe y América Central (primero fue Brasil, luego México y después Perú); durante tres décadas se condujeron una serie de campañas contra las enfermedades y la ignorancia en todo el mundo. Ferrel fue el director de las ecuaciones en salud pública en Canadá, Estados Unidos y México durante los veinte y treinta. Josephus Daniels (el dueño y editor del periódico local de Carolina del Norte, “*News and Observer*”) se convirtió en Secretario de la Marina durante la administración de Woodrow Wilson; posteriormente Roosevelt lo nombró embajador de Estados Unidos en México, donde vivió con su esposa durante nueve años (Taibo, 2015).

---

46 [...] *the Comission will seek to hide itself behind its work and to keep to the front the local agencies through which the work is being done* [...] (Cobb, 1956)

En 1923 John D. Rockefeller, Jr., estableció el International Education Board para promover actividades similares a las que se habían estado llevando a cabo en EEUU pero en países extranjeros. El director siguió siendo Wickliffe Rose, quien lanzó programas de ciencias naturales, humanidades y agricultura. Una vez que Rose se retiró (1928), estos programas fueron absorbidos por la Fundación Rockefeller y el programa International Education Board continuó como una entidad “separada”. El trabajo de agricultura de IEB fue dirigido por Albert R. Mann, decano de New York State College of Agriculture of Cornell University, quien se ausentó por dos años de su cargo para dirigirlo. En esencia se dedicó a trabajar sobre tres ejes principales: demostraciones agrícolas; becas en agricultura para preparar a futuros profesores, investigadores y administrativos; y fortalecimiento de las instituciones.

El programa también trabajó en Dinamarca, Noruega, Hungría, Edimburgo y China. En este último país el proyecto fue continuado por la Fundación, donde edificaron estaciones centrales de experimentación y muchas subestaciones cooperativas en áreas como mejoramiento de plantas, investigación en cereales, frijoles, entre otros cultivos; así como cría de animales, medicina veterinaria, y control de plagas. Mann regresó a Cornell después de dos años, pero en 1936 volvió a NY a hacer el estudio de los problemas que presentaba General Education Board (pero ahora como vicepresidente). En 1941 tomó posesión del programa mexicano (Cobb, 1956).

#### **4.2.2. Revolución verde: origen, desarrollo y desenlace**

El comienzo de los programas de salud de la Fundación Rockefeller en México fue en 1919. Consistió en unidades móviles del programa impulsando campañas contra la fiebre amarilla, malaria, anquilostomiasis, y viruela entre otras (como las dirigidas a programas de medicina nuclear). En 1923 para coordinar el trabajo y dar continuidad a las unidades cooperativas que el gobierno mexicano

facilitó, el Programa estableció el puesto de Residente Representativo, enviando como primer titular a un médico llamado Andrew J. Warren. Los dos Residentes Representativos que figuran en el establecimiento del programa de agricultura son Charles A. Bailey y George C. Payne, quienes permanecieron en la Ciudad de México de 1932 a 1949, y de 1940 a 1946, respectivamente.<sup>47</sup>

En la década 1930 John A. Ferrel, director asociado de International Health Division (IHD) intentó convencer a las autoridades de Fundación Rockefeller para iniciar un programa de agricultura en México (primero en 1933, luego en 1935 y finalmente en 1936), pero la Fundación estaba enfocada en Europa y China, de donde tiempo después tuvo que abandonar sus proyectos a causa de la Segunda Guerra Mundial ([http://www.livinghistoryfarm.org/farminginthe50s/crops\\_14.html](http://www.livinghistoryfarm.org/farminginthe50s/crops_14.html)). En 1933 Ferrel se comunicó con el Ministro de Agricultura mexicano, Francisco S. Elias, para hablar sobre proyectos de irrigación en el norte del país, estableciendo como una necesidad la urgencia de mejorar las prácticas agrícolas para elevar los estándares económicos de la gente. Pese a que no hubo sugerencias de que la Fundación cooperara en ello, al ministro de agricultura le había gustado la idea de comenzar a entrenar personal mexicano y de coordinar actividades gubernamentales en materia de agricultura y salud, incluyendo viviendas, nutrición y saneamiento. Sin embargo Ferrel no hizo propuestas de acción específicas.

Seis días después de que Ferrel saliera del país, el embajador de Estados Unidos, Daniels y su esposa, llegaron a la Ciudad de México para asumir sus puestos. Posteriormente Ferrel regresó a México a visitar la Escuela Nacional de Agricultura. En 1935, Ferrel regresó a México para sostener

---

<sup>47</sup> Durante los años veinte y treinta, más de 600 trabajadores de la salud mexicanos, enfermeras públicas, e inspectores sanitarios recibieron cursos intensivos técnicos en las Estaciones de Campo de Entrenamiento operadas por la Fundación. Aproximadamente 56 médicos, enfermeras e ingenieros sanitarios estudiaron en el extranjero con becas de FR, y 21 de ellos recibieron viáticos (<http://rockefeller100.org/exhibits/show/agriculture/mexico>)

largas visitas con Daniels, pero ahora en esfuerzo formal de persuadir a la Fundación para extender su programa agrícola en México. Ambos percibían en la escena mexicana fuertes reminiscencias con el Sur de los Estados Unidos en las décadas de reconstrucción agraria: en ambas regiones predominaba la *población rural, tierra gastada y agricultura con métodos primitivos*, además las dos tenían *carencia de medios de apoyo para sistemas educativos o de servicios técnicos* lo cual podría ser *resultado de un círculo vicioso de pobreza e ignorancia; población creciente y poca capacidad para alimentarla; poca tecnología agrícola...*en fin, veían al tercer mundo a flor de piel y en tiempos post-revolucionarios (Cobb, 1956).

Acordaron adaptar el método demostrativo de Knapp para idear el plan mexicano del que estaría encargado Ferrel. La formulación dependía en gran medida de programas de becas de entrenamiento,<sup>48</sup> y anticipó que el plan podía ser desarrollado de acuerdo a los siguientes pasos (<http://rockefeller100.org/exhibits/show/agriculture/mexico>):

- A. Familiarizar a los funcionarios públicos con lo que había estado ocurriendo en EEUU mediante reportes, publicaciones y otros materiales.
- B.- Invitar a un pequeño grupo de mexicanos a estudiar el trabajo que se estaba haciendo y que podría estar en camino en EEUU.
- C.- Dar algunas becas escolares y de entrenamiento a mexicanos para que estuvieran seis o nueve meses en EEUU o en cualquier otro lugar estudiando procedimientos
- D.- A su regreso a casa, los compañeros buscarían desarrollar programas adaptables a las condiciones mexicanas, en algunas áreas pequeñas seleccionadas con propósitos de demostración, y con intentos de llevarlas a cabo.

---

48 Ferrel previó un presupuesto de \$25,000 a \$100,000 dólares por año (Cobb, 1956)

E.- Los presupuestos cooperativos, similares a aquellos en materia de la salud, deberían ser obligatorios por periodos de dos a cinco años.

Por su parte, Daniels le escribió una larga carta a su buen amigo Raymond B. Fosdick, un administrador (*trustee*) de Rockefeller Foundation, en la que básicamente lamentaba que la Fundación no le destinara *ni tantito* a México pero a China (más de 35 000 000 USD) y a países Europeos sí. Por lo tanto, “preocupado por la situación del país vecino”, pedía más ayuda por parte de la Fundación y si él (Daniels) pudiera ayudar en algo, lo haría *de todo corazón*. Sin embargo, al final del verano, tal parecía que a la Fundación seguía sin estar muy entusiasmada con la idea de invertir en México. No fue hasta 1936 que Raymond B. Fosdick tomó la presidencia de Rockefeller Foundation y Ferrel y Daniels entraron en acción (Cobb, 1956).

En correspondencia y en cuanto a la revisión del plan, Ferrel apuntó que no tenía intereses en madurar otro proyecto que no fuere de salud pública, y que conocía a dos o tres personas calificadas que podían ser enviadas a estudiar los problemas agrícolas y las posibilidades de construir un programa. Daniels aceptó y expresó su interés en probar también con programas de agricultura. No obstante Daniels tenía en mente otra preocupación: el petróleo mexicano.

No es sorpresa que en el documento publicado por Rockefeller no haya mucho material disponible en cuanto a sus verdades incómodas. Empero a ello estos secretos a voces, que terminaron en la expropiación petrolera durante el Cardenismo en México, son de dominio histórico y público, pero también han sido omitidos de la memoria colectiva. La Fundación Rockefeller mantuvo el monopolio de extracción, refinamiento, producción y transporte de petróleo a escala mundial bajo la empresa

Standard Oil Company desde 1866 hasta 1911 que se la Suprema Corte de EEUU ordenó su desarticulación acusándola de monopolio ilegal de crudo. [Vale la pena hacer un pequeño paréntesis en esta parte]:

Esta desarticulación en realidad fue un tanto superficial, ya que durante el lapso de gemación de la compañía, hubo tiempo suficiente para que “Rockefeller et al.,” estableciera sucursales frateras en los estados de Ohio, New Jersey, y New York en EEUU, Standard Oil, donde se fragmentó en Standard Oil Co. of Ohio; Standard Oil Co. of New Jersey -SOCONJ- ; y Standard Oil Co. of New York -SOCONY-; todas en 1911.<sup>49</sup> En el Medio Este, desde 1906 vendían reservas de crudo y poco después de que la Suprema Corte de USA acusara a la compañía de monopolizar el negocio petrolero, en 1931 Socony-Vacuum (Stanvac) abrió su primer terminal de combustible en Alejandría. También hicieron exploraciones en Palestina antes de que la Guerra estallara (De Novo, 1963). En el sureste asiático la compañía proveía de keroseno a China desde 1890. La empresa Standard Oil in China después se convirtió en North China Division of Stanvac en 1933 y estableció base en Shangai, donde eran dueños de embarcaciones incluyendo barcos de motor, barcos de vapor, lanchas, remolcadores y buques de cisterna. (Anderson, 1975; Cochran, 2000).<sup>50</sup> La compañía Stanvac operó en 50 países desde el Este Africano hasta Nueva Zelanda antes de que se disolviera en 1962.

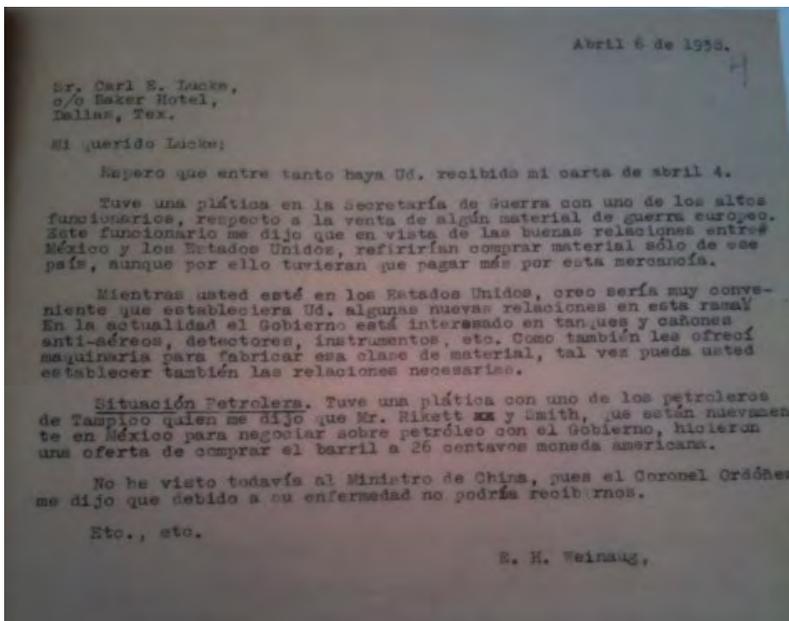
En México, las empresas norteamericanas petroleras incursionaron pocos años después de que John

---

49 Eventualmente, SOCONJ se convirtió en Exxon (1973) y después en ExxonMobil (1999) y en el mayor productor de petróleo en el mundo cuando compró el 50% de las acciones de Humble Oil & Refining Co., una productora y refinera texana. En 2011 la compañía hizo exploraciones en aguas profundas del Golfo de México para la extracción de crudo. (<http://corporate.exxonmobil.com/en/company/about-us/history/overview>) Por su parte SOCONY adquirió el 45% de las acciones de la empresa texana de refinería, mercado y transporte de pipas de petróleo Magnolia Petroleum Oil en 1925; posteriormente, en 1931, Socony se fusionó con Vacuum Oil Co., y en 1959 Magnolia fue completamente incorporada a Socony-Vacuum, transformándose en Mobil Oil Corporation (Rosenbaum, 1998).

50 Antes del Pearl Harbor, Stanvac fue la inversión más grande de EEUU en Asia (Cochran, 2000)

Rockefeller fundara Standard Oil . En 1869 los ingenieros estadounidenses Samuel Fairburn y George Dickson instalaron la primera refinería en Veracruz, terminada en 1886 y que llevó por nombre "El Águila". En el mismo año Henry Clay Pierce creó la compañía Waters Pierce Oil -subsidiaria de Standard Oil of New Jersey de John Rockefeller- y construyó en el puerto de Veracruz una refinería con capacidad de procesamiento de 500 barriles diarios. Al año siguiente (1887) el gobierno de Porfirio Díaz autorizó a Waters Pierce Oil la construcción de una pequeña refinería en Tampico, Tamaulipas, que importaba petróleo de Estados Unidos para satisfacer la demanda de combustible de los ferrocarriles (<http://eleconomista.com.mx/antipolitica/2014/03/18/reapropiacion-petrolera>; Pinedo, 2005).



Las petroleras extranjeras apenas pagaban regalías. Tras la primera fase de la Revolución Mexicana, el presidente Francisco I. Madero impuso por primera vez el pago de 20 centavos de dólar por tonelada de crudo. Antes de la expropiación petrolera el precio por barril de

petróleo era de 26 centavos de dólar (Fig. 2. Archivo General de la Nación. *Armas y Parque. Correspondencia entre los señores Darl E. Lucke y E. H. Weinauge sobre la compra-venta de...* Oficina de Información Política y Social. Agosto de 1938- Agosto de 1939. Caja 109; F51.).

El descontento del mexicano no sólo radicaba en los precios miserables a los que se vendía el barril

de petróleo, sino que las compañías petroleras (Pierce Oil Co., y el Aguila) se negaban a negociar con el sindicato de petroleros los salarios, jornadas laborales y prestaciones que los obreros reclamaban. Las instalaciones de las empresas extranjeras prácticamente estaban custodiadas por ellas mismas; no podían entrar ni la autoridad ni el ejército mexicanos. En suma, Lázaro Cárdenas había insistido en las organizaciones populares, hechos que conllevaron a protestas masivas por parte de los trabajadores y posteriormente a la Expropiación Petrolera en 1938 (Taibo, 2015).<sup>51</sup>

Josephus Daniels era de izquierda moderada roosveltiana y demócrata progresista de hueso colorado. Apoyaba el voto de la mujer, así como la educación y trabajo públicos; se oponía al KKK pero del lado conservador ya que creía en la supremacía blanca; y cuando Cárdenas expropió la industria petrolera, Daniels se puso “contento” (Taibo, 2015). Para ser estadounidense y de esa época Daniels no era tan...fascista; sin embargo, sus circunstancias sociales, temporales, y espaciales, lo situaron en un lugar que, a pesar de sus buenas intenciones, los resultados fueron como una intervención neocolonial por parte de los Estados Unidos a México.

La situación con Lázaro Cárdenas había dejado un tanto descontentas a las compañías americanas, hecho que se evidenció cuando USA dejó de comprarle plata a México y que después, cuando Truman (el predecesor de Roosevelt) entró en paranoia con el “proyecto socialista” de Cárdenas<sup>52</sup> e intervino junto con Manuel Ávila Camacho para reivindicar a la nación. Es un hecho que México atravesaba por

---

51 Hoy en día, después de muchos cambios de nombre y de puertas giratorias entre los directivos con otras compañías, Standard Oil Co. aún existe y opera desde ExxonMobil, Chevron Corp., y BP (British Petroleum), los tres grandes monopolios de la industria petrolera. Ustedes pensarán que ya estoy desvariando y me los estoy llevando entre las patas, pero no mis queridos, ellos nos llevaron derecho a lo que Dante nunca imaginó que existiría cuando escribió *La Divina Comedia*: el Tercer Mundo a la mexicana, ese pobre diablo que está [...] *tan cerca de los Estados Unidos*, tan miserable, tan colonizado una y otra vez y otra vez y otra vez, tan bonito y tan violado. México lindo y vendido.

52 Expropiación petrolera, nacionalización del ferrocarril, creación de las Escuelas Normales Rurales, reparto de tierras (20 millones de hectáreas).

épocas difíciles, pero no era que necesitara de reformas estructurales para estabilizarse económicamente, simplemente requería de tiempo y que el gobierno siguiente mantuviera la misma métrica. El caos económico que presentaba México se venía arrastrando desde el decaimiento de la Revolución Mexicana y no por el proyecto de Cárdenas.

Ejemplo de lo anterior se puede constatar cuando observamos que durante épocas de la Revolución, la frontera de Estados Unidos con México había aumentado económica y urbanamente en menos de diez años debido a la implementación de la irrigación masiva en Valle Imperial, programa que como consecuencia tuvo la creación de un sistema ferrocarrilero que cruzaba desde California hasta Chicago para transportar los productos del Valle, y que en menos de cinco años se convirtió en un *boom* económico en USA.

Estos sucesos significaron una fuente de empleo seductora para los mexicanos porque del otro lado de la frontera se requería mano de obra masiva para aplanar la tierra y construir el ferrocarril, así como construir los rieles del mismo, trabajo agrícola y minero (producción de balas, tanques y armamento militar), en la industria petrolera (que abundaba en Texas y ya hemos dicho por qué),<sup>53</sup> y la construcción de pequeñas ciudades que crecían por la demanda laboral; hechos que contribuyeron al principio de oleadas migratorias persiguiendo el sueño americano y un mayor decaimiento económico del país en sus regiones fronterizas con EEUU.<sup>54</sup> En el mismo contexto, las relaciones diplomáticas entre los dos países no habían sido muy buenas durante los años anteriores (Francisco Villa y Lázaro Cárdenas eran El Tema), y como la silla presidencial en México acababa de cambiar de actor, era el

---

53 Después del contrabando de armas comenzado en la frontera México-Estados Unidos durante la Revolución, con la implementación de la industria minera y petrolera, nace la industria armamentista en USA.

54 Regiones visitadas por los diplomáticos estadounidenses cuando se elaboró el documento *The Background of the Mexican Agricultural Program* y que hablaban de un México carente de la piedad gringa.

momento preciso para que se restablecieran las relaciones y acuerdos, no sólo diplomáticos sino públicos.

Al esclarecer las razones por las que los dos países habían tenido tensiones durante las décadas pasadas se puede inferir que fue por eso que la Fundación Rockefeller y el gobierno de EEUU esperaron (entre otros motivos también importantes como la I y II Guerra Mundial) un mejor momento (y un jefe de Estado Mexicano más conveniente) para conducir más abiertamente sus programas de asistencia técnica.

Es decir, fue hasta 1940 (año en el que Ávila Camacho sube a la presidencia) que Rockefeller volvió a ver al país de forma más atractiva. A pesar de que Roosevelt le financiara la guerra a Stalin, cuando Truman subió al poder, poco a poco se fue alejando de la URSS y acercando a Ávila Camacho (Correspondencia secreta de Stalin con Churchill, Attlee, Roosevelt y Truman, durante la Gran Guerra patria de 1941- 1945 / [bajo la dirección del Ministerio de Relaciones Exteriores de la U.R.S.S.]

COPIA.

2

México, D. F., El 21 de diciembre de 1938.

Sr. General de Brigada Gabriel Guereña,  
Jefe de Operaciones del Estado de Querétaro,  
Querétaro, Gro.

Muy estimado señor General:

Confirmando nuestras diversas conversaciones en relación con fondos para la futura campaña electoral, amigos míos en New York están dispuestos a proporcionar dinero a cualquier candidato a la presidencia que combatirá el comunismo en México. Al llegar el tiempo oportuno, mucho agradeceré a usted me indique si el candidato en cuestión está interesado en recibir ayuda, tanto financiera como por medio de la prensa extranjera.

Esperando sus gratas noticias, quedo de usted amigo,  
atto. y S. S.

(firmado:) Ernst Weinaug.

P.S.: Me permití enviarle por entrega inmediata un paisano mío.

---

Notas: Es intermediario entre los "amigos de New York" y el Sr. Weinaug es un Sr. Henry J. Bellingham.

El "candidato en cuestión" parece serlo el Gral. Ávila Camacho.

El "paisano" de la postdata es un obsequio.

Figura 3. Archivo General de la Nación. *Armas y Parque. Correspondencia entre los señores Darl E. Lucke y E. H. Weinauge sobre la compra-venta de...* Oficina de Información Política y Social. Agosto de 1938- Agosto de 1939. Caja 109;F51.

Parte de los nuevos acuerdos diplomáticos con EEUU que Camacho tenía pensado eran “modernizar el campo mexicano e impulsar la economía” y “revolucionar las instituciones”, haciendo al México más abierto (y dependiente) a la ayuda del país vecino. El vicepresidente de los Estados Unidos, Henry A. Wallace, un experimentado productor de maíz en Iowa, se reunió en 1940 con Ávila Camacho para comenzar los planes de la introducción de programas de mejoramiento de maíz y trigo en México (<http://rockefeller100.org/exhibits/show/agriculture/mexico>). En un principio las intenciones de Wallace eran que México comenzara a usar las variedades híbridas de maíz recientemente

desarrolladas en EEUU para que el país pudiera resolver su situación alimentaria (The Rotarian, 1951).

A pesar de que el país no era técnicamente superpoblado en términos de la relación de personas a masa de tierra, los comisionados de la FR percibían “hambre galopante y pobreza” debido a que los niveles de producción de alimentos eran de calidad inferior (Cobb, 1956).

Cuando Wallace hizo su visita oficial a México, llegó hablando con un español fluido. Su discurso fue dirigido más a las poblaciones campesinas que a la presidencia, evidenciando, claro, su acercamiento a la agricultura y preferencia por el maíz híbrido que había “resultado exitoso” en EEUU después de la “crisis agraria” por la que había pasado (<http://rockefeller100.org/exhibits/show/agriculture/mexico>). Logró que el pueblo mexicano se identificara en cierta forma con él. Antes de llegar, Wallace sugirió que el trabajo de agricultura, debía operar bajo un subsidiario diferente porque los mexicanos asociarían The Rockefeller Foundation con compañías de petróleo americanas, por lo que establecieron conexiones directas con el gobierno mexicano para fundar centros de investigación con el dinero federal pero apadrinados por Fundación Rockefeller y la USDA (Cobb, 1956).

Detrás de bastidores, Ferrel y Daniels se encontraron a principios 1941 en Raleigh para reanudar lo que habían dejado pendiente desde el primer viaje de Ferrel a México en 1935. Como embajador Daniels “sentía la responsabilidad de resolver los conflictos más relevantes entre su país y México”, y acostumbrado a negociar con el gobierno mexicano adoptó el rol diplomático aquí y publicista del otro lado en su periódico; Ferrel era el contacto entre la Fundación Rockefeller, la USDA, el periódico de Daniels y el gobierno de EEUU; y Wallace, como vicepresidente de los Estados Unidos, representaba la

cara pública con dominio del español... Finalmente se acordó el plan último de acción del Programa Mexicano de Agricultura y con él se marcó el inicio de la Revolución Verde -a la mexicana-.

### 4.2.3. Revolución a la mexicana

Durante la primavera de 1941, el Dr. Harry Milton Miller, director asistente de la División de Ciencias Naturales de Fundación Rockefeller (1934-1946)<sup>55</sup> visitó México y estableció el primer contacto público entre FR y muchos líderes mexicanos de agricultura (Ing. Marte Gómez R., Secretario de Agricultura; Ing. Alfonso González Gallardo, Subsecretario de Agricultura; Ing. Lierda, Oficial Mayor de la Secretaría; Ing. Edmundo Morillo Safa, cabeza de la Dirección General de Agricultura; Ing. Dario Arrieta L., de la sección de enfermerías; Ing. Edmundo Taboada, de la Sección de Campos Experimentales; e Ing. Eduardo Limón, director de las Estaciones Experimentales en León). La segunda visita a México la hizo unos días antes de que la Fundación enviara a la Survey Commission en el mes de Julio.

El equipo de expertos enviados por Fundación Rockefeller para elaborar un estudio de reconocimiento del campo mexicano fueron los profesores de agricultura Elvin Stakman (University of Minnesota),<sup>56</sup>, Paul Mangelsdorf (Harvard University),<sup>57</sup> y Richard Bradfield (Cornell University)-<sup>58</sup>, que en su reporte

---

55 Dr. Harry Milton Miller Jr. (1895-1980) trabajó para la Natural Sciences Division de Rockefeller Foundation como fellowship administrator (1932-1934), assistant director (1934-1946), y director asociado (1946-1950).

56 Conocido por su amplio trabajo con variedades de trigo y su relación con los diferentes tipos de roya (<http://science.sciencemag.org/content/207/4430/516.4>)

57 La preeminencia de Mangelsdorf como científico es identificada con su trabajo básico en el origen del maíz así como el trabajo práctico en mejoramiento del mismo (Sehgal, 1985)

58 Doctorado por Ohio State University en química. Su contribución fue demostrar que la estabilidad química del suelo -su resistencia a cambios repentinos de acidez o alcalinidad- descansa en el hecho de los coloides del suelo se comportan como ácidos débiles, actuando como agentes bufferizantes. (<http://ecommons.library.cornell.edu/handle/1813/17813>)

subsecuente recomendaron empezar el programa “desde abajo” con escuelas de agricultura y trabajos de extensión, porque según ellos México no contaba con escuelas especializadas en agricultura.<sup>59</sup> En 1943 la FR hizo formal acuerdo con el gobierno mexicano sobre el establecimiento de un nuevo departamento, la Oficina de Estudios Especiales -dependiente a la Secretaría de Agricultura y Ganadería previamente fundada por Stackman- para coordinar el programa.

El nuevo líder del programa J. George Harrar inauguró su participación en FR con este nuevo proyecto, posteriormente se convirtió en director de la Fundación. Los miembros incluyeron a Edwin J. Wellhausen (cirador de maíz), William E. Colwell (especialista en suelo), John Niederhauser (criador de papas) y a Norman E. Borlaug (fitopatólogo). Con sede en la Ciudad de México, el Programa Mexicano de Agricultura condujo experimentos de campo y programas de entrenamiento en la Escuela Nacional de Agricultura de Chapingo (<http://rockefeller100.org/exhibits/show/agriculture/mexico>).

El Programa Mexicano de Agricultura tomó como pantalla principal -y oficial, por lo menos en su página de internet- el maíz debido a su importancia en la dieta mexicana. Wellhausen colectó alrededor de 800 variedades de maíz mexicano, probó el comportamiento de cada una de ellas bajo diferentes

---

59 Según la página de Rockefeller Foundation, México no contaba con escuelas ni docentes especializados en agricultura, sin embargo, la Escuela Nacional de Agricultura (ENA) fue fundada oficialmente el 22 de febrero de 1854 en el Convento de San Jacinto, D.F. Posteriormente, en 1923 el presidente Álvaro Obregón expropió la Hacienda de Chapingo, que pertenecía a la familia del expresidente de México (1880-1884) Manuel González Flores, con el propósito de construir ahí una universidad agraria. La ENA se trasladó a la Hacienda de Chapingo, donde inició sus actividades el 20 de noviembre de 1923 y adoptó el lema “*Enseñar la explotación de la tierra, no la del hombre*”. Para 1942, en relación con la política de admisión a la escuela, se estableció la Preparatoria Agrícola de tres años y la especialidad de cuatro (<http://www.chapingo.mx/web/rectoria/historia>). Por otro lado, en 1923 se fundó la Escuela Superior de Agricultura Antonio Narro en Saltillo, Coahuila; en 1932 se promulgó la Ley de Servicios Agrícolas, Enseñanza y Extensión, y se crearon viveros y campos experimentales, motivo por el que en 1936 se fundó la Oficina de Campos Experimentales como derivación del Departamento de Campos Experimentales. En 1940 la Fundación Rockefeller se incorporó a los programas de incremento de calidad y cantidad de los productos del campo y finalmente, en 1943 se creó la Oficina de Estudios Especiales (OEE) por parte de la Secretaría de Agricultura y Ganadería (<http://www.colpos.mx/wb/index.php/conocenos/linea-de-tiempo#.VxrSQa4-uBt>).

condiciones, incluyendo temperatura, precipitación, composición del suelo, y altitud. Se dio cuenta que la idea inicial de importar maíz proveniente de EEUU era imposible porque las variedades extranjeras podían fallar en el complejo clima de México. Pero con las colectas hechas por Wellhausen se lograron identificar las mejores variedades mexicanas y plantarlas juntas para que ocurriera una “polinización cruzada natural” (entre grandes comillas porque en condiciones realmente naturales dichas cruza tal vez nunca hubieran ocurrido), dando como resultado dos lotes de híbridos alternos que podrían volver a ser plantados en líneas entrecruzadas.

En 1946 Ávila Camacho decretó la Comisión Nacional de Maíz y llamó a Ramon Millán para dirigirla. Al año siguiente había diez variedades nuevas de híbridos de maíz disponibles; la primer semilla ampliamente distribuida, fue llamada Rocamex, en tributo a la colaboración Rockefeller-México (<http://rockefeller100.org/exhibits/show/agriculture/mexico>).

Cabe hacer un paréntesis para adentrarnos un poco a la historia del hombre que ganó el premio Nobel de la Paz en 1970 por sus aportaciones agrícolas a un “mundo con hambre”. El fitopatólogo Norman Borlaug era estudiante de Elvin Stakman en la Universidad de Minnesota.<sup>60</sup> En un principio las investigaciones del “Padre de la Revolución Verde” eran hechas para DuPont (empresa a la que prestaba sus servicios) en materia de bactericidas agrícolas, fungicidas, preservativos y microbiología industrial. Después del ataque en Pearl Harbor (1941), Borlaug intentó alistarse a la milicia, pero fue

---

60 Elvin Charles Stakman (1885-1979). Patólogo de plantas americano, profesor en la Universidad de Minnesota, pionero de métodos de identificación y combate de enfermedades del trigo. En 1938 en un discurso llamado “*These Shifty Little Enemies that Destroy our Food Crops*” discutió la manifestación de la roya, un hongo parásito que se alimenta de fitonutrientes, en los cultivos de trigo, avena y cebada. Desarrolló métodos de mejoramiento de plantas para hacerlas resistentes a la roya, e inspiró tanto a Borlaug que después de un tiempo entró a la Universidad de Minnesota a estudiar patología de plantas bajo la tutoría de Stakman. Posteriormente Stakman fue comisionado a México para realizar el “reconocimiento del campo”.

rechazado en virtud de las normas laborales en tiempos de guerra; posteriormente DuPont “cambió de rol” y se dedicó a la investigación de las fuerzas armadas de los Estados Unidos de 1942 a 1944, donde una de sus tareas fue desarrollar un pegamento que pudiera soportar el agua salada caliente del Pacífico sur.<sup>61</sup> Las cartas sitúan a Borlaug con una cercanía innegable no sólo a la escandalosa compañía transnacional DuPont,<sup>62</sup> sino a Eisenhower quien fue teniente en la expedición punitiva para atrapar a

---

61 Las fuerzas navales de Japón (Imperial Japanese Navy) habían atacado y tomado control de la base naval estadounidense, Pearl Harbor, y la patrullaban por vía aérea y marítima durante el día, por lo tanto, la única manera que las fuerzas norteamericanas podían suministrar a las tropas varadas en la isla era acercándose en la noche con una *speedboat*, y tirar cajas con municiones en el oleaje para que llegaran a tierra. El problema era que el pegamento mantuviera los contenedores cerrados y que éste no se desintegrara con el agua salada, pero el equipo de Borlaug logró la tarea

62 La empresa E. I. du Pont de Nemours and Company, referida como DuPont, es un conglomerado norteamericano fundado en 1802 como un molino de pólvora por Élèuthère Irénée du Pont. A principios del siglo XX producía dinamita y pólvora sin humo. Después de la muerte del presidente de la empresa Eugene du Pont en 1902, el director Charles Lee Reese centralizó los departamentos de investigación. Subsecuentemente la compañía adquirió muchas microempresas de la industria química. Después de ser acusada de monopolizar la industria de explosivos, la corte ordenó que la empresa se desarticulara. Lo anterior dio como resultado la Hercules Powder Company (después Hercules Inc. y ahora parte de Ashland Inc.) y la Atlas Powder Company (comprada por Imperial Chemical Industries -ICI- y ahora parte de AkzoNobel) (The DuPont Company". Delaware Historical Society. Retrieved March 29, 2006.). Sin embargo, DuPont conservó la patente de los polvos de base sencilla de nitrocelulosa mientras que Hercules retuvo la de polvos de base doble para combinar nitrocelulosa y nitroglicerina. Posteriormente DuPont desarrolló la línea de pólvora sin humo para la mejora de rifles militares (Davis & Handloading, 1981). En las décadas de los veinte y treinta, DuPont contrató a Wallace Carothers para trabajar con polímeros (1928); Carothers desarrolló el neopreno, el nylon y el teflón. En 1935 la empresa introdujo la fenotiazina como insecticida. En la Segunda Guerra Mundial (1941-1945, años en los que Borlaug trabajó para la empresa como inventor y manufacturero del nylon), DuPont ayudó a la producción de materias primas para los paracaídas, powder bags ("Hosiery Woes", 1942. En [https://web.archive.org/web/20140212215438/http://invention.smithsonian.org/centerpieces/whole\\_cloth/u7sf/u7images/act4/woes.html](https://web.archive.org/web/20140212215438/http://invention.smithsonian.org/centerpieces/whole_cloth/u7sf/u7images/act4/woes.html)), y neumáticos, ("Hosiery Woes"1942). También participó en el Proyecto Manhattan en 1943 diseñando, construyendo y operando la planta productora de plutonio Hanford en el mismo estado. En 1950 participó en la construcción de la Savannah River Plant, South Carolina como parte de los esfuerzos para crear la bomba de hidrógeno -sí, bomba-. Después de la guerra, la compañía desarrolló Mylar, Dracon, Orlon y Lycra (1950), Tyvek, Nomex, Qiana, Corfam y Corian (1960). En la Segunda Guerra Mundial el nylon balístico de DuPont fue utilizado por la fuerza aérea británica para hacer chalecos antibalas. En 1981 la empresa compró Conoco Inc., la compañía de gas natural y petróleo más grande de norteamérica, que le daría los recursos petroleros necesarios para manufacturar los suficientes productos plásticos y de fibra. En 1999 DuPont vendió sus acciones en Conoco que se fusionó con Phillips Petroleum Company, y adquirió la compañía semillera Pioneer Hi-Bred ([http://articles.philly.com/1995-04-07/business/25684271\\_1\\_dupont-stake-seagram-shareholders-seagram-president](http://articles.philly.com/1995-04-07/business/25684271_1_dupont-stake-seagram-shareholders-seagram-president)). Del año 2000 al presente, la empresa tiene sus negocios organizados en cinco “plataformas”: tecnologías electrónicas y de comunicación, materias primas, recubrimientos y tecnologías de color, seguridad y protección, y agricultura y nutrición. La división de agricultura de DuPont Pioneer hace y vende semillas híbridas y semillas genéticamente modificadas, de las cuales, algunos pasan a convertirse en comida genéticamente modificada. Dentro de sus productos modificados se encuentran semillas LibertyLink, que otorga resistencia a herbicidas Liberty; gene Herculex I Insect Protection resistente contra algunos insectos; Herculex RW con resistencia a otros insectos; gen RieldGard Corn Borer, que provee resistencia contra el gusano barredor de maíz; y el Roundup Ready Corn 2, gene resistente al glifosato (<http://westcentralseeds.plantmypioneer.com/images/E0340201/P0062AMX.pdf>; <http://precisionseedandchemicals.com/pioneer-seed/>).

Francisco Villa (1917); se encargó del adiestramiento de las tropas reclutadas para su envío al Frente Occidental al final de la I Guerra Mundial y para 1942 (año que une a Borlaug y Eisenhower) fue enviado a Londres para iniciar contacto con el ejército británico e iniciar un segundo frente en Europa y luchar contra la Alemania Nazi. Básicamente EEUU puso las tropas y el armamento, e Inglaterra el alimento. Pero ¿de dónde salió tanta comida para abastecer a dos grandes ejércitos?...nada más y nada menos que de India. Resulta que en 1943 India pasó por una hambruna que dejó un saldo de más de tres millones de personas que murieron de hambre y 20 millones de afectados. En ese entonces India funcionaba como central de abastecimiento alimenticio de las fuerzas armadas británicas (y por lo tanto americanas) y se tienen datos que poco antes de la hambruna se exportaron unas 80,000 toneladas de grano comestible desde Bengala hasta Inglaterra (Shiva, 2000).

Esta red de eventos se ven generalmente por separado. Por algún motivo no hemos logrado percibir que después de la guerra hay hambre y no precisamente en los países en conflicto (más si estos son parte de las potencias), sino en los que forman la base de esa pirámide imperial y que generalmente no están por voluntad en el conflicto armado. Años después, la hambruna de Bengala sería utilizada por Borlaug y su séquito como justificación pública a la introducción de “semillas milagrosas”, historia que a continuación narraré brevemente.

En 1943 con ayuda de la USDA, la Fundación Rockefeller y el dinero federal mexicano, se fundó el Centro Internacional de Mejoramiento de Maíz y Trigo (CIMMYT) en El Batán, Texcoco, con el fin de hacer investigación científica y llevar a cabo programas de asistencia técnica en materia de mejoramiento del maíz y trigo. El primer investigador formal (y por lo tanto padre del CIMMYT) fue Normal Borlaug, quien comenzó a trabajar como fitopatólogo asociado al Programa de Agricultura

Mexicano. En un principio su trabajo estaba concentrado en El Batán, pero dadas las condiciones climáticas del país tuvo la “idea” de experimentar con el mejoramiento de trigo tanto en el centro de México como en el norte. Así, en el verano trabajaría con el mejoramiento de trigo en Texcoco para que cuando terminase la temporada llevara las semillas a la estación de investigación del Valle Yaqui, Sonora. Su hipótesis era que la diferencia en altitudes y temperaturas permitiría que los cultivos “aumentaran al doble cada año”. (Cobb, 1956; <http://rockefeller100.org/exhibits/show/agriculture/mexico>).

El líder del programa, George Harrar, estaba en desacuerdo con dicha expansión porque implicaba costos extras y el doble de trabajo, evento que suscitó la renuncia de Borlaug. Entonces, Stakman convenció a Harrar de aprobar el proyecto de Borlaug para que este declinara su renuncia. Para 1945 éste se instaló en en Valle Yaqui donde fundó el Centro de Investigaciones Regionales del Noroeste (CIRNO)<sup>63</sup> y estudió las condiciones de mejoramiento del trigo y sus enfermedades; comenzó la cría en locaciones a 1000km de distancia, a 10° de distancia latitudinal y a 2600m de distancia altitudinal. Esto fue llamado “mejoramiento alternado”. En cuanto a las enfermedades del trigo, la tarea principal era hacerle frente a la roya.<sup>64</sup> Después de extensas pruebas, Borlaug se dio cuenta que mientras que las variedades extranjeras eran más resistentes a la roya de tallo que las variedades nativas (en México era un cultivo nuevo), las variedades extranjeras tendían a madurar al final de la temporada (o sea que no se estaban adaptando al clima porque eran condiciones nuevas). Además, las variedades de trigo de alto rendimiento (las “mejoradas”) eran más susceptibles a la roya que las de bajo rendimiento. En 1948

---

63 El CIRNO era dependiente del INIFAP que a su vez era dependiente de la Secretaría de Agricultura. Borlaug también fundó el Programa de Cooperativas para la Investigación y Producción de Trigo. Todos en cooperación del gobierno mexicano con las fundaciones Ford y Rockefeller.

64 La roya del tallo es un moho que se reproduce en una variedad de hierbas e invade el trigo cuando éste llega a la madurez

Borlaug introdujo la fase experimental las primeras variedades de trigo en Sonora con resistencia a la roya. En 1956 comenzó la fase experimental de variedades semienanas de trigo con promesas de alto rendimiento, alta adaptabilidad, resistencia a plagas y alta calidad industrial. Para 1962 inauguró la siembra comercial de las mismas; en 1964 se convirtió en el director del Programa Internacional de Mejoramiento de Trigo (International Wheat Improvement Program) en El Batán, Texcoco (Cobb, 1956).

Entre 1965 y 1970 se exportaron aproximadamente 450 toneladas de variedades semienanas de trigo provenientes de Lerma-Rojo y Sonora a Pakistán (250 toneladas) e India (200 toneladas) (Davis & Handloading, 1981). En Etiopía sucedió una especie de mezcla entre India con la hambruna y México con la Revolución Verde. Entre 1983 y 1985 el país norafricano vivió más de 400 mil defunciones, algunas fuentes indican que por hambre y otras por sequías, pero la mayor parte coinciden en que más de la mitad fueron causadas por violación a los derechos humanos debido a las estrategias de contrainsurgencia de transformación social. Y si, las muertes también fueron por hambre.

Parte de las políticas del gobierno, fue incrementar las exportaciones a más del 60%, a pesar de que la economía etíope estaba (y está) basada en la agricultura (en lugar de Producto Interno Bruto, ellos tienen Gross Domestic Product) (Shiva, 2000). Es importante mencionar que en esa década hubieron protestas masivas de los gobiernos europeos en oposición al uso de fertilizantes en África. Lo curioso es que en 1984 Ryoichi Sasakawa (presidente de la actual Fundación Nippon) pide a Borlaug “interceder” por los norafricanos y aplicar los métodos utilizados en Asia para ayudar a los Etiópes hambriados. Borlaug y Ryoichi crean la Fundación SAA (Sasakawa Africa Association) de la que Borlaug fue presidente de 1986 a 2009 y que pretendía “incrementar la producción de comida en los

países africanos”. Desde este entonces los campos de siembra de maíz, sorgo, trigo, yuca y cowpeas aumentaron al doble sólo en 1985, y a pesar de que los programas de producción intensiva de alimentos sigue vigente en Benin, Burkinafaso, Etiopía, Ghana, Guinea, Mali, Malawi, Mozambique, Nigeria, Tanzania y Uganda, el Norte de Africa sigue con hambre (Shiva, 2000).

A mediados de 1970 se inició una gran controversia sobre la distribución de los beneficios aportados por las nuevas variedades de trigo y arroz. Los que estaban a favor de la Revolución Verde aseveraban que las variedades nuevas beneficiaban principalmente a los agricultores más grandes y ricos que podían adquirir los insumos necesarios para explotar el potencial de rendimiento de las variedades nuevas...pero ¿cómo tratar de encontrar agricultores ricos si los países que importaban las semillas de Borlaug acababan de ser azotados por hambrunas o guerras o por ambas?.

Pese a lo anterior muchos agricultores alrededor del mundo -a los que no les quedaba de otra-, adoptaron las tecnologías nuevas con la compra de semillas, las cuales no les propiciaron beneficio alguno, porque tenían que adquirir grandes cantidades de insumos como fertilizantes, agua de riego (que en muchas zonas ni agua había) y plaguicidas (porque evidentemente, las semillas mejoradas que eran vendidas como resistentes a sequías y plagas, eran “eficientes” donde se habían desarrollado, no en los nuevos lugares con altitudes, climas y predadores o controladores biológicos diferentes). El resultado fue un encarecimiento excesivo de las materias primas y canasta básica; la infestación de nuevas plagas resistentes a los químicos usados; ríos contaminados con DDT (su plaguicida favorito); la implementación de más plaguicidas y herbicidas; y finalmente suicidios que no han cesado hasta el día de hoy (India es un caso particular) ((Revisar *The violence of the green revolution*// Cita tentativa: Vandana, 1991))

La estrategia utilizada y aún vigente para vender semillas mejoradas fue la preocupación por el hambre y escasez de alimentos. Vandana Shiva señaló al respecto en 2003 que:

*[...] La agricultura industrial no ha producido más comida. Ha destruido fuentes de comida diversas y robado alimentos de otras especies para aportar mayores cantidades de productos específicos al mercado utilizando en el proceso enormes cantidades de combustibles fósiles, agua y de productos químicos tóxicos.*

*Se suele decir que las llamadas variedades milagrosas de la Revolución Verde en la agricultura industrial moderna evitaron las hambrunas porque produjeron mayores rendimientos. Sin embargo, esos mayores rendimientos se diluyen en el contexto de los rendimientos totales de los cultivos en las explotaciones agropecuarias. Las variedades de la Revolución verde han producido más grano a costa de la producción de paja. Esta “separación” se logró a partir de la reducción de la altura de las plantas, que también hizo posible que resistieran altas dosis de fertilizantes químicos. Sin embargo, menos paja significa menos forraje para el ganado y menos materia orgánica para el suelo con la que se puedan alimentar los millones de organismos terrestres que crean y renuevan ese suelo [...]*

En relación a lo anterior, el documento *El estado mundial de la agricultura y la alimentación* emitido por la FAO, menciona que la producción cerealícola mundial en 1975 mostró un incremento de un 3 a un 4%, sin embargo los ingresos por exportación de derivados de productos agrícolas, con un crecimiento del 19% se debieron en gran parte a los precios en aumento ya que el volumen de comercio agrícola descendió un 4% en 1974. Así mismo los índices de inflación para 1974 fueron mayores que en los años anteriores prácticamente en todos los países, tendiendo a subir los precios de los alimentos más rápidamente que todos los demás precios (FAO, 1975).

De la misma manera la situación de las provisiones de plaguicidas permaneció tirante durante todo 1974 y principios de 1975, excediendo la demanda de la capacidad mundial de producción pasando de 10% a un 30% y elevándose los precios hasta cuatro veces más que los niveles de 1973 para determinados productos. En los países en desarrollo se estimó que las pérdidas de cultivos causados por

las plagas llegaron al 50% o más para ciertos cultivos en zonas determinadas (FAO, 1975).

Hablar de que la producción agropecuaria y de alimentos salvó al mundo de hambrunas es un tanto vanidoso, ya que en realidad la producción por habitante a nivel mundial disminuyó un 1%. Por segunda vez en tres años la producción cerealista mundial disminuyó en 1974, experimentando reducciones bruscas en Lejano Oriente, América del Norte, Oceanía y la URSS. El pequeño aumento del que se habló sobre producción agropecuaria en el 74 se debió, en gran parte, a la expansión de la producción ganadera. Como lastre de lo anterior, en los países desarrollados la producción alimentaria había comenzado a decaer desde 1961, y la mitad de los 97 países incluidos en el documento de la FAO habían producido menos alimentos por persona de 1972 a 1974 que en el periodo 1961-1965 (FAO, 1975).

La producción mundial de trigo disminuyó en 1974 alrededor de un 4% notándose una brusca reducción de la cosecha en la URSS y en varias de las principales zonas productoras como Argentina, Australia, Canadá e India (FAO, 1975). En el mismo año la producción mundial de cereales secundarios disminuyó un 4% a pesar de la ampliación global del 5% de los sembrados. Toda la situación de los cereales secundarios estuvo influida por la producción más baja de maíz que disminuyó en un 7%. Por otro lado el descenso en la cosecha mundial de arroz de cáscara en 1974 se atribuye a los déficits de los países importadores de arroz, déficits que se concentraron principalmente en India, Bangladesh y Pakistán (FAO, 1975)..

Entre 1965 y 1970 los campos de siembra de trigo sólo en Pakistán e India aumentaron al doble, sin embargo la producción de trigo no. La Revolución Verde no fue exitosa y fracasó en un lapso de 10 años después de la implementación de riegos intensivos, semillas milagrosas, monocultivos, uso de

sustancias químicas como control de plagas., etc COMPLETAR (Wayne, 2013).

Así pues la Revolución Verde obedeció a condiciones particulares que debían cumplirse para lograr el incremento esperado de la producción alimentaria:

- Uso intensivo de químicos sintéticos derivados del petróleo (fertilizantes y pesticidas)
- Inversiones energéticas e insumos de mecanización
- Dependencia de los agricultores al abastecimiento externo de semillas y materiales
- Interrupción en el desarrollo de semillas experimentales autóctonas más diversas, intercambio y la preservación de la riqueza de las culturas y de su conocimiento colectivo sobre las cosechas y las condiciones ambientales
- Grandes inversiones continuas del capital que ocasionaron deudas bancarias y problemas con agentes financieros
- Reorientación de la cultura agrícola para la devolución del capital y acceso a los mercados globales a gran escala
- Unificación de granjas y despido laboral
- Transformación de campesinos independientes a contratistas industriales sembradores de monocultivos trabajando para directores de corporaciones internacionales de cadenas abastecedoras de alimentos y semillas (Paddock, 1970; Shiva, 1991; Leach *et al*, 2010; Waters, 2007)

Estas nuevas condiciones causaron daños biológicos como la degradación del suelo y la generación de resistencia de las plagas y la Revolución Verde se fue en declive. Los avances tecnocientíficos en la ingeniería genética del ADN recombinante y la modificación genética en plantas de cultivo ocurridos

en los 70, aparentemente condujeron a una revitalización económica-tecnológica de este paradigma agrícola de alto riesgo y altos costos.

El resurgimiento ocurrió bajo la promesa de obtener rasgos genéticamente modificados producidos científicamente que lograría la reducción en el aporte de químicos (el talón de Aquiles de la Revolución Verde), la adaptación de los cultivos para la tolerancia a la sequía y la producción de beneficios nutricionales para los consumidores, todo ello bajo la promesa de no ocasionar efectos secundarios en el ambiente o riesgos a la salud (Wayne, 2013).

El final de la hambruna y de la inseguridad alimentaria para la humanidad, que era la promesa del milagro científico de las semillas híbridas modernas, no se cumplió, pero finalmente, llegaría el segundo milagro científico, los cultivos y semillas genéticamente modificadas.

#### **4.2.4. La continuación de la Revolución Verde: Conasupo-TLCAN**

El propósito de esta sección es poner sobre la mesa las circunstancias sociales, políticas y económicas que México atravesaba durante el desmantelamiento de la Compañía Nacional de Subsistencias Populares (Conasupo). En el mismo contexto se buscan relacionar dichas condiciones con la apertura del mercado comercial entre México, Estados Unidos y Canadá. Resulta importante tener claro que fue en esta etapa en que las promesas fracasadas de la Revolución Verde regresaron pero en lugar de semillas híbridas, con semillas genéticamente modificadas. Posterior a la firma del Tratado de Libre Comercio dichas semillas comenzaron a circular en México como parte de los nuevos acuerdos mercantiles establecidos con los países del norte. Sin embargo un año antes de la firma, en México se

habían comenzado con las primeras siembras de maíz transgénico.

El enlace que existe entre los actores del capítulo anterior con los de este capítulo podría parecer un tanto nítido, no obstante este fue fortalecido bajo el anonimato de las políticas públicas que comenzaron a establecerse en México después de la intervención de Estados Unidos durante la Revolución Verde.

Primero haré un repaso breve sobre la transformación de un sistema capitalista económico mixto a un sistema neoliberal, el cual se venía implementando ya en las urbes desde el gobierno de Miguel de la Madrid pero fue completamente instaurado en el campo mexicano durante el Salinismo. Posteriormente abordaré de forma general el desmantelamiento de Conasupo y la puesta en marcha del Tratado de Libre Comercio de América del Norte como claves fundamentales para explicar la situación actual por la que está atravesando el maíz.

#### **4.2.4.1. Condiciones de existencia económicas para el desmantelamiento de Conasupo y la firma del TLCAN**

La trayectoria que precedió el desmantelamiento de Conasupo y la firma del TLCAN fue un proceso en el que se involucraron intereses nacionales y extranjeros, una economía mexicana en permanente crisis sumada a la incapacidad por parte del Estado para resolverla.

Después de más de 25 años con elevadas tasas de crecimiento (de más de 6% en promedio anual), repentinamente en 1967 la producción maicera dejó de crecer y permaneció estancada hasta 1976 a causa del descenso en la superficie cosechada en tierras de temporal y un menor crecimiento de los

rendimientos, mientras que la superficie con riego mantuvo su dinamismo (Gómez Oliver, 1987). El comportamiento del sector maicero en esos años se explica principalmente porque el grupo de productores de temporal con mejor dotación de recursos, fue capaz de responder a la variación de los precios relativos y/o cambió al trigo y sorgo (principalmente) o a otros productos (Rivera, 2002).

La situación anterior fue provocada en parte porque los precios de garantía del maíz se mantuvieron congelados de 1963 a 1972; y a que en 1965 se incorporó el precio garantizado al sorgo, el cual desplazó en cierto sentido las milpas y se comenzó a optar por monocultivos. Sin embargo entre 1973 y 1976 los precios de garantía del maíz aumentaron en términos reales sin que se produjera una recuperación en los ritmos de crecimiento de la producción. Como efecto de ese holograma entre 1977 y 1981 los precios reales del maíz descendieron mientras que la producción creció a tasas elevadas, lo cual se relaciona con la expansión del crédito oficial vinculado con la introducción de paquetes tecnológicos y asesoría, apoyos que se incrementaron aún más durante el programa denominado Sistema Alimentario Mexicano (SAM) (Rivera, 2002).

La condición para la agricultura maicera se agravó aún más entre 1982 y 1989, cuando la producción nacional de maíz disminuyó casi todos los años, a tal punto que en 1989 era 25% menor respecto a 1981. El deterioro del sector maicero fue provocado por la reducción de la superficie cosechada y por la disminución de los rendimientos, causando un ambiente económico negativo que generó la crisis de la deuda iniciada en 1982. Las fuertes devaluaciones provocaron una elevada inflación y con ello que los precios de los insumos crecieran rápidamente mientras que los precios de garantía se rezagaron. A pesar de que nominalmente el precio del maíz aumentó más de 50 veces, en términos reales retrocedió 34%. Se estima que los productores de granos sufrieron una pérdida en sus

términos de intercambio de 48.7%. Además, la inversión pública en fomento rural disminuyó constantemente entre 1980 y 1989 en 78% y el presupuesto para investigación agropecuaria se redujo en 56.2% (Calva 1991, en Rivera 2002).

Como consecuencia del escaso dinamismo del sector maicero entre 1966 y 1988, se operó un cambio significativo en la estructura de cultivos: mientras descendía la participación del maíz aumentaba la superficie dedicada a los granos para la ganadería y la industria, así como de otros cultivos. De tal forma, el cultivo del maíz en la superficie cosechada total pasó de 50 a 32% (Calva, 1991; en del Valle Rivera, 2004).

En tanto, el Estado Mexicano comenzó a elaborar reformas económicas con el propósito de “revivir” la economía seriamente afectada por la crisis del 82. Dichas reformas estaban dirigidas a disminuir la intervención gubernamental particularmente en el sector agropecuario. En 1983 el presidente en turno, Miguel de la Madrid, hizo las primeras reformas en los apoyos estatales otorgados a Conasupo y estableció los primeros pasos para su desmantelamiento.

Cabe recordar que hasta 1982 los objetivos globales en la política económica eran 1) incrementar el PIB a un ritmo mayor que la población (6% anual); 2) crecer con estabilidad en los precios y tipo de cambio; 3) crecer con equidad en la distribución del ingreso dentro del marco de un sistema de economía mixta. Sin embargo cuando Miguel de la Madrid inició su mandato (1982-1989) hizo cambios en los objetivos del desarrollo a corto y a largo plazo, los de corto plazo consistían en una reordenación económica, y los segundos hablaban de un cambio estructural. Ifigenia Martínez (1988) menciona al respecto que el credo de la política monetarista y neoliberal profesada por la

administración de de la Madrid fue el “saneamiento de las finanza públicas”<sup>65</sup> y se complementó con el aumento desmedido de los impuestos, tarifas y precios de los bienes y servicios que administraba el Estado.

Con la inversión pública desplomada el gobierno pudo acumular un superávit primario (ingresos corrientes menos egresos sin considerar los gastos financieros) que representó el 6% del PIB en 1987 y un efecto recesivo en la economía productiva (Martínez, 1988).

El impacto monetario del superávit primario fue nulificado por el aumento de intereses de las deudas externa e interna que absorbían más del 50% del presupuesto y ocasionaron un déficit financiero que ascendió al 18% del PIB en 1987 (Martínez, 1988). Si analizamos lo anterior, se puede deducir que en el mal manejo de la deuda pública interna y externa descansa la explicación del estancamiento de la inflación.

Ningún país en vías de desarrollo puede darse el lujo de remitir al exterior el 5-6% de su PIB, de lo contrario la capitalización interna del país en cuestión y calidad de vida de su gente quedarían gravemente lesionadas. Aunque técnicamente el saldo de la deuda interna se reduzca con la inflación, los intereses siguen aumentando; en el caso de México estos representaban el 2% del PIB en 1979, el 4% en 1981, y en 1987 ascendieron al 18% (Martínez, 1988).

<sup>65</sup> Esta operación consistió en transformar el déficit crónico de la balanza de pagos en un superávit permanente para cubrir la deuda externa. Otra parte de esta política fue la de mantenerse como miembro activo de la comunidad financiera internacional con el propósito de seguir utilizando el crédito externo para completar el pago del servicio de la deuda. Además se sustituyó el aparato productivo se reconvirtió hacia la exportación; para lograr posicionarse en el mercado internacional se mantuvo el peso subvaluado, se redujo la protección a la industria nacional, y se ingresó al Acuerdo General de Aranceles Aduaneros y Comercio (GATT). Como consecuencia de lo anterior las restricciones a las inversiones extranjeras se hicieron más laxas aún a costa de desracionalizar la planta productiva. A su vez, esto provocó la reducción de la importancia del sector público mediante la disminución de la inversión pública, subsidios y del gasto corriente, así como la venta liquidación y fusión de empresas y organismos paraestatales.

Con una inflación y devaluación aceleradas, empobrecimiento progresivo de las clases medias y populares, y un profundo malestar social, a mediados de 1988 el gobierno optó por un Programa de Desinflación que sólo significó la prolongación del estancamiento, aumento del desempleo y -contrario a lo que se proponía- aceleración de la inflación: el precio de la gasolina, gas, aceites, tarifas eléctricas, transportes y azúcar aumentó un 85%; las tasas de interés se dispararon hasta llegar a 165% anual para los certificados de la tesorería (Cetes); y los salarios sólo aumentaron el 15% al iniciar el Programa y 20% a partir del primero de enero de 1989 (Martínez, 1988) .

La política económica que implementó de la Madrid durante su mandato no sólo fue autoritaria, sino que estableció principios neoliberales, aperturistas y causó una dependencia exterior impresionante, pobreza y mayor desigualdad. En su último informe de gobierno el ex-presidente señaló:

*El gobierno de la República dio prioridad a la alimentación, impulsando la producción, transformación, comercialización y distribución de productos básicos. La evolución de la producción agrícola permitió, en el sexenio, la autosuficiencia en trigo, arroz y azúcar, también se obtuvo en huevo y carne de ave; la captura de especies marinas de consumo popular registró un importante incremento.*

*[...] Lo anterior se reflejó en la reducción de 73% en las importaciones de alimentos básicos realizada por Conasupo de 1983 a 1988.*

*[...] Para asegurar la oferta suficiente de alimentos procesados, la industria paraestatal aumentó la producción de leche, aceites y grasas vegetales, harinas de maíz y de trigo y azúcar, mediante la reestructuración de las empresas, la racionalización y eliminación de subsidios y la ampliación de la capacidad productiva.*

*Se fortaleció la función reguladora del Estado, garantizando el abasto de productos básicos; almacenamos reservas técnicas suficientes; racionalizamos y en algunos casos eliminamos subsidios; rehabilitamos y saneamos las finanzas de las empresas*

*del Sistema Conasupo; y se descentralizaron y modernizaron los sistemas administrativos de las empresas públicas.*

*[...] Se incorporó una superficie de 451 mil 537 hectáreas al riego en el período 1983-1987 y se tecnificaron 467 mil 381 hectáreas de temporal, rehabilitándose 218 mil 164 hectáreas*

Las reformas realizadas por de la Madrid son clave fundamental no sólo del desmantelamiento de Conasupo y de la preparación del terreno para la firma del TLCAN, sino que son puntos fundamentales en el cambio del patrón alimentario que experimentan hoy en día los y las mexicanos.

#### **4.2.4.2. Desmantelamiento de Conasupo**

Desde los años treinta hasta la crisis de 1982 la intervención estatal en la cadena alimentaria mexicana crecieron de manera continua. En el caso del maíz, las intervenciones gubernamentales así como las políticas públicas elaboradas anteriores y posteriores a la instauración del modelo neoliberal, han marcado completamente el rumbo de la producción, comercialización y consumo de este grano.

La desaparición de la Compañía Nacional de Subsistencias Populares (Conasupo) implicó la consecuente eliminación de los controles de importación de los productos que la empresa controlaba, así como de los precios de apoyo que se otorgaban a los productores de cultivos básicos. En consecuencia TLCAN se nutrió de la eliminación de los controles de importación porque al existir un comercio libre entre Estados Unidos, Canadá y México, los primeros dos países tuvieron la oportunidad de ofrecer sus cultivos básicos a menores precios. Sin embargo esto afectó fuertemente el comercio agropecuario y tuvo grandes repercusiones en la cadena alimenticia de México. Además, los agricultores mexicanos tuvieron que enfrentar la competencia, ya fuera aumentando la productividad,

rentado sus tierras, vendiéndolas o quienes tuvieran la solvencia económica, adaptándose a los programas y créditos oficiales que sustituyeron a Conasupo cuando ésta fue desmantelada.

La Conasupo se creó en 1961 para organizar dentro de una sola paraestatal todas las actividades reguladoras del gobierno relacionadas con el agro mexicano, particularmente el maíz. En 1965 se reestructuró y se definió como “un instrumento que permitirá promover el desarrollo económico y social de México a través de *a*) regular los mercados de productos básicos (o de subsistencia popular), al establecer una relación más eficiente y racional entre productores y consumidores con el fin de eliminar intermediarios; y *b*) proteger a los consumidores de bajos ingresos (garantizándoles el acceso a los productos básicos) y a los productores de bajos ingresos (Conasupo, 1970a y 1970b; en Yúnez y Barceinas, 2000).

Los programas de Conasupo incluían arroz, cebada, frijol, maíz, algunas oleaginosas (frijol de soya, cártamo, semillas de algodón, copra, girasol y ajonjolí), sorgo, trigo y leche en polvo. Mediante políticas como ofrecer precios de garantía a los productores de esos cultivos; procesar, almacenar y distribuir algunos de sus productos; y otorgar licencias de importación, dicha institución consiguió controlar elementos claves de la cadena alimentaria mexicana. Desde su creación hasta 1996 los cultivos que controlaba la Compañía representaban más del 30% del producto interno bruto agrícola, de los cuales el más importante era el maíz (Yúnez y Barceinas, 2000).

A partir los sesenta y hasta el fin del auge petrolero (1982), las subsidiarias de Conasupo crecieron y se crearon otras tantas.<sup>66</sup> Durante este proceso se incluyeron actividades como el procesamiento de

---

66 Busorocna, Miconsa, Iconsa, Triconsa, Liconsa, Impecsa, y FIA.

granos, aceites y leche en polvo, para convertirlos en productos de consumo humano y para la ganadería, por ejemplo harina de maíz, pasta de trigo, aceite comestible y leche. Además contaba con tiendas donde se vendían productos básicos a bajo precio en zonas rurales y urbanas. También se ocupaba de programas que tenían como finalidad la capacitación de los campesinos (Conasupo, 1970) así como del comercio de fertilizantes y semillas mejoradas; distribución de productos ejidales;<sup>67</sup> y de almacenaje.<sup>68</sup>

A finales de la década de los ochenta, la empresa aún administraba el sistema de precios de garantía y los subsidios al consumo de maíz, así como la regulación del abasto de granos, y mantenía al control absoluto sobre las importaciones de granos y de leche en polvo; también absorbía los gastos de acopio, almacenamiento y distribución de granos; y brindaba un sobreprecio a los que formaran parte del PACE. Sin embargo cuando Salinas de Gortari inició su administración (1989-1994) llevó a cabo una serie de acciones radicales para incorporar definitivamente el proyecto neoliberal al campo. Una de ellas fue suprimir los precios de garantía y apoyos a la comercialización para todos los granos, excepto maíz y frijol. Desde 1989 la función de Conasupo quedó restringida a la atención de programas al maíz y frijol (Rivera; Yúnez y Barceinas 2000).

En 1990 eliminó los permisos de importación para la mayor parte de los productos agropecuarios, y sólo el maíz, frijol, trigo, cebada, aves y leche en polvo continuaron protegidos (FAO 1993). A causa de que el maíz conservó todos los apoyos, el efecto inmediato de estas medidas fue un incremento impresionante de la superficie sembrada y de la producción de maíz, sobre todo en terrenos con riego

---

67 Programa de Apoyo a la Comercialización Ejidal, PACE.

68 ANDASA (Almacenes Nacionales de Depósito, que no era subsidiaria de Conasupo pero brindaba servicios de almacenaje en las urbes).

del norte del país (Fritscher y Steffen, 1993). Como efecto de lo anterior es que entre 1989 y 1994 la producción de maíz se elevó a tasas de 9.6% (Maximiliano-Martínez *et al.*, 2011).

Sin embargo, el aumento de producción de maíz en esos años contrasta con entre los campesinos de menor ingreso con los productores más capitalizados, pues parte de la modificación a los programas de fomento agrícola fueron la reestructuración del crédito oficial; la atención exclusiva por parte de la banca privada a los productores con mayor solvencia económica; así como la atención de Banrural a productores con potencial; y la absorción por parte de Pronasol a los productores incapaces de soportar la carga del crédito (Rivera, 2002). Esto provocó que la superficie de maíz habilitada con créditos de avío por Banrural disminuyera de 2.1 millones de hectáreas en 1989 a sólo 377 000 en 1992 y 434 000 en 1993 (Zedillo, 1999). Además la superficie con asistencia técnica descendió de 14.2 millones de hectáreas en 1988 a 5.4 millones en 1991 (Maximiliano-Martínez *et al.*, 2011). Según la posición oficial lo anterior debía verse como algo positivo puesto que ofrecía la libertad a los productores para contratar directamente el servicio con técnicos capacitados (Rivera, 2002).

Por otro lado, tras la eliminación de los precios de garantía a la mayor parte de los granos en el 89, los problemas para colocar las cosechas “motivaron” a la creación de Apoyos y Servicios a la Comercialización Agropecuaria (Aserca) en 1991, una institución independiente a Conasupo y parte de la Secretaría de Agricultura, Ganadería y Desarrollo Rural. Desde ese momento Aserca se ocupó de comercializar arroz, sorgo, algunas oleaginosas y trigo, pero tanto la compra como el almacenamiento de los productos agrícolas, el encargado fue el sector privado. Aserca también tomó las riendas del programa de transferencias directas de ingreso a los productores de cultivos básicos, Procampo (Rivera; Yunez & Barceinas 2011).

En 1993 se desincorporaron Trigo Industrializado Conasupo (TRICONSA) e Industrias Conasupo (ICONSA). Dicoso dejó de atender el medio urbano y junto con Leche Industrializada Conasupo (LICONSA) pasó a la Secretaría de Desarrollo Social (SEDESOL). Al iniciar el sexenio de Zedillo, Conasupo se transfirió de la Secretaría de Comercio y Fomento Industrial (SECOFI) y a la Secretaría de Agricultura, Ganadería y Desarrollo Rural (SAGAR). En el mismo año se vendieron cinco plantas de Maíz Industrializado (MICONSA), la empresa estatal fabricante de harina de maíz que cubría el 35% del mercado interno. Pero el subsidio se continuó canalizando a las empresas harineras privadas. Para impulsar estas empresas, se mantuvo restringido el suministro de maíz subsidiado a los molineros (Rivera, 2002).

En el mismo contexto, la Productora Nacional de Semillas (PRONASE) se mantuvo en operación, pero en 1991 se permitió al sector privado la venta y producción de semillas mejoradas, pasando de una participación del sector privado del 13% en venta de semillas de maíz en 1970, al 90% en 1993; además durante los dos primeros años del sexenio de Salinas de Gortari disminuyeron la producción y ventas de PRONASE en 78 y 74% respectivamente (Espinosa *et al.*, 2002). La producción de semillas de maíz bajó 19% pero las ventas cayeron un 34% (datos de PRONASE publicados en *El Financiero*, 23 de agosto de 1994).

En 1994 Procampo inició sus funciones con el objetivo de sentar las bases para una transición hacia un sector agropecuario liberalizado. Para ello comenzaron a realizar transferencias directas de dinero a los agricultores que producían o habían producido cebada, frijol, maíz, algodón, arroz, sorgo, soya, cártamo y trigo. En 1995, el gobierno de Zedillo redujo aún más las intervenciones de Conasupo. A

finales de la década de los ochenta Conasupo aún contaba con un buen número de subsidiarias y una institución financiera, pero entre 1995 y 1996 una parte significativa de las primeras fue eliminada o privatizada (Rivera, 2002).

Para 1999 la mayor parte de las subsidiarias de Conasupo fueron eliminadas junto con la empresa o privatizadas. Bien o mal, la paraestatal compró durante seis décadas en promedio cinco millones de toneladas de maíz al año, garantizando la movilización del grano en zonas excedentarias (como Jalisco y Chiapas en meses de lluvia y Sinaloa en tiempos de sequía). El conflicto más preocupante fue que no se establecieron mecanismos para la formación de un mercado justo para el productor.

#### **4.2.4.3. Libre mercado, mercado in-dependiente: Políticas públicas, Conasupo y TLCAN**

En 1986 México entró a formar parte del Acuerdo General de Tarifas y Comercio (GATT).<sup>69 70</sup> Durante los primeros años el gobierno mexicano no hizo cambios ni actualizó el sistema de protección a la agricultura, y los productos controlados por Conasupo eran reglamentados con licencias de importación

---

69 El Acuerdo General sobre Aranceles Aduaneros y Comercio (GATT por sus siglas en inglés) abarca el comercio internacional de mercancías. El funcionamiento del GATT es responsabilidad del Consejo del Comercio de Mercancías (CCM) que está integrado por representantes de todos los países Miembros de la Organización Mundial del Comercio (OMC) ([https://www.wto.org/spanish/tratop\\_s/gatt\\_s/gatt\\_s.htm](https://www.wto.org/spanish/tratop_s/gatt_s/gatt_s.htm))

70 Los 128 países que habían firmado el Acuerdo General antes de finalizar 1994 son: Alemania, Angola, Antigua y Barbuda, Argentina, Australia, Austria, Bangladesh, Barbados, Bahrein, Bélgica, Belice, Benin, Bolivia, Botsawa, Brasil, Brunei Darussalam, Burkina Faso, Burundi, Camerún, Canadá, Chad, Cili, Chipre, Colombia, Congo, República de Corea, Costa Rica, Côte d'Ivoire, Cuba, Dinamarca, Djibouti, Dominica, Egipto, El Salvador, Emiratos Árabes Unidos, Eslovenia, España, Estados Unidos de Norteamérica, Fiji, Filipinas, Finlandia, Francia, Gabón, Gambia, Ghana, Granada, Grecia, Guatemala, Guinea, Guinea Bissau, Guyana, Haití, Honduras, Hong Kong, Hungría, India, Indonesia, Irlanda, Islandia, Islas Salomón, Isrel, Italia, Jamaica, Japón, Kenya, Kuwait, Lesotho, Liechtenstein, Luxemburgo Macao, Madagascar, Malawi, Malasia, Maldivas, Malí, Malta, Marruecos, Mauritania, Mauricio, México, Mozambique, Unión de Myanmar, Namibia, Nicaragua, Níger, Nigeria, Noruega, Nueva Zelandia, Países Bajos, Pakistán, Papua Nueva Guinea, Paraguay, Perú, Polonia, Portugal, Qatar, Reino Unido, República Centroafricana, República Checa, República Dominicana, República Eslovaca, Rumania, Rwanda, San Cristóbal y Nieves, San Vicente y las Granadinas, Santa Lucía, Senegal, Sierra Leone, Singapur, Sri Lanka, Sudáfrica, Suecia, Suiza, Suriname, Reino de Swazilandia, Tanzania, Tailandia, Togo, Trinidad y Tabago, Túnez, Turquía, Uganda, Uruguay, Venezuela, Yugoslavia, Zaire, Zambia, Zimbabwe.

y administrados por la SECOFI (Rivera, 2002).

Bajo promesas de exterminar la pobreza y combatir la migración en México, así como del inicio de la “gran época” del campo mexicano, Salinas de Gortari pactó con Estados Unidos y Canadá el Tratado de Libre Comercio de América del Norte (TLCAN) (Flores, 2014). Este fue el primer acuerdo en el plano internacional con el que se decidió se sustituirían las restricciones cuantitativas a las importaciones por un esquema llamado “arancel-cuota”; y representó el inicio de un comercio sin obstáculos. Los cultivos incluidos en el caso de México fueron el maíz, frijol seco y cebada; el resto de los cultivos fue liberado o sujeto a tarifas bajas (Maximiliano-Martínez *et al.*, 2011).

El Tratado fue negociado en dos acuerdos diferentes, uno entre México y Canadá y otro entre México y Estados Unidos. México no podría cobrar a ninguno de los dos países tarifas en los productos agropecuarios incluidos en el esquema arancel-cuota, siempre y cuando el volumen de sus importaciones anuales no excediera la cuota establecida. Cuando las importaciones fueran superiores, se aplicaría una tasa de arancelería sobre el excedente de la cuota (Yúnez & Barceinas, 2000). Pero estas cuotas para la importación de maíz libre de aranceles nunca se respetaron y desde el momento de su establecimiento se produjo una inundación de maíz barato que deprime el precio interno y dificulta la colocación de las cosechas.

Basado en el principio neoliberal de las ventajas comparativas y por medio de la liberalización de los mercados de insumos y productos, el gobierno mexicano se propuso promover una reestructuración productiva del sector agropecuario, que básicamente consistió en una reducción sustancial de la superficie dedicada al maíz y a otros granos para aumentar la superficie de forrajes, frutas tropicales y

hortalizas. La mano de obra liberada de los cultivos de “baja rentabilidad” (cultivos pequeños como las milpas) se dirigieron hacia cultivos intensivos en mano de obra y otras ocupaciones fuera del sector agropecuario. Las nuevas políticas significaron el abandono de la búsqueda de la autosuficiencia alimentaria y causaron una mayor dependencia en importaciones de granos (Maximiliano-Martínez *et al.*, 2011).

Entre los acuerdos que se firmaron con el TLCAN se incorporó un programa de 15 años para la liberalización plena del comercio exterior del maíz y otros productos agropecuarios sensibles, los cuales estarían sujetos al esquema arancel-cuota. En el caso del maíz se determinó que la cuota para el grano sería de 2.5 millones de toneladas métricas para Estados Unidos y de 1000 para Canadá, y el arancel para ambos países del 215% (206.4 dólares de ese entonces por tm.), cuando las importaciones sobrepasaran tales cuotas (Yúnez & Barceinas 2000). Es decir que la cuota de importación libre de arancel comenzó en \$215 pesos mexicanos por tonelada métrica y disminuiría progresivamente hasta liberar totalmente en 2008. A pesar de que Conasupo aún tenía el control legal sobre las importaciones de maíz, sólo participó de manera indirecta en la asignación de cuotas de maíz importado; en 1997 la paraestatal no llevó a cabo importaciones de maíz, en 1998 su participación fue de poco peso y para 1999 el gobierno mexicano decidió que Conasupo ya no importaría más este producto (Rivera, 2002).

Por otro lado, como parte de la reestructuración que se buscaba se puso en marcha el Programa de Apoyos Directos al Campo (Procampo) que sustituyó el sistema de precios de garantía por un esquema de pagos en efectivo por hectárea para los productores de básicos.<sup>71</sup> Según los principios de la política

---

71 Procampo consiste en un apoyo por hectárea orientado a compensar la reducción de los ingresos por la liberalización del mercado a productos anteriormente beneficiados por los precios de garantía. Este programa fue y es cuestionado porque no está acompañado de otros programas que impulsen la competitividad de los graneros o la reconversión productiva. En realidad tiene la clara influencia en el mantenimiento del cultivo de maíz entre pequeños productores en

nueva, la aplicación de instrumentos con un menor efecto en los precios de mercado permitiría una asignación más eficiente de los recursos. Esas medidas significaron que los precios internacionales del maíz se convirtieran en referencia para los precios internos, lo cual se tradujo en una reducción drástica de los precios del maíz para los productores nacionales (Rivera, 2002; Maximiliano-Martinez et al., 2011; Yúnez & Barceinas, 2000).

Durante el primer año de liberalización (1994) el precio del maíz descendió de 750 a 650 (o sea el 25%). Al año siguiente el precio de referencia del maíz se elevó a causa de las devaluaciones que generó la crisis más grave de la historia mexicana y por el alza en los precios internacionales en los granos. Lo anterior permitió que la desaparición de los precios de garantía en 1995 pasara desapercibida por los productores, sin embargo Conasupo continuó haciendo compras internas de grano para los productores pecuarios e industriales y a los fabricantes de tortilla.<sup>72</sup> Para 1997 los subsidios a la industria de la harina y la tortilla disminuyeron, y se decretaron aumentos periódicos del precio al consumidor del producto. Desde el 97 hasta el 2000 el precio del maíz para los productores permaneció virtualmente estancado en \$1350 pesos mexicanos (Rivera, 2002).

En 1998 se anunció la desaparición del subsidio y la liberación del precio del maíz. Conasupo continuó abasteciendo de grano a la industria molinera y tortillera unos meses más pero finalmente en abril de 1999 los industriales molineros dejaron de recibir maíz de la empresa estatal. A raíz de la liberalización del precio del maíz y de la desaparición del subsidio a este, el precio de la tortilla

---

virtud de que se exige la siembra de granos para la entrega del subsidio. Procampo funciona más como un pequeño apoyo de tipo social que se suma a Progresá para el combate de la pobreza, por lo cual se le califica como un programa con fines electorales

72 Las cifras relativas al peso de las compras de la Conasupo en la producción doméstica de este (particularmente blanco) muestran que si bien durante 1993 y 1994 la empresa compró 42 y 31 por ciento respectivamente de los suministros internos de maíz, en 1995 las adquisiciones se vieron reducidas al 7.4%.

ascendió de 1.20 pesos/kilogramo a 3.50 pesos/Kilogramo, es decir que incrementó casi el 200%; hecho que se tradujo en la disminución del consumo del harina de maíz.

Con la reducción constante de tareas, en 1999 Conasupo comenzó a desaparecer junto con otros programas de apoyo a los campesinos y subsidiaras. Lo valioso de éstas últimas era que, como su nombre lo indica, otorgaban subsidios a los molineros de maíz y a los nixtamaleros para garantizar compras seguras a los productores y precios bajos a los consumidores. También suministraban productos básicos como maíz y frijol a la Distribuidora e Impulsora Comercial Conasupo (DICONSA, la cual fue integrada en el primer semestre de 1990 a SEDESOL) y por lo tanto contaban con un registro de las variedades de maíz que se producía, registro que con el tiempo pasó a manos de la industria privada (Yúnez & Barceinas, 2000).

## **5. DIÁLOGOS, DISCUSIONES Y CONCLUSIONES**

Durante el largo proceso informativo y educativo para poder llevar a cabo este proyecto intervinieron varios amigxs, profesores, bocetos, charlas con conocidxs y desconocidxs, despertares luminosos en periodos del sueño, en fin, la lista sería interminable y algo escandalosa, por eso me detendré en los diálogos que mantuve en soledad entre cuatro paredes de concreto y una quinta de ventana. Esto señoras y señores será mi última y tan esperada Discusión. No será breve. Tampoco controlada. Será contrariando un poco la seriedad tradicional y con la que todo el texto se mantuvo, a la brava y en una sentada.

## **Mercantilización del conocimiento científico**

Como hemos visto a lo largo de este trabajo, existe sin duda una complejidad en la que se involucra la actividad científica, que va más allá de innovaciones tecnológicas, matraces y laboratorios. Es un sistema que pertenece a una red de sistemas. Las explicaciones del movimiento, convergencia y circulación del mundo físico e ideológico pueden tener muchas caras dependiendo del cristal que se haya esculpido para su entendimiento, y de ahí, el cristal que nosotros hayamos construido para mirarlo. La historia de estas interacciones ha sido previamente seleccionada para narrarla, y es por eso que tenemos que comenzar a elaborar una narrativa propia de nuestra historia que sea representativa de nuestra realidad.

Podemos entonces concluir que la ciencia como producto de la Modernidad tiene sus ejes principales y fundamentos en lógicas respectivas de la época. El reduccionismo cartesiano, la doctrina mecanicista, el capitalismo y la instauración de los Estados Nación y de Derecho así como su imposición en las colonias conquistadas anteriormente, fueron parte del contexto social, político, económico e intelectual que se vivían a flor de piel durante la profesionalización de la Ciencia Moderna. Además el fervor que se mantuvo durante siglos respecto al ideal del progreso sigue estando presente.

La neutralidad e imparcialidad de la ciencia moderna son adjetivos que si bien encajaban en los discursos optimistas de la ciencia hasta principios del siglo XIX en los países desarrollados, nunca representaron en su totalidad a los subdesarrollados. En la actualidad en un contexto capitalista y neoliberal en el que aún existen caciques y caciqueados con posibilidad al libre mercado, no es válido suponer que la ciencia sigue siendo imparcial y neutra, ya que al estar sometida a relaciones e

interacciones políticas, sociales y económicas, el conocimiento como su principal desarrollo se traduce en un capital cognitivo que a ojos del capitalismo y del neoliberalismo, es natural mercantilizar, y es así como se ha incorporado a las lógicas de consumo de una sociedad sedienta por comprar.

Lo anterior es un hecho dominante en las prácticas tecnocientíficas y tiene gran influencia en las construcciones del pensamiento. No perdamos cuenta que “el primer paso a la libertad es recordar las dimensiones de nuestras cadenas”, así que negar la relevancia de la mercantilización de la ciencia y del conocimiento sería permanecer sujetos a su poder.

Ahora bien, la ciencia es un producto social e histórico que se ha forjado sobre ciertos escenarios políticos y económicos. No podemos negar que independientemente de sus beneficios técnicos (hecho irrefutable) también representa un poder hegemónico en el conocimiento y dadas sus características naturales, es una fuerza productiva de trabajo. Por otro lado las penetraciones sociales en todos los niveles son tan profundas y están tan normalizadas que muchas veces resulta inasequible para el mal observador (o perfecto acrítico) lograr separar una imposición simbólica de una elección analizada.

Sin embargo lo que sí podemos hacer, es mantener presentes estos aquiles incómodos para llevar a cabo lo que Bourdieu llama una revolución simbólica, con el fin de reestructurar los paradigmas de la ciencia moderna hacia una ciencia “transmoderna”, dialéctica, justa y más representativa de la realidad de los países subdesarrollados.

## **Revolución -verde- a la mexicana**

Sin duda la Fundación Rockefeller aprendió de lo sucedido durante el gobierno de Lázaro Cárdenas

cuando el conflicto petrolero. Es decir, Cárdenas al expropiar la industria petrolera prácticamente dejó boquiabiertas a las compañías extranjeras porque no esperaban que un gobierno mexicano, con *fama de traición entre sus más altos mandos, corrupción desde la colonia y con conflictos internos hasta el tuétano*, nacionalizara esas compañías -que ya estaban haciendo negocio- y las llevara frente a la junta de Conciliación y Arbitraje para obligarles a pagar \$26,000,000 de pesos a los obreros por salarios y prestaciones que se habían negado a pagar antes del conflicto petrolero (Taibo, 2015).

¿Cuál fue entonces la estrategia de Rockefeller al intervenir en México sin correr riesgo de *knock out*?. Esta vez la Fundación Rockefeller logró intervenir en el país en total acuerdo con el gobierno mexicano y subsidiando la creación de centros nacionales de investigación y desarrollo científico y de salud (CIMMyT, CIRNO, INIFAP). De esta manera si llegasen a existir percances, las nuevas agencias estarían exentas de sindicatos (porque eran centros científicos y dado el discurso de los centros de investigación científica en los que la ciencia es ajena a los conflictos sociales, las uniones -o sindicatos- nunca han sido necesarias) y las demandas que pudieren emerger, serían dirigidas directamente a la institución pública o al Estado, que en el caso de México, nunca sería capaz de responder adecuadamente debido a su síndrome de disfunción democrática.

Los costos de la Revolución Verde a nivel mundial fueron elevados: envenenamiento crónico de los campesinos causado por rociamiento de pulverizaciones de arsénico en campos de algodón al sur de los Estados Unidos (Shiva, 2000; Carson, 1962). Por ejemplo, un posible legado de este momento histórico es la concentración tan alta de arsénico en el arroz producido en Estados Unidos (0.26gr de arsénico por cada gramo de arroz; o sea entre 1.4 y 5 veces más que en Europa, India y Bangladesh) (Peplow, 2005); estandarización de técnicas de cultivo que no lograron más que una dependencia crónica por

parte de los agricultores, más deudas y con ello migración a otros terrenos con promesas laborales, evento que suscitó el empobrecimiento masivo de los campos y de sus cultivos (Shiva, 1992); ineficacia por parte de las autoridades para resolver los problemas que sucedieron después de la implementación de los ineficientes y reduccionistas programas de agricultura, tales como el surgimiento de nuevas plagas, problemas graves de salud en las poblaciones, encarecimiento de los productos básicos de alimentación, importaciones masivas de los mismos productos, y una lista sin fin de consecuencias que son síntomas de la unión entre la ciencia, el Estado y los intereses económicos de las transnacionales.

La industria que se profesionalizó durante la Revolución Verde lleva consigo el *secuestro* de los suministros alimentarios y la fabricación de materias sintéticas con propiedades insecticidas. Las semillas milagrosas no fueron más que *cosechas robadas* para su posterior reventa a precios altísimos, patentadas y con insumos como fertilizantes, herbicidas y plaguicidas que la mayor parte de los campesinos no pudieron costear (Shiva, 1991).

Por otro lado, pese a los costos ambientales y sociales de la Revolución Verde y de su “decaimiento” en los años setenta, a mediados de la década de los ochenta el terreno político nacional se consolidó para abrir el comercio de productos agropecuarios y forestales a nivel internacional. La entrada de México al Acuerdo General de Aranceles y Comercio (GATT) en 1986, el desmantelamiento de la Compañía Nacional de Subsistencias Populares (CONASUPO), y la firma y puesta en marcha del Tratado de Libre Comercio de América del Norte en 1992-94, coinciden con el cambio de un Estado benefactor<sup>73</sup>

---

<sup>73</sup> Instrumentaba políticas de bienestar social, fundaba instituciones cuyos objetivos eran proporcionar ciertos servicios sociales y asistenciales a los trabajadores. Además creaba condiciones favorables para que la burguesía, que hasta aquel entonces había sido débil y numéricamente escasa, se desarrollara y fortaleciera: hubo exención de impuestos, servicios subsidiados, mano de obra controlada y barata, y protecciones arancelarias (Revueltas, 1993)

al modelo neoliberal<sup>74</sup>, en el que la retórica obrerista y agrarista se supliría por el libre mercado.

Esta transformación de las políticas de México en realidad estaban en el aire desde los años setenta a nivel internacional. En los países industrializados se empezó a hablar de la necesidad de reformar o reestructurar el Estado porque se pensaba que las causas de la crisis imperante se encontraba en las políticas seguidas por el Estado benefactor. Por lo tanto, si el problema era el Estado, había que reformarlo y reducirlo, al igual que sus funciones. Según la directriz neoliberal el Estado debía cesar su función reguladora y dejar la actividad productiva en manos de la iniciativa privada y al libre juego de las fuerzas del mercado (Revueltas, 1993).

Para toda América Latina los programas neoliberales de estabilización y cambio estructural fueron prescritos por el Banco Mundial y el Fondo Monetario Internacional. Para los técnicos de estas instituciones, los países subdesarrollados adolecían de los mismos aspectos negativos que los países desarrollados: excesivo intervencionismo y, por consiguiente, excesivo crecimiento del aparato estatal, enorme burocratización, gastos deficitarios, etc., agravados además por la corrupción, la ineficiencia y el derroche de las élites gobernantes.

En países como México había que “adelgazar” al Estado en cuanto a lo administrativo, así como reducir el gasto público, el personal estatal, los gastos sociales, privatizar las empresas nacionalizadas, abandonar el proteccionismo que “había creado una industria costosa y de baja calidad, y renunciar a

---

74 Básicamente consistió (y consiste) en incluir políticas de ajuste macroeconómico (como la apertura comercial, la austeridad en el gasto público, y el pago de la deuda) y reformas estructurales (articuladas alrededor de tres ejes: el sistema fiscal para incrementar ingresos, la desreglamentación interna -que preveía la eliminación del control de precios, de las subvenciones y de cierta rigidez en el mercado del trabajo- y externa .apertura hacia el exterior mediante la reducción de derechos aduanales y el abandono del régimen de licencias de exportación así como el libre arribo de inversiones extranjeras-, y las privatizaciones (Revueltas, 1993).

las prácticas paternalistas y populistas” (Revueltas, 1993). En México las reformas al sector agrícola fueron determinadas por la estabilización y la reforma estructural de la economía y no tanto por las necesidades reales del sector agropecuario (Sánchez-Cano, 2014).

En nuestro país, el modelo neoliberal resulta como un verdugo y sayón porque desde la firma del TLCAN México depende cada vez más del exterior; promueve la desregulación y la liberación en nombre de la eficiencia, y al mismo tiempo aumenta las asignaciones discrecionales del gasto público para apoyar a sectores “ineficientes”, es decir, no productivos. El objetivo de esta canalización "ineficiente" de recursos es asegurar el consenso político en un contexto de ajuste estructural del que no se quiere perder el control. Y para mantenerse en el poder, la "fracción eficientista" tendrá que seguir canalizando recursos con el fin de compensar a los pobres y ganarse aliados mediante una intervención estatal de tipo discrecional (Dresser, 1992).

El gobierno mexicano anunció el TLCAN como una oportunidad para modernizar el campo mexicano, pero lo único que ocurrió fue que el Estado redujo su papel “rector” y comenzó a transferir el control de diversas empresas estatales a la iniciativa privada. Las tareas que realizaba Conasupo (compra y distribución de las cosechas de productores mexicanos) fueron privatizadas y ahora están en manos de grandes empresas. Las consecuencias de dejar de producir maíz y granos básicos (porque supuestamente era más barato adquirirlos en el extranjero), y en cambio de promover la siembra de productos de exportación como algunas frutas y hortalizas, fueron la suspensión del flujo de subsidios al campo, el abandono de los precios de garantía para los productores y se empezaron a dar únicamente estímulos compensatorios como Procampo (Ricardo Martínez en Camacho-Servín, 2016).

Lo anterior provocó la reconfiguración del mapa productivo mexicano donde las únicas ganadoras fueron las grandes empresas agroexportadoras, sobre todo del norte del país. Entre los efectos más negativos de dicha política, está la pérdida de rentabilidad de miles de pequeños y medianos productores, y por ende el aumento de la migración y la pobreza rural (Ricardo Méndez en Camacho-Servín, 2016).

El saldo del TLCAN es una burla a la situación económica y social de México. Desde su puesta en marcha ha provocado el “desmantelamiento” del sistema productivo agrícola mexicano, mediante políticas que dejan a millones de campesinos pobres sin respaldo alguno de las autoridades y que acentúan la dependencia del extranjero (Camacho-Servín, 2016). Según el reporte *Medición y análisis de la pobreza en México 2006-2015*, en 2014 (análisis más reciente), el país contaba con 55.3 millones de pobres (Camacho-Servín 2016), de los cuales 40% son agricultores y 30 millones viven en zonas rurales (Sánchez-Cano, 2014).

Así pues la transformación del Estado benefactor a un Estado neoliberal llevó consigo (entre muchas otras cosas) el desmantelamiento de CONASUPO y de la mayor parte de sus subsidiarias así como la firma y puesta en escena del TLCAN, eventos que en gran medida determinan la situación actual del maíz (y de la agricultura) en México, puesto que por un lado el sector campesino no tuvo oportunidad de recuperarse ni de adaptarse del colapso que sufrió tras las reformas estructurales de finales de los ochenta y principios de los noventa.<sup>75</sup>

---

<sup>75</sup> El nuevo modelo, excesivamente abierto al exterior, provocó un colapso en la economía mexicana puesto que de una economía cerrada se pasó abrupta y precipitadamente a una de las cinco economías más abiertas del mundo (Revueltas, 1993)

El Estado no tomó medidas para proteger a la industria interna ni elaboró un plan de desarrollo. Sin embargo a 23 años de la apertura del TLCAN, distintos líderes campesinos consideran que el gobierno mexicano podría aprovechar el anuncio del mandatario electo de USA, Donald Trump, sobre la renegociación del tratado para revisar diversos aspectos que no han dado buenos resultados, como el fortalecimiento del sistema de producción de semillas, fertilizantes y otros insumos agrícolas que hoy están en manos de compañías extranjeras (Alfonso Ramírez Cuéllar en Camacho-Servín, 2016), mismas que no pagan impuestos en México sino en sus países, con el argumento de que no puede haber una “doble tributación” (José Narro Céspedes en Camacho-Servín, 2016). Además el gobierno mexicano tiene la oportunidad (y obligación) de reconstruir el sistema de almacenamiento y comercialización de productos básicos; así como garantizar precios justos a los campesinos; eficientar el uso de agua de riego y revitalizar la banda de desarrollo que otorgaba créditos a pequeños y medianos agricultores (Ramírez Cuellar en Camacho-Servín, 2016).

Cabe mencionar que es necesario que el pueblo de México se una, pues las políticas públicas de un gobierno corrupto e indulgente nunca serán suficientes para restablecer la soberanía alimentaria del país. La formación y fomento de cooperativas de productores, mercados locales y agroecológicos en las ciudades y zonas rurales, huertos urbanos y escolares, sistemas de captación de agua pluvial tanto en las urbes como en el campo, entre otros, serían sólo el comienzo para contrarrestar los efectos de un sistema que es “antinosotros”.

## **El mercado de los transgénicos en el mundo y el discurso científico que lo hace posible**

En las dos conclusiones anteriores hemos considerado a la ciencia como un producto de la Modernidad

y del capitalismo (hecho que, dado su discurso, naturaliza que el conocimiento científico, como resultado más próximo de la actividad tecnocientífica, sea un objeto mercantilizable), y sobre la implementación del modelo neoliberal como causa de los males actuales de México. Sin embargo es complicado analizar ambos eventos, por más desnudos que estén, como sucesos que se conectan en algún punto y que tienen incidencia entre ellos.

Es por eso que resulta prudente hacer un breve análisis del discurso que legitima el mercado de los transgénicos en el mundo porque si bien no es un secreto que el monopolio de la venta, producción y distribución de este tipo de semillas está permitido por lo Estados en donde operan las compañías transnacionales, pocas veces tenemos en cuenta las redes causales, simbólicas y discursivas de su éxito. Posteriormente se hablará sobre el caso particular de México.

En un artículo de opinión encontrado en la red llamado *Agricultural input traits: past, present and future* escrito por Linda A. Castle<sup>76</sup>, Gusui Wu<sup>77</sup>, David McElroy<sup>78</sup> y publicado en Elsevier en Mayo de 2006, entré en conflicto con un término, *input traits*. Sin embargo al intentar buscar el significado me

---

76 Actualmente es Gerente del Programa Senior en la compañía Natera, dedicada a hacer pruebas y diagnósticos genéticos de rápido crecimiento con bioinformática patentada y tecnología molecular. De 2004 a 2013 fue Directora de Investigación, Descubrimientos y Tecnología en DuPont Pioneer. Además de 1998-2003 trabajó en la empresa Maxygen lidereando a los equipos de colaboración de socios para descubrir y evolucionar a los criterios comerciales el glifosato acetiltransferasa para la tolerancia al glifosato en múltiples plantas de cultivo (<https://www.linkedin.com/in/lindacastleli>).

77 Director Senior de Investigación en DuPont Pioneer desde 2004 a la fecha. Trabajó en Maxygen como científico de 1999 al 2004. Hizo sus estudios posdoctorales y trabajó en Monsanto de 1994 a 1999 (<https://www.linkedin.com/in/gusui-wu-6a6763110/>)

78 Es director Ejecutivo de Ingenza desde 2015. Fue cofundador de la empresa Nova Synthetix (RTP, NC) y de gas natural para la puesta en marcha de productos químicos. Anteriormente fue presidente de Target Growth (2007-2009), Director Senior BD de DuPont Pioneer & Ag (2004-2007), y Vicepresidente BD en Maxygen/Verdia (1999-2004). Además lidereó el proyecto Dekalb Genetics en Monsanto (1995-1999). Entre sus múltiples patentes se encuentran el uso de líneas de maíz resistentes al glifosato (Spencer T.M., Mumm R., Gwyn J.J., Stephens M.A., McElroy D. 2007. Use of glyphosate resistant maize lines. EP 0975778 B8); líneas de maíz resistentes a glifosato (Spencer T.M., Mumm R., Gwyn J.J., McElroy D., Stephens M.A. 1998. Glyphosate resistant maize lines. WO 9844140, US 08927368, US 2005/86719.); y promotores de maíz y sus métodos para usos posteriores (Para echarse el chisme completo, visitar <https://www.linkedin.com/in/david-mcelroy-6a56571a/>)

encontré con que seguía sin entenderlo en su totalidad, hasta que unas líneas después los autores dieron respuesta a mi ignominia:

*[...] cover transgenes that enhance or replace alternative farm inputs. These include herbicide, insect, and disease resistance traits that are able to substitute for pest-controlling crop protection chemicals. **Input traits can be seen as just the latest step in a long history of production enhancing technologies adopted in agriculture.***

Después de la apología al progreso que se echan, ponen una tabla que narra una muy -pero muy- breve historia de la domesticación de animales y plantas:

**Box 1** A brief history of technology adoption in agriculture.

Time	Technology development
10 000 BC	Domestication of plants and animals
8000 BC	Domestication of wheat and barley
3000 BC	Development of wine production
1000 BC	Ox-drawn plow improved Development of irrigation systems
1000s	Cultivation and fallow rotation cycle developed
1300s	Initiation of common land enclosure for sheep production
1600s	Grain and legume rotation cycle developed
1700s	Selective breeding of livestock Application of limestone fertilizer for farm soils
Early 1800s	Improvement in farm cultivation and crop processing tools Deployment of on-farm steam power Sale of mixed chemical fertilizers
Late 1800s	Construction of road, rail and canal systems for delivery and distribution
Early 1900s	Selective breeding of plants Development of agricultural chemicals industry Development of rail- and ship-based refrigeration systems for distribution
1930s	Development of hybrid corn
1950s	Freeze drying and food irradiation
1980s	Development of transgenic crops

Many unrecognized technologies have contributed to modern agriculture. Since the initial domestication of plant species, genetic modification by selective breeding has provided the modern crop varieties into which specific input traits are added by biotechnology methods.

Otenido de Linda A Castle, Gusui Wu and David McElroy. *Agricultural input traits: past, present and future*. ARTICLE in CURRENT OPINION IN BIOTECHNOLOGY· MAY 2006. Impact Factor: 7.12 · DOI: 10.1016/j.copbio.2006.01.011· Source: PubMed

En esta mirada otorgada por la Modernidad, se omiten datos curiosos e irrelevantes a primera instancia pero que si sometemos a ligeras reflexiones, resultan útiles para reconstruir la historia del hambre. Por ejemplo, para 1500 China e India ya tenían todo para el comercio: seda, té, cerámica y acero (la producción de acero en China data desde el siglo II, la de papel ha sido señalada desde el siglo VI y la impresión sobre papel desde el IX), acero con el que construyeron las vías de ferrocarril en UK<sup>79</sup>

79 Con mano de obra india y africana

(Dussel, 2013), y posteriormente en EEUU<sup>80</sup> en la segunda mitad de 1800 para que transportaran los primeros productos del riego intensivo<sup>81</sup> (Maciel, 2015).

Simplemente para que la Ruta de la Seda, la Ruta de las Especias, y la Ruta del Té fueran de las redes de rutas comerciales más organizadas en el siglo I, y que se extendieran por todo el continente asiático conectando a China con Mongolia, India, Persia, Arabia, Siria, Turquía, África y Europa, forzosamente tenía que haber una seria domesticación de animales de carga, un desarrollo fuerte en cuanto al transporte marítimo, y por su puesto un sistema de agrícola bastante avanzado (Dussel, 2013).

Recordemos que la economía agrícola (precedida por las aldeas agrícolas, establecidas 7000 A. P.) fue el fundamento para el surgimiento de sociedades jerárquicas organizadas en las que existían grupos de élite que controlaban el poder político y ritual (Hansen, 2014). En este sentido, China e India ya eran sociedades “modernas” y organizadas, mientras que Europa simplemente era una cultura “periférica”.

En el mismo sentido, antes de las colonizaciones, en Mesoamérica ya había un sistema de policultivo eficiente y hasta adelantado para su época. En el México prehispánico hasta la cultura maya -que era la más pacífica-, dedicaba seis meses a la agricultura y seis meses a la guerra, coincidiendo con los temporales de lluvias y de secas, y haciendo uso de la obsidiana como herramienta para la caza, la agricultura, arma de guerra y sacrificios. También en la cultura maya existió una relación estrecha entre el comercio y los sistemas agrícolas:

*El surgimiento de los mercaderes durante el Preclásico y el Clásico, facilitó el*

---

80 Por mexicanos

81 Cultivado también por mexicanos, así que no es momento de quejarse ahora por las migraciones que ellos mismos provocaron

*crecimiento de las clases media y alta, en las ciudades Mayas. La clase media no tan conectada a los mercaderes, sino a los intermediarios como artesanos y artistas que producían objetos para el comercio. Los agricultores Mayas de cacao y otros productos deseados, lo transportaban en sus espaldas o en canoas para secarlo y venderlo a los mercaderes más poderosos, lo llevaban tan lejos como a Teotihuacan, así como a la Cultura Taina del Caribe y los Quechuas de Sudamérica.*

(Hansen, 2014)

Si elaborásemos una revisión exhaustiva sobre los sistemas agrícolas, jerárquicos y sociales de las “periferias” antes de que Europa se proclamara el eje central de la razón y lo llevara como consigna a las nuevas colonias, corroboraríamos que la historia que se enseña está narrada conforme la visión optimista de los conquistadores, y que algo sucedió en el trayecto tradicional oral, que tal parece, el discurso del progreso permaneció inmóvil e inquebrantable desde ese entonces hasta nuestros días.

Sin embargo, una colonización es o no es, y para el léxico resentido de los oprimidos (los cuales, según Dussel son los únicos que tienen derecho a hacer un gran discurso), no existen puntos medios para las colonizaciones. Representar la historia y desarrollo de la agricultura como un fenómeno suscrito a los avances tecnológicos, no sólo omite en su repertorio discursivo partes esenciales de la misma historia haciendo parecer que sin ayuda de la tecnología, la agricultura no hubiera “progresado”<sup>82</sup>, sino que es la forma perfecta para que con ayuda del poder legitimador de la ciencia, las lógicas “blancas” se interioricen y normalicen en una población del color que sea.

Si consideramos que las flechas, los caballos y rifles ya pasaron de moda, y que algunas de las nuevas conquistas surgen desde el poder poshegemónico de la ciencia, entonces podremos entender la perspectiva tan feliz con la que Castle, Wu, y McElroy nos dan las cifras relacionadas al cultivo de

---

82 Entendiendo por Progreso como un mito.

transgénicos al rededor del mundp (la medición en hectáreas es mía):

*[...] Desde la primer introducción comercial, los cultivos transgénicos contienen input traits que han sido rápidamente adoptados en muchos mercados importantes de agricultura y se han incrementado las cosechas en más de 950 millones de acres (385 millones de hectáreas). Sólo en 2004 se cultivaron 200 millones de acres (82 millones de hectáreas) de transgénicos en aproximadamente 17 países, con un valor estimado a su mercado de 4.7 billones USD. Los países con mayor número de cultivos biotecnológicos son (en millones de acres) USA (117.6 [47.591032ha]), Argentina (40.0 [16.1874ha]), Canadá (13.3 [5.382319ha]), Brasil (12.4 [5.018102ha]) y China (9.1 [3.68264ha]) [...] Las tasas de adopción global de insumos de OGM ha crecido 10% o más por año desde 1996, y se prevé que siga creciendo a este paso [...]*

A nivel mundial entre los *input traits* ofrecidos a los campesinos, el que ha tenido mayor éxito de ventas es el de resistencia a los herbicidas. Los frijoles de soya resistentes al glifosato fueron de los primeros cultivos transgénicos llevados al mercado y con una rápida adopción, al punto que más del 85% de los frijoles de soya en EEUU y el 56% de frijoles de soya en el mundo, son ahora resistentes al glifosato. El uso de algodón, canola y maíz resistentes al glifosato<sup>83</sup> también van en rápido aumento, especialmente cuando se combinan con resistencia a insectos (Castle *et al*, 2006). En los últimos años, Monsanto otorgó la licencia del *trait* a muchas compañías semilleras, esparciendo así la penetración profunda de éste en el mercado global. El *trait* GA21 para el maíz resistente al glifosato, se basaba en la modificación de un gen *epsps* del maíz, que en gran medida, fue sustituido por variedades con el *trait* NK603, que tiene dos copias de CP4 *epsps* con diferentes promotores con mejor expresión en los meristemas.

La venta comercial de productos transgénicos a nivel mundial se abrió en 1995<sup>84</sup> con la canola LibertyLink resistente a herbicidas de fosfinotricina (*pat*), y con calabaza amarilla Prelude II resistente

---

83 La resistencia al glifosato se consigue en las marcas Roundup Ready (Monsanto, St. Louis, MO) mediante la expresión de un gen que codifica *Agrobacterium* modificado para el herbicida de la enzima insensible CP4 enolpiruvil-shiki-mate-3-fosfato sintasa (*epsps* CP4) que está dirigido al cloroplasto.

84 El año coincide con la penetración del modelo neoliberal al rededor del mundo.

al virus de mosaico del melón 2 (WMV2) y al virus de calabaza amarilla (ZYMV). Entre 1996 y 1998 salió al mercado una variedad amplísima de semillas transgénicas, mismas que de 2001 a 2005 fueron sometidas a refinamiento y puestas a la venta como la “segunda generación” de *input traits* con características tan seductoras y artificiales como Kim Kardashian: “stacked genes” (genes apilados que combinan rasgos de resistencia a herbicidas e insecticidas); doble modo de acción (por ejemplo, dos genes diferentes Bt combinados en un sólo producto) para mejorar la resistencia a los insectos, y mejorar el rendimiento de los *traits* (por ejemplo, incrementar el espectro de insectos diana).

El algodón Bollgard II (*cry1Ac, cry2Ab2*) de Monsanto fue el primer producto de la segunda generación introducido al mercado en 2003. El algodón Widestrike (*cry1Fa, cry1Ac*; Dow AgroSciences) y el maíz YieldGard Plus (*cry1Ab, cry3Bb1*; Monsanto) son los productos recientemente liberados con genes Bt apilados. Es probable que estos productos, también llamados *Triple-stack traits* (genes Bt duales combinados con resistencia al glifosato o al glufosinato), reemplacen a muchos de los productos con *traits* individuales (Castle et al., 2006).

En 2005, el algodón Roundup Ready Flex de Monsanto fue desregulado (se removieron las regulaciones o restricciones legales) por la USDA en 2005, su venta comercial inició en 2006. El algodón Felx contiene un cassette de segunda expresión (second expression cassette) de CP4 *epsps* con un promotor de meristemas activo, lo que permite una ventana de aplicación extendida y la aplicación de glifosato mayor tarifas. El betabel azucarero Roundup Ready fue aprobado para ser vendido en EEUU, pero se enfrentó a la oposición de las refinerías de azúcar y a los fabricantes de alimentos. (<http://www.pjbpubs.com/plantbio-tech/index.htm>).

Muchos productos de protección contra los insectos están cerca de ser comercializados o en las etapas finales de desarrollo. Por ejemplo, las líneas de maíz híbrido Herculex RW (*cry34Ab1*, *cry35Ab1*, *pat*) y el amplio espectro, triple-stack Herculex XTRA (*cry1F*, *cry34Ab1*, *cry35AB1*, *pat*) que son resistentes a herbicidas Liberty, plagas de lepidópteros y al gusano de la raíz del maíz, desarrollado por Dow AgroSciences y Pioneer Hi-Bred, están disponibles comercialmente desde 2006. Los productos de algodón VipCot resistente a lepidópteros con la única proteína vegetativa insecticida proveniente del Bt, el Vip3A, podría ser también introducido en los próximos años por Syngenta en colaboración con Delta y Pine Land Company (Scott, MS). Una segunda generación de productos de maíz Roundup Ready YieldGard RW (CP4 *epsps*, *cry3Bb1*; Monsanto) tolerante al gusano de raíz del maíz pero que carece del gen antibiótico *nptII* está en la última etapa desregulatoria por la USDA. Syngenta también tiene un producto del gusano de raíz del maíz (*cry3A* modificado) con aprobación regulatoria pendiente.

A nivel internacional, los nuevos productos transgénicos incluyen híbridos de algodón resistentes a insectos en India y un arroz resistente a insectos en China e Irán; todos desarrollados con genes Bt. La empresa Bio ([http://www.bio.org/speeches/pubs/er/agri\\_products.asp](http://www.bio.org/speeches/pubs/er/agri_products.asp)) predijo que los transgénicos que encabezarán el mercado en los próximos seis años incluyen: lechugas y fresas Roundup Ready, arroz LibertyLink, frijoles de soya con protección a insectos, manzanas y productos de maíz, plátanos y canola resistentes a enfermedades y maíz tolerante a la sequía.

Hasta aquí podemos notar que la producción y avance en el campo de las plantas transgénicas, no ha cesado desde que salió la primera variedad de estas al mercado. La clave del éxito que las empresas semilleras han tenido para lograr posicionar sus variedades de plantas transgénicas y productos

químicos, radica en el discurso con el que las promueven y en los científicos que apoyan públicamente este tipo de tecnologías. Un ejemplo de las lógicas empresariales lo podemos encontrar en la página de Pioneer (<http://www.pioneer.com/usa/research/pipeline/index.htm>) de la siguiente manera:

***Given that weeds, insects, bacteria, viruses, nematodes, and fungi will not go away, new and different traits will always be needed to combat future pests. The first alternate mode of action trait for glyphosate resistance, detoxification by glyphosate N-acetyltransferase, is being developed by Pioneer Hi-Bred and is slated to be offered in combination with resistance to sulfonylurea herbicides. Dual herbicide resistance products will offer all the advantages of glyphosate resistance with the additional benefits of two modes of action for resistant weed management.***

*When the major lepidopteran and coleopteran pests are controlled, secondary pests such as nematodes and sucking and chewing bugs emerge as the next targets for pest resistance traits. Novel Bt crystal proteins could provide some protection, but new modes of action are needed not only for controlling new insect targets but also for insect resistance management of the current targets.*

*The vegetative insecticidal proteins produced by Bt are unrelated to Bt crystal proteins and represent a new source of active insecticidal agents. Protein TcdA isolated from *Photorhabdus luminescens*, a symbiotic bacterium associated with soil nematodes, is another example of a non-Bt insecticidal protein shown to confer insect resistance. With the impending ban on methyl bromide soil fumigation owing to environmental concerns, nematode control will be an emerging market that has not been previously addressed by transgenes.*

Si bien todo el fragmentito es bastante interesante, lo que más llama la atención (marcado en negritas) es que siguen tomando a las plagas como lo hacían los pioneros de la Revolución Verde texana ¡en 1900!. Esto nos hace inferir que los discursos de la ciencia para legitimar sus actividades siguen siendo los mismos, poseen lógicas colonizadoras y reduccionistas (por lo tanto jamás podrán resolver la raíz del problema del abastecimiento de alimentos o mejoramiento de técnicas de cultivo), y lo más preocupante de todo es que estas abstracciones de hace dos siglos permanecen vigentes de una u otra forma en la memoria colectiva.

En el caso particular de la normalización de lógicas extractivistas, exportacionistas, reduccionistas, y a favor de los transgénicos en México<sup>85</sup>, el aparato científico-político del que he venido hablando durante todo el trabajo, es quien conduce la penetración masiva de estas concepciones e intereses estrictamente mercantiles. Un ejemplo notable es el de los académicos dedicados a investigar y producir organismos genéticamente modificados (OGM). Esta rama de la biotecnología se encuentra impulsada y dominada por gigantescas corporaciones, como Monsanto, Bayer, Syngenta, Pioneer y Dow (Toledo, 2013).

A manera de ejemplo Toledo (2013) realizó un breve recuento de afirmaciones realizadas reiteradamente por el prestigiado investigador Emérito y Coordinador de Ciencia y Tecnología e Innovación de la Presidencia, Francisco Bolívar Zapata<sup>86</sup>, tomadas de varias conferencias como las ofrecidas el 26 de abril de 2013 en la Facultad de Química de la UNAM, y el 20 de septiembre pasado en la Judicatura Federal:

*Gracias a los transgénicos, ahora se podrán combatir todas las plagas de las siembras (...) ahora tenemos la oportunidad de producir alimentos que no necesitarán esas sustancias plaguicidas, porque ya está probado que las siembras de transgénicos, no utilizan ninguna forma de plaguicida” (...) Además, está probado, que los OGM no afectan la biodiversidad” (...)Está probado que la alimentación con transgénicos es totalmente sana. No existen pruebas sólidas de problemas de salud”*

85 Que bueno, sucede en todo el mundo, pero por el interés del trabajo sólo me enfocaré para este caso, en México

86 Fundador en 1982 del Centro de Investigación sobre Ingeniería Genética y Biotecnología de la UNAM. En 1991, la UNAM transformó a este Centro en el Instituto de Biotecnología y Bolívar fue nombrado su primer Director, cargo que ocupó hasta 1997. Ese año fue designado Coordinador de la Investigación Científica de la UNAM, puesto que ocupó por tres años. En el período 1996-2000 fungió como Vicepresidente y Presidente de la Academia Mexicana de Ciencias (AMC). Asimismo, fue miembro de la Junta Directiva de la UAM de 1997 a 2005 así como integrante de la Junta Gobierno de la UNAM de 2002 a marzo de 2012. También perteneció a la Junta de Gobierno de la Universidad Autónoma del Estado de Morelos de 2009 a 2012 (<http://www.ibt.unam.mx/server/PRG.base?tipo:doc,dir:PRG.curriculum,par:bolivar>). Sus innumerables distinciones lo convierten en el científico mexicano más premiado de toda la historia. Destacan dos premios nacionales, el Premio Príncipe de Asturias de España y el premio de The Third World Academy of Sciences. Jugó un papel central en la elaboración y apoyo para que el Congreso de la Unión aprobara en 2004 la Ley de Bioseguridad de los Organismos Genéticamente Modificados, conocida como ley Monsanto. Su papel en favor de esta norma fue criticado en su momento por organizaciones sociales, ambientalistas y académicas que se oponen a esos organismos. En septiembre de 2012 Peña Nieto lo nombró Coordinador de Ciencia y Tecnología e Innovación de la Presidencia de México. (<http://www.jornada.unam.mx/2013/10/21/opinion/020a2pol>).

*(...) Se habla mucho de un estudio que hicieron en Francia, por un tal Seralini” que no tiene ningún valor científico, porque usó ratas que de por sí se producen cáncer”  
(...) Existen las compañías que producen plaguicidas, y como los transgénicos ya no los necesitan, están desesperadas por volver a tomar el mercado (Por ello) esos grupos que están queriendo detener los transgénicos (...) son grupos pagados por las compañías productoras de plaguicidas.*

Sin embargo tanto el maíz como la soya transgénicos requieren del glifosato, herbicida al que son tolerantes y es producido por las mismas compañías. Aunado a ello, la aparición de malezas resistentes a ese herbicida es común, por lo tanto los cultivos transgénicos requieren de más pesticidas como el paraquat (prohibido en Europa), la atrazina y el 2,4 D. Por ejemplo, en Sudamérica, donde la soya transgénica se ha expandido de forma inaudita, existe una correlación directa con el incremento de los pesticidas. En cuanto lo anterior Toledo (2013) señala que en 2010, casi la mitad de las ventas de pesticidas de Brasil fueron para los cultivos de soya, y en Argentina, Bolivia y Uruguay la cantidad de glifosato utilizado rebasó los 225 millones de litros. Las aplicaciones se realizan con avionetas fumigadoras y con grandes maquinarias que rocían los campos.

Además afirmar que los cultivos transgénicos son alimentos sanos resulta sumamente arriesgado. La evidencia del estudio publicado por Séralini (que alimentó ratas durante toda su vida con granos de maíz de Monsanto MON NK603) llama al menos a ser precavidos. Las ratas del laboratorio generaron tumores de mama (hembras) y sufrieron daños severos al hígado y al riñón (machos) que les provocaron la muerte (Séralini *et al.*, 2012)

Monsanto pretende introducir el mismo grano en el norte de México (Sinaloa, Chihuahua, Durango y Tamaulipas) en un país cuyos ciudadanos consumen cada año 12 millones de toneladas de maíz. Finalmente nadie, y menos un académico, puede ignorar a los más de 2 millones de ciudadanos que salieron a las calles de 436 ciudades de 52 países para protestar contra Monsanto y los alimentos

transgénicos el 24 de mayo de 2013, acto a escala global que se repitió el pasado 12 de octubre. (Toledo, 2013).

Por otro lado tenemos que hacer hincapié en que la LBOGM (encabezada Bolívar Zapata junto a otros miembros de la Academia Mexicana de la Ciencia y algunos actores de empresas privadas dedicadas al “nuevo agro”), es una ley hecha para los transgénicos y las empresas semilleras y químicas que se dedican a su distribución, y no para salvaguardar las variedades nativas de México. Lo que yo me pregunto es ¿en qué momento y por quienes están siendo evaluados este grupo de expertos?. Sí, sabemos que la CIBIOGEM fue creada con esta la finalidad. Sin embargo ¿cómo podemos estar seguros que las evaluaciones hechas son llevadas a cabo sin ningún conflicto de intereses cuando muchos de los participantes de la LBOGM tienen nexos con empresas privadas semilleras y patentes (que han alimentado su currículum y cartera) relacionadas directamente con el desarrollo de semillas transgénicas?. Además ¿por qué este grupo de científicxs está conformado por aquellos que únicamente están posicionadxs a favor de esta tecnología y su implementación a campo abierto?, ¿por qué, dado que este asunto es una problemática que nos afecta a todxs, no ha habido un debate real y público con lxs científicxs oponentes?, ¿por qué no se ha formado un grupo metadisciplinario para proponer otras alternativas menos...coloniales?

No cabe duda que el discurso como herramienta de legitimación es tan poderoso como las redes de relaciones extraoficiales que hacen posible que la hegemonía de la ciencia permanezca de forma inmaculada desde el pueblo hasta las élites más altas del poder. Sin embargo cambiar las lógicas de éste discurso equivaldría a un jaque no sólo al sistema ortodoxo científico, sino a sus abstracciones capitalistas.

## **Sobre el maíz en México y la perpetuación hegemónica de la autocomplacencia**

Es falso que la ciencia genere conocimiento y herramientas independientes al Estado y sin fines de lucro. Es mentira que sea neutra, pura e imparcial. Los resultados de la ciencia son cómplices del caciquismo neoliberal con los mismos tintes imperialistas con la que se concibió como hija de la Modernidad. Es más, hoy en día, las élites científicas siguen cumpliendo al pie de la letra los mandatos coloniales pero con un poder dogmático tal, que ni si quiera sus ámbitos más alternativos han logrado desprenderse del lastre “progre” del siglo XVIII.

Las ideas modernistas clásicas de la ciencia que la conciben como una fuerza icónica del razonamiento, de la transparencia y del bienestar público automático, han sido utilizadas para fomentar la creencia pública y política de que cualquier forma o trayectoria de la innovación tecnocientífica que sea planteada por la ciencia deviene de la naturaleza, y por esto mismo, se encontrará fuera del alcance de las decisiones de los hombres (Wynne, 2006). Este mito autocomplaciente es la clave de la perpetuación de lógicas reduccionistas, excluyentes con otras aproximaciones del conocimiento pero imperialistas a la hora de abrir mercado, y por lo tanto lógicas de consumo.

La ciencia está invadida por los imaginarios humanos implementados por el comercio de los elementos apropiados de la naturaleza, y contribuyen al control y la manipulación suficiente para obtener el dominio político-económico de los mercados y de las cadenas de abastecimiento.

Esta ciencia está amordazada y se encuentra determinada por intereses que sirven a un poder comercial, político, ilegítimo e injusto. Es por eso que la ciencia moderna no solamente es un producto

sociocultural, también es político y con intereses económicos; además representa un poder hegemónico frente a otros conocimientos y un poder simbólico porque crea leyes para legitimar y legitimarse en ellas.

Negar lo anterior sería posicionarse en el discurso estándar de la ciencia, un discurso cuya obsolescencia no es vista porque en la cotidianeidad no es cuestionada, y no es cuestionada porque en los centros generadores de conocimiento científico (como las universidades) se enseña a reproducir y perpetuar, pero nunca a objetar.

En relación a esto la ciencia y tecnología no sólo crean modelos, también generan incertidumbre y por consiguiente ignorancia social (Wynne, 2006), sin embargo pocas veces reconoce que existen “incógnitas desconocidas” respecto a los desarrollos tecnocientíficos. En el caso de los cultivos transgénicos, quienes abogan por ellos no admiten la impredecibilidad de estos cultivos fuera de los laboratorios. La condición de ignorancia aunada a la actitud estándar de los científicos, repercute en que las alternativas emergentes en distintas áreas<sup>87</sup> a hechos como el “hambre crónica” sean condenadas “imaginaciones de algunas frentes delirantes” por ser “irracionales y supersticiosas”.

Por ejemplo los agroecosistemas de cooperación orientados a la agrobiodiversidad tradicional han sido reconocidos desde hace tiempo incluso por los analistas occidentales modernos, *como una cultura innovadora y no una cultura aniquilosa* (RAFI-UNDP, 1994; Hobart, 1993; Leach *et al*, 2010). Pero esta afirmación no ha sido tomada en cuenta y ha sido incluso desechada por ciertos organismos

---

87 Como la posibilidad de un trabajo conjunto para innovar a través de una ciencia diferente, ilustrada, más justa y sostenible.

científicos encargados de la política comercial, debido a que representa una forma epistémica y cultural respetuosa de la complejidad, del desarrollo a largo plazo y de la redistribución de propiedades comunales que no es congruente con el engrandecimiento de los poderes económicos privados, ni con los intereses que controlan las concentraciones económicas, intereses que han entretejido las actuales culturas científicas e instrumentales de occidente que han entreverado la injusticia y la no-sostenibilidad dentro del tejido de sus propias estructuras epistémicas institucionales (Wynne, 2006).

El caso de maíz transgénico es sólo la punta del iceberg pero representa una problemática compleja a nivel nacional e internacional, que de no ser tomada con la seriedad suficiente, los resultados de las políticas imperialistas y neoliberales ejercidas en países subdesarrollados podrían ser catastróficos para todo aquel que no se encuentre en el directorio de las élites en el poder.

El tema de la introducción de los transgénicos a México no se trata de la “modernización” del agro, sino de la imposición de nuevas estructuras de poder, comerciales y culturales, puesto que la biotecnología genética está dominada por el sector privado (principalmente por cinco poderosas transnacionales). Lentamente estas transnacionales se han impuesto para que las leyes mexicanas las favorezcan y avalen sus estructuras de poder.

Si se generalizara el uso de semillas transgénicas habría un cambio fundamental en la toma de decisiones de los agricultores tanto pobres como empresariales. En primer lugar, renunciarían a la tradición milenaria de producir semillas. En segundo lugar, no habrían los procesos de adaptación que existen en todas las regiones de México. Y en tercer lugar se perdería el acervo y diversidad genética de los cultígenos mesoamericanos. Todo para satisfacer los negocios de las transnacionales y sus aliados

gubernamentales.

Los argumentos que se han esgrimido acerca de las amenazas de los transgénicos a los maíces son: que el maíz es un grano de polinización abierta y fertilización cruzada. Las compañías semilleras aducen que se hará sólo en terrenos “libres” de maíces indígenas o nativos. Por ello hay un esfuerzo mayor de los científicos ligados a las transnacionales y de algunas instituciones públicas que intentan mostrar que es reducida la posibilidad de intercrucía de polen entre las plantas transgénicas, las indígenas y los teocintles. Para ellos, la contaminación es un problema de distancias entre el cultivo transgénico y el de los maíces nativos. Sin embargo, este argumento ha sido refutado una y otra vez por distintos especialistas del tema. El aislamiento total es imposible. La dispersión a larga distancia del polen ocurre con una fracción pequeña del polen total, lo que hace que simplemente se reduzca la velocidad de contaminación, pero no la evita. La argumentación de que el maíz transgénico de los campos de experimentación no pueda contaminar los maíces nativos por polinización es deliberadamente engañosa (Álvarez-Buylla, 2005).

Si bien el flujo genético por factores bióticos es importante, es necesario destacar la importancia de los flujos sociales (Álvarez, 2005). Existe un intercambio milenario entre productores campesinos que no se puede controlar con leyes *ad hoc* para favorecer la propiedad intelectual de las transnacionales. Basta que un campesino siembre deliberada o accidentalmente semillas transgénicas junto con las semillas indígenas nativas para que aquellas contaminaran a las demás.

Además, lo grave sería que el fenómeno de *gene stacking* sucediera y convirtiera los maíces indígenas en el basurero genético de las transnacionales (Bellon y Berthaud, 2005). Este fenómeno se da porque

los transgenes de distintos orígenes y posiciones en el ADN, se van acumulando en las variedades. Es posible que estos transgenes no tengan una expresión visible inmediata (Turrent, 2008). Al respecto Boege (2008) menciona que existe la posibilidad de que por medio de variedades indígenas se transmitan transgenes resistentes a herbicidas a las variedades silvestres, pudiéndose generar superinfestaciones de las mismas en los cultivos.

Los pueblos indígenas y las comunidades campesinas, con sus agroecosistemas tradicionales, tienen los reservorios de germoplasma mesoamericano más importante del país y del mundo, cuyo valor no es reconocido por la sociedad en su conjunto. Este patrimonio representa -en los recursos biológicos y genéticos colectivos de los pueblos indígenas- un importante potencial para la conservación *in situ* y desarrollo del país en el sentido de que 1) dicha conservación -de los maíces indígenas- no sólo responde a la necesidad de enfrentar con el acervo genético situaciones adversas actuales y futuras para el sistema alimentario nacional y mundial, sino que los maíces están adaptados a condiciones ambientales desfavorables que se podrían intensificar con el cambio climático. 2) La tradición y el conocimiento de los pueblos indígenas radican principalmente en la cultura del maíz. 3) Es fundamental reconocer los recursos genéticos, los saberes y los conocimientos del maíz y de la agrobiodiversidad para la supervivencia de los pueblos indígenas, la autosuficiencia alimentaria y la soberanía nacional (Ortega, 2003).

La situación para México en torno al debate del maíz transgénico es grave, no sólo porque México se considera como el centro de origen y diversificación del maíz, sino porque las variedades de germoplasma nativo representan más que un producto alimenticio, simbolizan una cultura, una forma de vida y parte de nuestra raíz. Visto de esta manera el maíz es más que una mercancía, es un bien

común que por ningún motivo debe ser despojado de los campesinos e indígenas que lo han diversificado a lo largo del tiempo, volviendo las estrategias de cultivo y domesticación un conocimiento tradicional y parte del patrimonio biocultural mexicano.

La conservación del patrimonio albergado en el maíz indígena es obligación de las instituciones estatales y públicas encargadas de resguardar el reservorio genético del país; del Estado como principal responsable de las necesidades y demandas del pueblo en materia de soberanía y autosuficiencia alimentaria nacional, así como de colaborar junto con la sociedad en general para vigilar que estas acciones se lleven a cabo conforme a los intereses de las mayorías mediante la participación ciudadana en políticas públicas. En caso de que el Estado contrariase las necesidades de la Nación, es obligación de la sociedad reclamar el derecho a gobernar y gobernarnos por medio de organizaciones pacíficas, cooperativas y asambleas populares que permitan encontrar y llevar a cabo alternativas éticamente apropiadas.

## **Las excepciones son poemas**

¿Qué se puede hacer frente un panorama un tanto desalentador y aparentemente poco libre?. Primero informarnos y hacer una profunda biopsia de cada nuevo código que adquiramos, pues es la base de todo buen desilusionado. Después y antes de cometer suicidio recordemos a “Juanga” y todas sus enseñanzas<sup>88</sup> (opcional). Otra alternativa sería encontrar algo de inspiración de otras experiencias. Existen algunas excepciones casi poéticas, y basta con que una sea exitosa para que la agricultura intensiva sea cuestionada. En el siguiente diálogo podremos encontrar las experiencias de tres regiones

---

88 [...] *Pero qué necesidad, para qué tanto problema, no hay como la libertad de ser, de estar, de ir, de amar, de hacer, de hablar, de andar así sin penas [...]*

que han llevado a cabo alternativas distintas y a contracorriente del sistema.

El caso de Cuba es digno de tomarse en consideración. Esta isla caribeña vista con desdén por no tener internet hasta hace poco es un ejemplo de resistencia contra el imperialismo *yankee*. Es bien sabido que Cuba quedó inmovilizada después de la caída del bloque socialista; anteriormente los insumos agrícolas que la isla recibía provenían de diferentes lados del mundo. Mientras que en México se estaba firmando el Tratado de Libre Comercio de América del Norte, en Cuba se establecía un bloqueo comercial por parte de los países que no fueran socialistas (o sea todos menos la URSS y China). Esto dejó a la isla sin recibir insumos agrícolas, farmacéuticos, combustibles y todo lo que un país recibe al tener abiertos acuerdos comerciales internacionales; la isla quedó paralizada. A este periodo se le llama El Periodo Especial. La estrategia (militar) que llevó a cabo el nuevo Estado cubano fue la de una recampesinización en las urbes y un impulso de la misma en las zonas rurales.

Hoy en día existe un movimiento a lo largo de la isla que consiste en granjas agroecológicas, orgánicas y tradicionales. Cada provincia tiene su mercado y todos los mercados son suministrados por sus mismos habitantes. Todos los habitantes han participado en algún momento de sus vidas en labores del campo, ya que es obligatorio que las escuelas (primarias, secundarias, preparatorias y universidades) destinen una parte del curso al trabajo agrícola. El resultado es que nadie en Cuba muere de hambre. Todos pueden consumir agua del grifo porque las aguas que los rodean no están contaminadas y son potables. Las tasas de diabetes y obesidad son de las más bajas a nivel mundial. Y su soberanía alimentaria, médica y escolar son un ejemplo de resistencia.

Por otro lado, el ejemplo de India también es una excepción poética. Si bien existen muchísimos conflictos a lo largo y ancho del país también existen esfuerzos dignos de mencionar en cuanto a

conservación de la biodiversidad de semillas así como de su conocimiento y utilización tradicional. La Fundación Navdanya canaliza sus esfuerzos en 18 estados de India con productores de semillas orgánicas. Además en las últimas dos décadas, ha ayudado a 122 comunidades a crear bancos de semillas, y entrenado a aproximadamente 5,00,000 campesinos en materia de soberanía alimentaria y de semillas, y en agricultura sostenible. Navdanya también es un centro de aprendizaje en conservación de biodiversidad y granjas orgánicas. Además está activamente envuelta en el rejuvenecimiento de conocimiento y cultura indígena. Se ha creado una conciencia sobre los peligros de la ingeniería genética, defendido conocimiento de la gente de la bio-piratería y de los alimentos.

Otro caso fructífero en India es el Centro de Investigaciones M.S. Swaminathan Research Foundation localizado en Madras, el cual no sólo tiene en sus laboratorios el germoplasma *ex situ* y hace biotecnología de punta, sino que tiene convenios firmes con las comunidades que conservan *in situ*. Su compromiso es simple, funcional y épico: si se pierde por alguna razón el germoplasma nativo en las comunidades, la fundación lo repara. El programa promueve la evaluación, conservación y manejo sustentable de los recursos biológicos colectivos, con comunidades con especial hincapié en el trabajo de equidad de género. De esta manera se establecen programas conjuntos para áreas protegidas en peligro de conservación de biodiversidad por parte de las comunidades, bancos comunitarios de germoplasma en una relación entre la conservación *in situ* y *ex situ*. Además, se desarrollan las políticas de denominación de origen y marcas campesinas.

Estos tres casos son poéticos porque son dialécticos. Las lógicas con las que se han llevado a cabo son completamente incluyentes y basan sus principios en la colectividad, donde el conocimiento y aporte de un científico es igual de válido que el de un campesino o indígena. También son ejemplos de lucha y

resistencia pues en ambos países las condiciones sociales, económicas y políticas han sido bastante conflictivas, pero eso no ha sido un obstáculo para organizarse.

## **Las propuestas**

Cambiar las lógicas del mundo actual no es tarea fácil, y aunque el cambio comienza en unx, éste no puede limitarse al individuo porque esa es la salida cómoda que ha dejado capitalismo, por lo tanto la resignación disfrazada tampoco es una opción viable.

Mirarnos unos a otros podría ser un buen comienzo, siempre y cuando lo hiciéramos asumiéndonos como productos no terminados y con opción al cambio, de esta forma el riesgo de caer en comparaciones mal entendidas pasaría por una alquimia simbólica y no existirían los complejos de inferioridad/superioridad, sino las acciones retroalimentativas. Por consiguiente el método científico tendría que ser suplido por la dialéctica; la sociedad por comunidad; el libre mercado por soberanía económica, y un profundo etcétera.

Pasar de la observación a la acción colectiva posibilitaría una transformación inédita en la red de sistemas en la que nos encontramos. En el caso de la ciencia una opción sería replantear sus ejes ontológicos hegemónicos y colonizadores, con fines de reestructurarla como una ciencia dialéctica y transmoderna, cuyo conocimiento, visto como bien común, se tornara independiente de las estructuras del poder y en diálogo con otras áreas del conocimiento.

¿Por qué cambiar en un sentido dialéctico las lógicas de la ciencia?. Pues bien, como se ha venido

discutiendo en todo este trabajo de investigación, la profesionalización de la ciencia moderna es producto de un tiempo determinado, de ahí parte que la producción del conocimiento científico sea hecho bajo ciertas lógicas, lógicas que se han ido estilizando conforme el paso del tiempo y de las corrientes de pensamiento características de cada época.

El problema es que los cimientos de la producción de este tipo de conocimiento tienen base en estructuras manufactureras, reduccionistas y excluyentes, las cuales han permanecido de forma inmaculada desde el siglo XVIII-XIX, por tanto ya va siendo hora de comenzar a pensar en lógicas diferentes, no sólo por su obsolescencia, sino porque al ir de la mano con la producción del capital de los países, sus resultados han causado mayor desigualdad a la hora de ser distribuidos.

En este sentido el trabajo de las y los biólogos necesita transformar sus ejes y apuntar por un quehacer científico dialéctico e incluyente que no se limite a los laboratorios y a los centros generadores de conocimiento, pues si bien las universidades y lugares de investigación públicos tienen en cierto sentido un propósito social, éste se ve limitado a causa del discurso progresista y reduccionista con que se llevan a cabo las prácticas y cátedras científicas.

Romper las viejas cadenas que nos sujetan a una ciencia hegemónica es tarea de todo aquel y aquella que pise un aula universitaria o un centro de investigación públicos. No basta con dar clases, ni con ser buen estudiante o publicar artículos a granel. Tenemos que reestructurar el sistema científico, un sistema que perpetúa las relaciones de poder y de compadrazgo en sus más altos mandos (quienes al final del día discuten qué es y qué no es válido en la investigación académica), un sistema que reproduce las lógicas del capitalismo y con ello la desigualdad, un sistema mercantil cuyas redes están

entretreídas y conectadas a otras redes más poderosas, un sistema sutil pero dominante, que seguramente nos sobrepasa en muchos sentidos y por eso a algunos se les hará difícil pensar con abstracciones distintas...pero colega ¿ha usted visto cómo se forman las marabuntas?

Así pues, este trabajo pretende contribuir a promover una cultura científica dialéctica, a invitar a crear de manera conjunta una civilización nueva, no utópica sino posible, con un criterio de sobrevivencia y de justicia por encima del incremento de la tasa de ganancia. Si bien lo anterior podría sonar un tanto soberbio, especialmente tratándose de una tesis de licenciatura, resulta pertinente remarcar que el punto en el que se encuentra el capitalismo como sistema económico es crítico, ya que al ser la materia viva su principal objeto mercantil y al haber sido explotados los ecosistemas en los que se desarrolla, así como las culturas con lógicas diferentes de interacción con el medio, el capitalismo se agota porque ecológicamente no da más.

### *¿Para qué sirve la utopía?*

*La utopía está en el horizonte, yo se muy bien que nunca la alcanzaré. Que si yo camino diez pasos, ella se alejará diez pasos. Cuanto más la busque, menos la encontraré porque ella se va alejando a medida que yo me acerco. Entonces ¿para qué sirve la utopía?. Para eso, para caminar.*

Eduardo Galeano

## REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS

Acuerdo sobre los Derechos de la Propiedad Intelectual relacionados con el Comercio (s.f.).

Recuperado el 4 de noviembre de 2015, URL <http://www.fao.org/docrep/003/x3452s/x3452s07.htm>>

Archivo General de la Nación. *Armas y Parque. Correspondencia entre los señores Darl E. Lucke y E. H. Weinauge sobre la compra-venta de...* Oficina de Información Política y Social. Agosto de 1938- Agosto de 1939. Caja 109; F51

Adorno, Theodor., Horkheimer, Max. (1988). *Dialéctica de la Ilustración. Fragmentos filosóficos*. Madrid: Trotta.

Aguilar, J., Illsley C., Marielle, C. (2003). “Los sistemas agrícolas de maíz y sus procesos técnicos”, en G. Esteva y C. Marielle (coords.) *Sin maíz no hay país*. México: Conaculta, Dirección General de Culturas Populares, Museo de Culturas Populares.

Álvarez-Buylla, E., Piñeyro, Nelson, A. (coords.) (2013). *México en peligro de los transgénicos: Un análisis integral sobre el caso de México. Colección Debate y Reflexión*. México, D.F.: Universidad Nacional Autónoma de México.

Álvarez-Buylla, Elena. (2004). *Aspectos Ecológicos y Biológicos de los Impactos del Maíz Transgénico, incluyendo la Agro-biodiversidad*. Simposio Maíz y Biodiversidad: los Efectos del Maíz Transgénico en México. Comisión para la Cooperación Ambiental de América del Norte.

Appendini, Kirsten. (2013). *TLCAN y el maíz: una reflexión a 20 años*. Mexico: LaJornada del campo, 74.

Barahona, Ana., Suárez, Edna., Martínez, Segio. (comp.) (2004). *Filosofía e Historia de la Biología*. México: Facultad de Ciencias, UNAM.

Barbolla, Jardón, Lev. (2008). *La otra campaña y el otro espejo de la ciencia*. *Revista Rebeldía*, 59: 56-66

Barnes, Barry. (1977). "El Problema del Conocimiento", en Olivé, León (comp.) *La Explicación Social del Conocimiento*. México: Instituto de Investigaciones Filosóficas, UNAM.

Ben-David, J. (1971), *The Scientist's Role in Society*, Prentice-Hall, Englewood Cliffs. [Traducción castellana en editorial Trillas, México, 1974].

Beneviste, G. (1972). *The Politics of Expertise*. Berkeley. Glendessary Press; London, Croom Helm.

Benz, B. (1997). "Diversidad y distribución prehispánica del maíz mexicano". *Arqueología Mexicana* 25 (5): México

Blanco , J.L. (2006). *La erosión de la agrobiodiversidad en la milpa de los zoque popoluca de Soteapan: Xutunchincon y Aktevet*. Tesis doctoral en Antropología, Universidad Iberoamericana, México.

Bourges, Héctor. (2013). "El maíz: su importancia en la alimentación de la población mexicana". En:

Elena Álvarez-Buylla & Alma Piñeyro Nelson (coords) *El Maíz en peligro de los Transgénicos. Un análisis integral sobre el caso de México.* (2013). México: UCCS-CEIICH

Bravo, Alejandra., Gill, Sarjeet., Soberón, Mario (2007). Mode of action of Bacillus thuringiensis Cry and Cyt toxins and their potencial for insect control. *Toxicon* 49 (4):423-435.

Brooks, H. (1964). The Scientific Advisor, en R. Gilpin y C. Wright (comps.), *Scientists and National Policy Making*, Columbia University Press, Nueva York.

Bunge, Mario Augusto. (1997). *La ciencia, su método y su filosofía* (2° edición). Sudamericana, Buenos Aires, Argentina.

Camacho-Servín, F. (2016, Diciembre, 27). Renegociar el TLCAN, oportunidad de revisar temas desfavorables para el campo. *La Jornada*, pp. 8-10.

Carvajal, Lizardo. (2013). *La ciencia como fuerza productiva*. Lizardo Carvajal [en línea. Disponible en: <http://www.lizardo-carvajal.com/la-ciencia-como-fuerza-productiva/>]

Casas, A. (2001). “Silvicultura y domesticación de plantas en Mesoamérica”, en B. Rendón, S., Rebollar, J., Caballero y M. Martínez (eds.), *Plantas, cultura y sociedad. Estudios sobre la relación entre los seres humanos y plantas en los albores del siglo XXI*. México:UAM-I, Semarnap.

Casse, Francine., Breitler, Jean-Christophe. (2001). *OGM Description - Méthodes d'obtention - Domaines d'application*. Ed France Agricole

Castle, Linda, A., Wu, Gusui., McElroy, David (2006). Agricultural input traits: past present and future. Article in Current Opinion in *Biotechnology*. DOI: 10.1016/j.copbio.2006.01.011. Source: PubMed

Challenger, A., J. Caballero. (1998). *Utilización y conservación de los tipos de vegetación terrestres de México. Pasado, presente y futuro*. México: Conabio, Instituto de Biología-UNAM, Agrupación Sierra Madre.

Chalmers, Alan, F. (1976). *¿Qué es esa cosa llamada Ciencia?*. Reino Unido: Queensland University, Siglo XXI.

Christie, John, R. R.(1996). “El Desarrollo de la Historiografía de la Ciencia”, en A. Barahona, E. Suárez, S. Martínez (comps.). *Filosofía e Historia de la Biología*, UNAM: Ciudad de México (2001), pp. 19-40.

Cob, William, C. (1956) *The Historical Backgrounds of the Mexican Agricultural Program* (Annotated Edition). Disponible en: <http://rockefeller100.org/files/original/008e687ebfe4292a23faf3532b4313ce.pdf> (Consultado el 19 de abril de 20126)

Cochran, S. (2000). *Encountering Chinese Networks: Western, Japanese, and Chinese Corporations in China, 1880-1937*. University of California Press.

CONABIO. (2006). México como centro de origen de plantas cultivadas. Coordinación de Análisis de Riesgo y Bioseguridad. Obtenido de Capital natural y bienestar social. Comisión para el Conocimiento

[www.conabio.gob.mx/conocimiento/biodiversidad/doctos/Doc\\_CdeOCdeDG.pdf](http://www.conabio.gob.mx/conocimiento/biodiversidad/doctos/Doc_CdeOCdeDG.pdf)

Davis, William C., Jr. Handloading (1981). National Rifle Association ISBN 0-935998-34-9 pp.31–33.

DeNovo, John A. (1963). *Amerniversityican Interests and Phe Middle East: 1900-1939*. University of Minnesota Press. pp. 169–75.

Del Valle-Rivera, María del Carmen. (2004). *El Desarrollo Agrícola y Rural del Tercer Mundo en el Contexto de la Mundialización*. UNAM-IIE: Ciudad de México.

Descartes, René (?). *Descartes. Obras Biblioteca de Grandes Pensadores*. Estudio introductorio de Cirilo Flórez Miguel: Gredos.

Doebely, John. (2004). The genetics of the maize evolution. *Annu. Rev. Genet.* 38: 37-59.

Dresser, Denise. (1992). *El Leviatán Paradójico: Notas sobre el Nuevo Estado Mexicano*. Suplemento Zona Abierta, El Financiero: Ciudad de México, México.

Durkheim, E. (1938). *The Rules of Sociological Method*. The Free Press, New York. [Ed. Castellana: Las reglas del método sociológico, Buenos Aires]

Dussel, Enrique. (2013). *Otra mirada sobre la historia universal: El Gran Camino de las Culturas hacia el Este*. Cátedra impartida en la Universidad Andina Simón Bolívar, Ecuador [Disponible en línea en: <https://vimeo.com/26193916>] o en [ <https://www.youtube.com/watch?v=6GLzHSlGf4Q>]

Diario Oficial de la Federación 18-03-2005. *Ley de Bioseguridad de Organismos Genéticamente Modificados*.

Echeverría, J., González, M. (2009). Le teoría del actor-red y la tesis de la tecnología. *ARBOR Ciencia, Pensamiento y Cultura*, CLXXXV (738): 705-720

Eckart Boege (2008). *El Patrimonio biocultural de los pueblos indígenas de México: Hacia la conservación in situ de la biodiversidad y agrobiodiversidad de los territorios indígenas*. México: INAH-CNPI

Elliot, H. C. (1974). “Similarities and Differences Between Science and Common Sense”, en R. Turner (comp.), *Ethnomethodology*, Penguin, Harmondsworth, pp.21.26

“Elvin Charles Stakman 1885-1979”. (1980). *Science*, 207 (4430): 516-517 (Disponible en línea en: <http://science.sciencemag.org/content/207/4430/516.4>).

Espinosa , A. (2006), *Carta para la consulta pública sobre la siembra experimental de maíces transgénicos* [en línea] Disponible en: [http://senasicaw.senasica.sagarpa.gob.mxportal/html/inocuidad\\_agroalimentaria/evaluacion\\_y\\_registro\\_de\\_insumos\\_fitosanitarios/consulta\\_publica\\_solicitudes\\_permisos\\_ogm\\_s\\_uso\\_agricola/consulta\\_publica\\_2.html](http://senasicaw.senasica.sagarpa.gob.mxportal/html/inocuidad_agroalimentaria/evaluacion_y_registro_de_insumos_fitosanitarios/consulta_publica_solicitudes_permisos_ogm_s_uso_agricola/consulta_publica_2.html)

Espinosa, A., Sierra-Macías, M., Gómez-Montiel, N. (2002). Producción y tecnología de semillas

mejoradas de maíz por el INIFAP en el escenario sin la PRONASE. *Agronomía Mesoamericana*, 14 (1): 117-121.

Eubanks, Mary W. 2001. The Mysterious Origin of Maize. *Economic Botany* 55 (4): 492-51.

ExxonMobil web site. "Our Story" [en línea] Consultado el 18 de mayo de 2016. [Disponible en: <http://corporate.exxonmobil.com/en/company/about-us/history/overview>]

FAO (1975). *El estado mundial de la agricultura y la alimentación*.

FAO (1993). *Políticas agrícolas y políticas macroeconómicas en América Latina*. Roma.

FAO (2002) *Producción de cultivos*. [en línea: Disponible en <http://www.fao.org/docrep/004/y3557s/y3557s08.htm>]

FAO (2006) *Producción Mundial de Maíz*.

FAO-AMIS (2016). World maize, wheat and rice production. <http://statistics.amis-outlook.org/data/index.html>

Feyerabend, Paul. (1978). *La Ciencia en una Sociedad Libre*. Siglo XXI de España General.

Fields, S., Johnston, M. (2005). Cell biology. Whither model organism research?. *Science* 307 (5717): 1885–6.

Flores, Linaloe. (2014). *TLCAN, 20 años: Las Promesas al Olvido*. SinEmbargo [en línea] [Consultado

el 12 de septiembre de 2016. Disponible en: <http://www.sinembargo.mx/01-01-2014/858398>].

Fritscher, M., Steffen, C. (1993). “Políticas neoliberales y cambio productivo en el campo mexicano: su impacto regional”, en: M. Bassols (coord.), *Campo y ciudad en una época de transición*. México: UAM-I

Gallavotti, A. *et al* (2004). The role of barren stalk1 in the architecture of maize, *Nature* 432

Ganzel, Bill. (2007). *The Mexican Agricultural Program* [en línea] Disponible en [http://www.livinghistoryfarm.org/farminginthe50s/crops\\_14.html](http://www.livinghistoryfarm.org/farminginthe50s/crops_14.html) (Consultado el 19 de abril de 2016).

Gimeneo, Perelló, J. (2002). *De las clasificaciones ilustradas al paradigma de la transdisciplinariedad*. El catoblepas [en línea] [Consultado el 22 de noviembre de 2015] Disponible en: <http://www.nodulo.org/ec/2002/n010p13.htm> ISSN 1579-39-47 .

Golinski, J. (2002). Producción del conocimiento natural: paradigmas, laboratorios y mapas. Ponencia presentada en la conferencia “Ciencia y la mente global: Alexander von Humboldt en México”, Centro de Investigación y Docencia Económicas, Ciudad de México, 9 de abril de 2002.

Gutiérrez-Pacheco, Iván. (2008). *El reduccionismo ontológico en la biología: su papel en los planes de estudio de la Facultad de Ciencias, UNAM*. [Tesis de licenciatura para obtener el título de Biólogo]. México: UNAM.

Grant, E. (1996). *The Foundations of Modern Science in the Middle Ages: Their Religious, Institutional, and Intellectual Contexts*, Cambridge: Cambridge Univ. Pr.

Haberer, J. (1969). *Politics and the Community of Science*. New York, van Nostrand.

Hansen, Richard. (2014). *The origins & collapse of the preclassic maya in the Mirador, Basin, Guatemala*. [en línea: <https://www.youtube.com/watch?v=kE8BNer2H3k>] Washington D.C: Library of Congress.

Harris, John (1710). *Lexicon technicum* vol. II en *Antología Barahona* 1° ed, pp 44...

Hawking, Stephen., Mlodinow, Leonard. (2010). *El gran diseño*. Editorial Crítica.

Holton, G. (1973). *Thematic Origins of Scientific Thought*. Cambridge: Harvard University Press.

Holton, Gerarld (2003). *Ciencia y Anticiencia*. S. L. Nivola Libros y Ediciones.

“Hosiery Woes” (1942). En Wayback Machine, *Business Week*, pp. 40–43 (Disponible en línea en: [https://web.archive.org/web/20140212215438/http://invention.smithsonian.org/centerpieces/whole\\_cloth/u7sf/u7images/act4/woes.html](https://web.archive.org/web/20140212215438/http://invention.smithsonian.org/centerpieces/whole_cloth/u7sf/u7images/act4/woes.html))

Marín, Rubén. (2014). *La reapropiación petrolera*. *El Economista*. Opinión y análisis [en línea. Disponible en: <http://eleconomista.com.mx/antipolitica/2014/03/18/reapropiacion-petrolera>].

Ibarra-Sánchez, Lidia S., Alvarado-Casillas, Sergio., Ibarra-Sánchez, Benito. (2015). *The Origin of corn and its meaning for the nutritional security of indigenous peoples*. *Ciencias* 118-119: UNAM: Ciudad de México.

Informes Presidenciales. Miguel de la Madrid Hurtado [consultado en línea. Disponible en: <http://www.diputados.gob.mx/sedia/sia/re/RE-ISS-09-06-16.pdf>] México: Dirección de Servicios de Investigación y Análisis. Subdirección de Referencia Especializada.

Inman, Samuel, G. (1951). *More Tortillas for Tomás*. The Rotarian. Chicago, Illinois. ([https://books.google.com.mx/books?id=EUEAAAAMBAJ&pg=PA12&lpg=PA12&dq=corn+commission+mexico&source=bl&ots=oPKO\\_VaZYq&sig=dSMBKVvIs5yP9rwpDOKRoGemYuQ&hl=es-419&sa=X&ved=0ahUKEwj6tfeLk6PMAhUiuIMKHVYtCGMQ6AEIzAB#v=onepage&q=corn%20commission%20mexico&f=false](https://books.google.com.mx/books?id=EUEAAAAMBAJ&pg=PA12&lpg=PA12&dq=corn+commission+mexico&source=bl&ots=oPKO_VaZYq&sig=dSMBKVvIs5yP9rwpDOKRoGemYuQ&hl=es-419&sa=X&ved=0ahUKEwj6tfeLk6PMAhUiuIMKHVYtCGMQ6AEIzAB#v=onepage&q=corn%20commission%20mexico&f=false))

Izquierdo, Rojo Marta. (1999). *Ingeniería genética y transferencia genética*. Piramide.

Kato A., Ortega-Packza R., Boege E., Wegier A., Serratos-Hernández J.A., Alavez V., Jardón-Barbolla L., Moyers L., Ortega-Del Vecchyo D. (2013). “Origen y Diversidad del Maíz”, en: Elena Álvarez-Buylla & Alma Piñeyro Nelson (coords) *El Maíz en peligro de los Transgénicos. Un análisis integral sobre el caso de México*. (2013). México: UCCS-CEIICH.

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

Klein, Donald W.; Prescott, Lansing M.; Harley, John (1999). *Microbiology*. Boston: WCB/McGraw-Hill.

Kornblihtt, Alberto. (2001). Objetividad y Subjetividad en el conocimiento científico. *Medicina*, 61 (2): 232-234. Buenos Aires

Kuhn, Thomas (1989). *¿Qué son las Revoluciones Científicas? y otros Ensayos*. España: Ediciones Paidós, Ibérica, S. A. Instituto de Ciencias de la Educación de la Universidad Autónoma de Barcelona.

Kuhn, Thomas. (1962). *La estructura de las Revoluciones Científicas*. University of Chicago Press.

Larson, J (2001). Transgénicos: ciencia y ciudadanía. *Biodiversitas* 34:1-7

Lash, S. (2007). Power after Hegemony: Cultural Studies in Mutation? *Theory, Culture & Society* 24: 55 - 78. Nottingham Trent University, Reino Unido.

Latour, Bruno. (1983). *Give Me a Laboratory and I will Raise de World*. Ecole des Mines, Paris. Published originally in Knorr-Cetina, Karin and Mulkay Michael, eds., *Science Observed: Perspectives on the Social Study of Science*, London and Beverly Hills; Sage (1983) pp. 141-170.

Latour, Bruno. (1993b). *The pasteurization of France*. Harvard University Press

Lauter, Nick. Doebely, John. (2002). Genetic variation for phenotypically invariant traits detected in teosinte: Implications for the evolution of novel forms. *Genetics*, 160 (1): 333-342.

Lazos , E., Espinosa, D. (2004). *El maíz como un buen común para las poblaciones rurales en Oaxaca*.

Ponencia presentada ante el ISAP, Agosto, Oaxaca

len G. Debus Allen (1978) *Man and Nature in the Renaissance*. Cambridge: Cambridge University Press.

Lenderberg, J. (1952). Cell genetics and hereditary symbiosis. *Physiol. Rev.* 32 (4): 403–30.

Levins, Richard., Lewontin, Richard. (1985). *The Dialectical Biologist*. Harvard University Press, Cambridge, Massachusetts and London, England.

Lipovetsky, Gilles. (2003). *La era del vacío: Ensayo sobre el individualismo contemporáneo*. Barcelona: Anagrama.

Lodish, Harvey., Berk, Arnold., Zipursky, Lawrence S., Matsudaira, Paul., Baltimore, David., Darnell, James., (2000). *Molecular cell Biology*, 4th edition. New York: W. H Freeman, ISBN-10: 0-7167-3136-3

Lyotard, J. F. (1984). *The postmodern condition: A Report on Knowledge*. Minneapolis

Maciel, David (2015). *La frontera México-Estados Unidos durante la Revolución Mexicana*. Curso impartido en el INEHRM, Ciudad de México. [Disponible en [https://www.youtube.com/watch?v=IjiYJUY-u\\_0&list=PLyUpoGeYkc6jojyLzOO3bFXMxgRAwfl1p](https://www.youtube.com/watch?v=IjiYJUY-u_0&list=PLyUpoGeYkc6jojyLzOO3bFXMxgRAwfl1p)]

Martínez, Ifigenia. (1988). El Pacto de Solidaridad Económica: desinflación con más estancamiento. *Momento Económico* (34-35): 5-6 ISSN 0186-2901.

Maximiliano-Martínez, G., Rivera-Herrejón M. G., Franco-Malvaíz A. L., Soria-Ruiz, J., (2011). *La comercialización de maíz después de Conasupo en dos comunidades del norte del Estado de México*. *Economía, Sociedad y Territorio*, XI (35): 197-224.

Mazur, Allen. (1973). *Disputes Between Experts*. Moscow. Progress Publishers.

Mendelson, E. (1964). "The Emergence of Science as a Profession in Nineteenth-century Europe", en

K. Hill (comp.): *The Management of Scientists*, Bacon Press, Boston Mass.

Michael, Mulkay (1979). La Ciencia en un contexto Social, en Olivé, León (comp.) *La Explicación Social del Conocimiento* (1994), UNAM-IIE: Ciudad de México, México

Modernidad (s.f.). Recuperado el 24 de septiembre de 2015, de <https://encyclopaedia.herdereditorial.com/wiki/Hillmann:Modernidad>

Münch R. (1988) *Understanding modernity: toward a new perspective going beyond Durkheim and Weber* Routledge. Londres-Nueva York

Nelkin, Dorothy. (1971). *The Politics of Housing Innovation: The Fate of the Civilian Industrial Technology Program*. Ithaca, New York, Cornell University Press.

Núñez-Tancredi, Irama S. (2006). *La importancia de la biodiversidad en el contexto de la comunicación ambiental en México*. Tesis (Doctorado en Ciencias). Ciudad de México, México, Universidad Nacional Autónoma de México.

Núñez-Jover, Jorge (2003). *La ciencia y la tecnología como procesos sociales. Lo que la educación científica no debería olvidar*. Organización de Estados Iberoamericanos para la Educación, la Ciencia y la Cultura [en línea. Disponible en <http://www.oei.es/historico/salactsi/nunez03.htm>] Cuba:

Universidad de la Habana.

Olivé, León. (2002). *Políticas científicas y tecnológicas: guerras, ética y participación pública*. Ciencias 66 Abril-Junio 2002. pp 36-45.

Olivé, León. (2002) *Políticas científicas y tecnológicas: guerras, ética y participación pública*. Ciencias 66 Abril-Junio 2002. pp 36-45.

Ortega-Paczka, R. (2003). “La diversidad del maíz en México”, en G. Esteva y C. Marielle (coords.) *Sin maíz no hay país*. México: Conaculta, Dirección General de Culturas Populares, Museo de Culturas Populares.

Ortíz, S., Otero, A. (2006). *México como centro de origen del maíz y elementos sobre la distribución de parientes silvestres y variedades o razas de maíz en el norte de México*. Coordinación del programa de bioseguridad del Instituto Nacional de Ecología, México ([http://www.ine.gob.mx/download/mex\\_origenmaiz\\_vd.pdf](http://www.ine.gob.mx/download/mex_origenmaiz_vd.pdf))

Peplow, Mark. (2005). “US rice may carry an arsenic burden”. *Nature*, doi 10.1038/news050801-5 (Disponible en línea en: (<http://www.nature.com/news/2005/050801/full/news050801-5.html>))

Peralta, Lizy., Marielle, Catherine. (2013) La Protección Oficial del Maíz frente a los Transgénicos: Una Simulación de Estado, en: *El Maíz en Peligro de los Transgénicos: Un análisis integral sobre el caso de México* (2013), Álvarez-Buylla, Elena., Piñeyro, Nelson, Alma, (coordinadoras), pp. 441-454. CEIICH-UCCS, Ciudad de México, México.

Pinedo, Vega, José L. (2005). *El Petróleo en Oro y Negro*. Colección Estudios Interdisciplinarios: Libros en Red.

Platoni, K (2002). *Kernels of truth*. *East Bay Express*. New Times, Inc

Quist, D., Chapela, I (2001). Transgenic DNA introgressed into traditional maize land races in Oaxaca, México. *Nature* 414: 542-543

Ramírez-Sarrió, Dídac. (2004). Legitimidad científica y verdad. *Enseñanza de las Ciencias Sociales, Revista de investigación*, 3.

Revueltas, Andrea. (1993). Las reformas del Estado en México: del Estado benefactor al Estado neoliberal. UAM: *Política y Cultura* (3): 215-229

Rivera Herrejón, M., G. (2002). “El sector maicero y la política agrícola en México durante los noventa” en: María del Carmen del Valle Rivera (coord.) *El desarrollo agrícola y rural del tercer mundo en el contexto de la mundialización* (2000-2002). Instituto de Investigaciones Económicas-UNAM; Plaza y Valdes Editores.

Rojas, T. (1988). *Las siembras de ayer*. La agricultura indígena del siglo XVI. SEP, CIESAS: México  
Rose, H. Y S. Rose (1976), (comps), *The Political Economy of Science*, Mcmillan, Londres.  
[Traducción castellana: *La economía política de la ciencia*, Nueva Imagen, México].

Rosenbaum, David Ira. (1998). *Market dominance: how firms gain, hold, or lose it and the impact on*

*economic performance*. Greenwood Publishing Group.

Rudiño, Lourdes. (2011). *Desaprovecha México variedades mejoradas de maíz*. La Jornada del Campo, 16 de abril de 2011 [en línea. Disponible en: <http://www.jornada.unam.mx/2011/04/16/mexico.html>]

Sánchez-Cano, Julieta. (2014). La política agrícola en México, impactos y retos. *Revista Mexicana de Agronegocios*, 35: 946-956.

Sánchez, Martín T. (2008). *Plantas transgénicas. Biotecnología y alimentación*.

Sanford, J. C., T. M. Klein, et al. (1987). Delivery of substances into cells and tissues using a particle bombardment process. *Journal of Particulate Science and Technology* 5: 27-37.

Sehgal, Surinder. (1985). Paul C. Mangelsdorf. A lifetime in the Quest off the Origins of Corn. *MAYDICA*, 30 (2), en:Maize, Genetics and Breeding in the 20th Century. Peter A. Peterson, Angelo Nianchi (eds.).

Séralini, Gilles-Eric., Clair, Emile., Mesnage, Robin., Gress, Steeve., Defarge, Nicolas., Maletesta, Manuela., Hennequin, Didier., Spiroux de Vendômois, Joël. (2012). Long term toxicity of a Roundup herbicide and a Roundup-tollerant genetically modified maize. *Elsevier* 50 (11): 4221-4231.

Serratos, Hernández Jose A. (2009). *El origen y diversidad del maíz en el continente americano*. Universidad Autónoma de la Ciudad de México-Greenpeace: Ciudad de México.

Shiva, Vandana. (1992). *The Violence of the Green Revolution: Ecological degradation and political conflict in Punjab*. Zed Press: New Delhi.

Shiva, Vandana. (2000). *Stolen Harvest: The Hijacking of the Global Food Supply*. Cambridge, USA: South End Press.

Sklair, Leslie. (1973). *Organized Knowledge: a Sociological view of Modern Science and Technology*. Madison: University of Wisconsin.

Sloan, Phillip, R. "Historia Natural, 1670-1802", en A. Barahona, E. Suárez, S. Martínez (comps.). *Filosofía e Historia de la Biología*, UNAM: Ciudad de México, 2001, pp. 41-64

Taibo, Paco Ignacio II. (2015). *Los nuestros: Lázaro Cárdenas. Crónicas de la Expropiación*. [en línea] [Disponible en: [https://www.youtube.com/watch?v=zVYTJ75eTU4&list=PLx1dG2rz7Ep\\_TWw8KGOpeMb5P5VcPwooX&index=2](https://www.youtube.com/watch?v=zVYTJ75eTU4&list=PLx1dG2rz7Ep_TWw8KGOpeMb5P5VcPwooX&index=2)]

Tiffin, P., Gaut, B. S. (2001). Sequence Diversity in the *Zea perennis* and the Closely Related Diploid *Z. diploperennis*: Insights From Four Nuclear Loci. *Genetics*, 158: 401-412.

Toledo, V., et al. (2002). "Biodiversidad y pueblos indios en México y Centroamérica". *Biodiversitas* 43: 1-8

Toledo, Víctor. UNAM: *¿Ciencia con ciencia?*. La Jornada [en línea], Ciudad de México, 07 de diciembre de 2012 [fecha de consulta: 08 de abril de 2015] (En sección: Opinión) Disponible en: [www.lajornada.unam.mx/2012/12/07/opinion/027a1pol](http://www.lajornada.unam.mx/2012/12/07/opinion/027a1pol)

Toledo, Victor. *Ciencia traicionada*. La Jornada [en línea], Ciudad de México 12 de octubre de 2013 [fecha de consulta: 15 de abril de 2015] (En sección: Opinión). Disponible en <<http://www.jornada.unam.mx/2013/10/21/opinion/020a2pol>>

Vollbrecht, E., Sigmon, B. (2005). Amazing grass: developmental genetics of maize domestication. *Biochemical Society Transactions*, 33 (6). Disponible en: <http://www.biochemsoctrans.org/content/33/6/1502.figures-only#sec-1>

Von Bertalanffy, Ludwig. (1951). *General System Theory*. [en línea] Disponible en: <<http://www.iss.org/yearbook/1-A%20Bertalanffy.pdf>>

Von Martin, Alfred. (1981). *Sociología del Renacimiento*. México: Fondo de Cultura Económica.

Wayne, Brian (2013). “Ciencia global, el maíz mexicano y el neoliberalismo molecular: cambiando los fundamentos de la ciencia, innovación y políticas para una alimentación y una agricultura sostenibles”, en: Elena Álvarez-Buylla & Alma Piñeyro Nelson (coords) *El Maíz en peligro de los Transgénicos. Un análisis integral sobre el caso de México*. (2013). México: UCCS-CEIICH.

World Development Indicators: Science and technology [en línea, consultado el 08 de octubre de 2016. Disponible en <http://wdi.worldbank.org/table/5.13> ]

Young, R. M. (1969). Malthus and the Evolutionist: the Common Context of Biological and Social Theory. *Past and Present*, 43: 109-145

Young, R. M. (1971b). *Evolutionary Biology and Ideology-Then and Now*, *Science Studies*, vol. 1, pp. 177-206.

Yúnez, Naude, A., Barceinas, F., (2000). *Efectos de la desaparición de la Conasupo en el comercio y en los precios de los cultivos básicos*. Ciudad de México: COLMEX-UAM.

Zedillo, Ernesto (1999). V Informe de Gobierno, Anexo estadístico, México.

<http://westcentralseeds.plantmypioneer.com/images/E0340201/P0062AMX.pdf>

<http://precisionseedandchemicals.com/pioneer-seed/>

## Gastos por Ciencia y Tecnología

World Development Indicators , THE WORLD BANK, Última actualización 10/04/2016

País	Research and development (R&D)		Artículos de revistas científicas y técnicas	Gastos por R&D	Gastos por exportaciones de alta tecnología		Cargos por uso de propiedad intelectual		Solicitudes de patentes		Solicitudes de marcas registradas
	Investigadores de tiempo completo	Técnicos de tiempo completo			% de GDP	\$ millones (USD)	% de manufactura exportada	Ingresos	Pagos	Residentes	
	Equivalente por millón de personas	equivalente por millón de personas	% de GDP	\$ millones (USD)							\$ millones (USD)
	2005-15	2005-15	2013	2005-15	2015	2015	2015	2015	2014	2014	2014
Afganistán	..	..	27	..	..	..	0	0	..	..	..
Albania	157	40	184	0.15	15	1.5	2	25	10	3	3326
Algeria	168	34	3653	0.07	3	0.2	2	247	94	719	10191
Samoa Americana	101	..	..	..	..	..	..	..	..	..	..
Andorra	..	..	6	..	16	..	..	..	..	..	896
Angola	52	39	23	..	..	..	..	1	..	..	..
Antigua y Barbuda	..	..	2	..	0	0	..	1	..	15	814
Argentina	1202	319	8053	0.61	1427	6.7	171	1909	509	4173	58486
Armenia	..	..	559	0.24	11	5.3	..	..	121	2	4827
Aruba	..	..	..	..	2	5.4	..	14	..	..	..
Australia	4531	1134	47806	2.2	4237	13.5	794	3492	1988	23968	64502
Austria	4815	2393	12031	2.99	19270	13.9	861	1512	2092	271	8670
Azerbaijan	..	..	482	0.21	33	7	0	28	168	12	5780
Bahamas, Las	..	..	16	..	0	0	..	18	2	111	1124
Bahrain	362	17	210	0.1	47	1.5	..	..	6	199	7563
Bangladesh	..	..	1971	..	..	..	1	24	44	249	11541
Barbados	..	..	39	..	26	18.3	33	12	1	38	1131
Bielorrusia	..	..	1001	0.67	560	4.3	23	131	652	105	8797
Bélgica	4176	1379	16511	2.46	43699	12.8	2877	3294	889	137	23033
Belice	..	..	10	..	0	0	..	4	..	36	1017
Benin	..	..	187	..	4	4.1	0	2	..	..	..
Bermuda	..	..	..	0.22	1	26.8	0	9	..	..	..
Bhutan	..	..	29	..	0	0	0	0	3	4	578
Bolivia	166	26	89	0.16	73	12.8	19	68	9	294	8032
Bosnia y Herzegovina	267	48	437	0.26	96	2.8	13	10	41	2	4047
Botswana	165	69	165	0.25	17	0.2	0	8	4	5	1878
Brasil	698	645	48622	1.24	8848	12.3	581	5250	4659	25683	157016
Brunei Darussalam	..	..	120	..	55	7.8	..	..	26	91	1175
Bulgaria	1833	444	2677	0.8	1108	7.6	33	230	218	16	6195
Burkina Faso	47	37	177	0.2	13	10.6	1	0	..	..	..
Burundi	..	..	16	0.12	0	1.3	0	0	..	..	..
Camboya	..	..	84	..	31	0.3	3	21	2	65	4888
Camerún	..	..	527	..	27	4.9	0	8	..	..	..
Canadá	4519	1321	57797	1.61	26269	13.9	4126	9384	4198	31283	51028
Cabo Verde	50	8	8	0.07	0	0	0	8	..	..	..
Islas Caimán	..	..	..	..	..	..	..	..	..	..	..
Reública Centroafricana	..	..	12	..	0	0	..	..	..	..	..
Chad	..	..	7	..	..	..	..	..	..	..	..
Islas del Canal	..	..	..	..	..	..	..	..	..	..	..
Chile	428	314	5158	0.38	532	5.9	88	1545	452	2653	31869
China	1113	..	401435	2.05	558606	25.4	1085	22022	801135	127042	2104534
Hong Kong SAR, China	3136	290	..	0.73	426	10.7	623	1938	192	12350	40063

Macao SAR, China	1053	762	..	0.09	0	0.2	..	185	2	104	12287
Colombia	152	..	4456	0.2	724	7.7	51	442	260	1898	26366
Comoros	..	..	14	..	0	0.1	..	..	..	..	1
Reública Democrática del Congo	..	..	16	0.08	..	..	..	11	..	..	..
República del Congo	..	..	137	..	48	2	..	..	..	..	..
Costa Rica	358	..	277	0.56	3065	43.3	0	517	16	552	11895
Costa de Marfil	70	..	169	..	72	3.7	1	4	26	1	..
Croacia	1437	676	4359	0.79	760	9	46	268	170	30	3685
Cuba	..	..	1548	0.41	..	..	..	..	24	126	2425
Curacao	..	..	..	..	..	..	10	26	..	..	1283
Cyprus	750	178	889	0.47	27	6.2	..	..	4	1	1999
República Checa	3418	1882	14022	2	20074	14.5	466	1203	910	62	10075
Dinamarca	7198	2126	12482	3.08	9318	15.9	2061	1221	1377	206	4477
Djibouti	..	..	8	..	..	..	..	..	1	4	230
Dominicana	..	..	11	..	2	8.8	..	1	..	..	..
República Dominicana	..	..	39	..	193	3.7	..	89	13	245	9738
Ecuador	180	78	256	0.34	97	7.2	..	72	..	..	..
Reública Árabe de Egipto	682	355	9199	0.68	176	1.3	..	242	752	1384	19551
El Salvador	..	..	35	0.08	183	4.4	29	70	..	187	7036
Guinea Ecuatorial	..	..	2	..	..	..	..	..	..	..	..
Eritrea	..	..	11	..	..	..	..	..	..	..	..
Estonia	3284	681	1426	1.44	1041	11.4	11	42	44	6	2672
Etiopía	45	33	802	0.6	12	4	..	2	..	..	..
Islas Faroe	..	..	..	..	..	..	..	..	..	..	..
Fiji	..	..	84	..	3	2.1	0	1	..	..	..
Finlandia	6986	..	10157	3.17	3633	8.7	2509	823	1419	126	4552
Francia	4201	1822	72555	2.26	132184	28.5	14887	13915	14500	2033	90674
Polinesa Francesa	..	..	..	..	20	14.8	0	3	..	..	..
Gabon	..	..	50	0.58	..	..	..	..	..	..	..
La Gambia	34	421	45	0.13	0	0	..	..	..	..	406
Georgia	585	134	468	0.1	35	5.6	1	7	110	187	4826
Alemania	4381	1722	101074	2.87	184283	16.7	14585	8917	48154	17811	70554
Ghana	39	30	583	0.38	60	4.9	..	..	..	..	1366
Grecia	2716	568	11370	0.84	1138	11	54	291	651	19	6836
Greenland	..	..	..	..	0	4.4	..	..	..	..	..
Grenada	..	..	34	..	..	..	0	6	..	17	361
Guam	303	..	..	..	..	..	..	..	..	..	..
Guatemala	27	18	81	0.04	229	5	16	202	10	288	..
Guinea	..	..	12	..	3	4.9	..	1	..	..	..
Guinea-Bissau	..	..	12	..	..	..	..	..	..	..	14
Guyana	..	..	11	..	0	0.2	3	18	..	20	748
Haití	..	..	28	..	..	..	30	2	2	19	1649
Honduras	..	..	20	..	42	2.4	1	46	6	211	6907
Hungría	2651	691	6249	1.37	11760	13.7	1504	1388	546	73	5438
Iceland	5993	1479	576	1.89	110	19.9	235	97	51	13	3735
India	157	101	93349	0.82	13751	7.5	659	4849	12040	30814	222235
Indonesia	90	..	2928	0.08	4981	7	60	1862	702	7321	46452
República Islámica de Irán	691	186	32965	0.33	..	..	..	..	13683	119	55733
Irak	68	25	947	0.04	..	..	..	..	..	..	..
Irlanda	3732	1000	6874	1.52	27633	25.8	7457	75114	263	58	3537
Isle of Man	..	..	..	..	..	..	..	..	..	..	..

Israel	8255	998	11300	4.11	10241	16	1096	1062	1125	5148	9359
Italy	2007	..	66310	1.29	26955	7.3	2905	4321	8601	781	40016
Jamaica	..	..	176	..	3	0.6	6	51	33	122	2298
Japón	5386	543	103377	3.58	91529	16.8	36631	16990	265959	60030	124602
Jordania	..	..	1504	0.43	80	1.6	13	15	40	339	6958
Kazakhstán	734	176	879	0.17	3321	37.2	2	166	1742	271	10078
Kenia	231	654	872	0.79	72	3.8	60	147	132	75	1808
Kiribati	..	..	1	..	0	0.7	..	..	18	..	..
República Democrática de Corea	..	..	45	..	..	..	..	..	8354	27	901
República de Corea	6899	1241	58844	4.29	133447	26.9	6199	9831	164073	46219	160644
Kosovo	..	..	124	..	..	..	0	2	..	..	..
Kuwait	128	19	844	0.3	5	0.1	..	..	..	..	..
República Kirguiza	..	..	60	0.13	17	5.3	1	6	132	7	3215
Reública Democrática Popular Lao	..	..	69	..	..	..	..	..	..	..	..
Latvia	1884	397	1207	0.69	962	14.9	7	34	103	4	3062
Líbano	..	..	1050	..	38	2.1	24	34	..	..	8192
Lesotho	6	1	12	0.01	0	0	0	3	..	..	625
Liberia	..	..	8	..	..	..	59	..	..	..	781
Libia	..	..	231	..	..	..	..	..	..	..	..
Liechtenstein	..	..	26	..	..	..	..	..	..	..	2711
Lituania	2961	464	2185	1.01	1774	11.9	22	49	123	42	4105
Luxemburgo	4577	2929	732	1.26	674	6.8	1322	3109	128	90	..
Macedonia, FYR	838	68	440	0.44	110	3	9	56	42	4	2931
Madagascar	51	17	113	0.02	4	0.6	16	19	5	29	2028
Malawi	50	59	157	..	6	2.5	..	3	..	..	..
Malasia	2052	212	17720	1.26	57258	42.8	92	1257	1353	6267	34571
Maldives	..	..	5	..	..	..	..	5	..	..	..
Mali	29	23	64	0.67	2	1.2	0	..	..	..	..
Malta	2133	984	259	0.85	849	34.4	284	429	5	8	948
Islas Marshall	..	..	0	..	..	..	..	..	..	..	..
Mauritania	..	..	16	..	..	..	..	11	..	..	..
Mauritius	181	54	110	0.18	1	0.1	1	18	2	18	1758
México	323	229	13112	0.54	45781	14.7	308	873	1246	14889	110525
Micronesia, Fed. Sts.	..	..	6	..	..	..	..	..	..	..	..
Moldova	652	60	227	0.37	18	4	4	18	67	72	5428
Mónaco	..	..	34	0.04	..	..	..	..	6	4	2921
Mongolia	..	..	164	0.23	34	19.5	3	16	139	126	3552
Montenegro	673	203	192	0.36	6	..	1	3	13	41	3611
Marruecos	857	43	2536	0.71	870	5.3	3	96	355	742	11708
Mozambique	38	45	68	0.42	31	11.6	0	20	..	..	1154
Myanmar	..	..	38	..	..	..	..	..	..	..	8490
Namibia	..	..	79	0.14	83	2.7	0	10	..	..	941
Nepal	..	..	442	0.3	3	0.6	..	..	18	12	3950
Países Bajos	4478	2044	30412	1.97	70308	19.9	40139	48088	2294	288	..
Nueva Caledonia	..	..	..	..	137	13.1	1	4	..	..	..
Nueva Zelanda	4009	1012	7244	1.17	601	9.6	306	823	1636	6092	20575
Nicaragua	..	..	28	..	8	0.4	..	1	1	145	7946
Niger	7	10	36	..	69	57.1	..	..	..	..	..
Nigeria	39	13	3654	0.22	140	2.1	..	251	50	869	19332
Islas Marianas del Norte	..	..	..	..	..	..	..	..	..	..	..

Noruega	5679	..	9854	1.71	4730	20.8	497	568	1106	457	15475
Oman	127	51	658	0.17	231	4.3	..	..	..	..	2378
Pakistán	167	72	7772	0.29	259	1.4	15	180	146	776	25267
Palau	..	..	4	..	1	20.2	..	..	..	..	..
Panamá	39	46	158	0.07	0	0	6	107	13	274	8879
Papua Nueva Guinea	..	..	44	..	16	3.5	..	..	..	79	1019
Paraguay	169	13	61	0.09	48	5.7	..	19	..	..	..
Perú	..	..	648	..	195	4.7	22	292	83	1204	25258
Filipinas	189	28	916	0.14	26192	53.1	11	613	334	3255	25730
Polonia	2036	433	28753	0.94	13445	8.8	416	2432	3941	155	16414
Portugal	3700	743	13556	1.29	1903	4.6	89	691	722	18	19690
Puerto Rico	260	160	..	0.44	..	..	..	..	..	..	..
Qatar	597	196	770	0.47	0	0	..	..	5	477	7608
Rumania	922	229	11164	0.38	3536	7.5	90	808	952	84	10491
Federación Rusa	3102	501	35542	1.19	9843	11.5	726	5634	24072	16236	61078
Rwanda	12	0	91	..	7	11.9	..	1	5	7	1206
Samoa	..	..	4	..	0	1.7	0	2	1	99	139
San Marino	..	..	7	..	..	..	..	..	..	..	1009
Sao Tome and Principe	..	..	1	..	0	0.8	..	0	..	3	606
Saudi Arabia	..	..	7636	0.07	254	0.6	..	..	652	135	..
Senegal	361	34	296	0.54	30	3.6	..	..	..	..	..
Serbia	1465	281	5169	0.78	335	..	45	180	202	10	6345
Seychelles	146	597	15	0.3	..	..	1	2	..	..	106
Sierra Leone	..	..	15	..	0	0	4	1	..	..	1267
Singapore	6658	458	10659	2.19	137369	47.2	3302	17285	1303	9009	21505
Sint Maarten (parte Alemana)	..	..	..	..	..	..	0	2	..	..	847
República Eslovaca	2719	367	4730	0.89	6720	10	26	522	211	23	4629
Eslovenia	4150	2394	3514	2.39	1433	6.4	58	221	470	11	1402
Islas Solomon	..	..	4	..	0	0	1	5	..	..	..
Somalia	..	..	6	..	..	..	..	..	..	..	..
África del Sur	405	125	9679	0.73	2489	5.9	103	1708	802	6750	35418
Sudan del Sur	..	..	..	..	3	..	..	0	..	..	..
España	2642	1176	53342	1.23	14241	7.1	1613	4520	2953	225	52704
Sri Lanka	111	61	713	0.1	59	0.8	..	..	328	188	8825
St. Kitts y Nevis	..	..	13	..	..	..	0	2	..	..	..
St. Lucia	..	..	1	..	2	5.2	..	4	..	..	433
St. Martin (Parte Francesa)	..	..	..	..	..	..	..	..	..	..	..
St. Vincent y las Granadinas	..	..	2	..	0	0.1	..	3	..	8	273
Sudán	..	..	375	0.3	3	..	0	0	..	8	1165
Suriname	..	..	15	..	10	20.7	0	20	..	..	725
Swaziland	..	..	38	..	..	..	10	65	3	..	679
Suiza	6868	2028	19362	3.16	14934	14.3	8782	4203	1984	441	9927
Suecia	4481	2765	21060	2.97	53258	26.8	14366	12330	1480	568	28920
República Árabe Siria	..	..	311	..	..	..	..	..	..	..	1353
Tajikistan	..	..	71	0.12	..	..	0	0	2	2	2241
Tanzania	18	6	379	0.53	23	2.7	0	2	..	..	..
Thailandia	974	193	8631	0.48	34992	20.4	155	4125	1006	6924	45661
Timor-Leste	..	..	..	..	2	9.8	..	0	..	..	..
Togo	38	9	69	0.27	1	0.4	..	0	..	..	..
Tonga	..	..	1	..	0	2.4	..	..	..	..	..
Trinidad y Tobago	..	..	160	0.08	..	..	..	..	2	184	1475

Sheet1

Tunisia	1803	58	4207	0.64	616	4.9	28	19	142	400	5916
Turquía	1157	207	30402	1.01	2323	2.2	..	682	4766	331	111627
Turkmenistan	..	..	7	..	..	..	..	..	..	..	2283
Islas Turcas y Caicos	..	..	..	..	0	1.9	..	..	..	..	..
Tuvalu	..	..	0	..	..	..	0	..	..	..	..
Uganda	38	14	474	0.48	11	2.4	4	14	5	3	2666
Ucrania	1026	191	7218	0.66	1922	6.5	85	358	2457	2356	27242
Emiratos Árabes Unidos	..	..	1679	0.7	1556	8.5	..	..	24	1447	20321
Reino Unido	4252	1248	97332	1.7	69341	20.8	17541	12427	15196	7844	54525
Estados Unidos	4019	..	412542	2.73	154354	19	124665	39495	285096	293706	341902
Uruguay	524	..	591	0.33	171	7.9	0	48	37	639	5836
Uzbekistan	534	60	347	0.2	..	..	..	..	345	223	5064
Vanuatu	..	..	7	..	..	..	0	0	..	..	..
República Bolivariana de Venezuela	291	..	1196	..	18	1.1	..	382	33	1565	19587
Vietnam	..	..	1848	0.19	30864	26.9	..	..	487	3960	38744
Virgin Islands (U.S.)	..	..	..	..	..	..	..	..	..	..	..
Cisjordania y Gaza	564	175	126	..	1	..	0	1	..	..	..
República de Yemen	..	..	127	..	1	1.2	..	5	29	24	4595
Zambia	41	63	117	0.28	19	1.7	..	2	14	25	2672
Zimbabwe	90	10	210	..	10	2.9	..	..	..	..	..

NOTAS/DEFINICIONES

**Investigadores en R&D (por millón):** Son profesionales dedicados a la concepción o creación de nuevos conocimientos, productos, procesos, métodos o sistemas, y en la gestión de los proyectos en cuestión. Se incluyen estudiantes de doctorado, posgrado (nivel 6 del ISCED97) dedicados a R&D  
**Recurso:** United Nations Educational, Scientific, and Cultural Organization (UNESCO) Institute for Statistics.

**Técnicos en R&D (por millón):** Los técnicos en R&D y personal equivalente, son personas cuyas principales tareas requieren conocimientos técnicos y experiencia en ingeniería, ciencias físicas y de la vida (técnicos), o ciencias sociales y humanidades (personal equivalente). Participan en R&D realizando tareas técnicas y científicas que implican la aplicación de conceptos y métodos operativos, normalmente bajo la supervisión de investigadores  
**Recurso:** United Nations Educational, Scientific, and Cultural Organization (UNESCO) Institute for Statistics.

**Artículos de revistas científicas y técnicas:** Los artículos de revistas científicas y técnicas se refieren al número de artículos de científicos y de ingeniería publicados en los siguientes campos: física, biología, química, matemáticas, medicina clínica, investigación biomédica, ingeniería y tecnología, y ciencias de la tierra y del espacio.  
**Recurso:** National Science Foundation, Science and Engineering Indicators.

**Gastos por investigación y desarrollo (% GDP):** Son gastos corrientes y de capital (tanto públicos como privados) sobre el trabajo creativo llevado a cabo sistemáticamente para aumentar el conocimiento, incluyendo el conocimiento de la humanidad, la cultura y la sociedad, y el uso para el conocimiento de nuevas aplicaciones. R&D cubre la investigación básica, la investigación aplicada y el desarrollo experimental  
**Recurso:** United Nations Educational, Scientific, and Cultural Organization (UNESCO) Institute for Statistics.

**Exportaciones de alta tecnología (gastos en USD):** Las exportaciones de alta tecnología son productos con alta intensidad en R&D, por ejemplo lo aeroespacial, cómuto, productos farmacéuticos, instrumentos científicos, y maquinaria eléctrica. Los datos están en dólares estadounidenses actuales  
**Recurso:** United Nations, Comtrade database.

**Exportaciones de alta tecnología (% de exportaciones manufacturadas):** Las exportaciones de alta tecnología son productos con alta intensidad en R&D, por ejemplo lo aeroespacial, cómuto, productos farmacéuticos, instrumentos científicos, y maquinaria eléctrica. farmacéuticos, instrumentos científicos, y maquinaria eléctrica.  
**Recurso:** United Nations, Comtrade database.

**Cargos por uso de propiedad intelectual Ingresos (BoP, en USD actuales):** Son pagos recibidos entre residentes y no residentes para el uso autorizado de derechos de propiedad (tales como patentes, marcas, derechos de autor, procesos industriales y diseños incluyendo secretos comerciales y franquicias), y para el uso mediante acuerdos de licencia, o productos originales o prototipos, producidos (como los derechos de autor en libros, manuscritos, programas de computación, trabajos cinematográficos y grabaciones de sonido), y derechos conexos (como espectáculos en vivo y televisión por cable o satelital. Los datos están en

dólares estadounidenses actuales.

**Recurso:** International Monetary Fund, Balance of Payments Statistics Yearbook and data files.

**Nota:** Los datos se basan en la sexta edición del Manual de la Balanza de Pagos del FMI (BPM&) y sólo están disponibles a partir de 2005

#### Cargos por uso de propiedad intelectual

**Pagos (BoP, en USD actuales):** Son pagos recibidos entre residentes y no residentes para el uso autorizado de derechos de propiedad (tales como patentes, marcas, derechos de autor, procesos industriales y diseños incluyendo secretos comerciales y franquicias), y para el uso mediante acuerdos de licencia, o productos originales o prototipos, producidos (como los derechos de autor en libros, manuscritos, programas de computación, trabajos cinematográficos y grabaciones de sonido), y derechos conexos (como espectáculos en vivo y televisión por cable o satelital. Los datos están en dólares estadounidenses actuales.

**Recurso:** International Monetary Fund, Balance of Payments Statistics Yearbook and data files.

**Nota:** Los datos se basan en la sexta edición del Manual de la Balanza de Pagos del FMI (BPM&) y sólo están disponibles a partir de 2005

**Solicitudes de patentes. Residentes:** Son solicitudes mundiales presentadas mediante el procedimiento del Tratado de Cooperación en materia de Patentes o con un oficina nacional de patentes para obtener derechos exclusivos sobre una invención, producto o proceso que ofrece una nueva forma de hacer algo o una nueva solución técnica a un problema. Una patente proporciona protección de invención al propietario de la patente por un periodo limitado, generalmente de 20 años.

**Recurso:** World Intellectual Property Organization (WIPO), WIPO Patent Report: Statistics on Worldwide Patent Activity.

**Solicitudes de patentes. No-residentes:** Son solicitudes mundiales presentadas mediante el procedimiento del Tratado de Cooperación en materia de Patentes o con un oficina nacional de patentes para obtener derechos exclusivos sobre una invención, producto o proceso que ofrece una nueva forma de hacer algo o una nueva solución técnica a un problema. Una patente proporciona protección de invención al propietario de la patente por un periodo limitado, generalmente de 20 años.

**Recurso:** World Intellectual Property Organization (WIPO), WIPO Patent Report: Statistics on Worldwide Patent Activity.

**Solicitudes de marca registrada:** Son solicitudes para registrar una marca en una oficina nacional o regional de Propiedad Intelectual (PI). Una marca es un signo distintivo que identifica ciertos bienes o servicios como aquellos producidos o proporcionados por una persona o empresa específica. Una marca comercial protege al propietario de manera garantizada el derecho exclusivo a utilizarla para identificar bienes o servicios, o para autorizar a otra persona a utilizarla a cambio de un pago. El periodo de protección varía, pero una marca puede renovarse indefinidamente más allá del límite de pago de honorarios adicionales.

**Recurso:** World Intellectual Property Organization (WIPO), World Intellectual Property Indicators and [www.wipo.int/econ\\_stat](http://www.wipo.int/econ_stat). The International Bureau of WIPO assumes no responsibility with respect to the transformation of these data.

Tabla obtenida de: <http://wdi.worldbank.org/table/5.13> for observation-level metadata, which can be downloaded in Excel.