



BENEMÉRITA UNIVERSIDAD AUTÓNOMA DE PUEBLA

FACULTAD DE DERECHO Y CIENCIAS SOCIALES

LICENCIATURA EN SOCIOLOGÍA

**“CREACIÓN Y LEGITIMIDAD DEL CONOCIMIENTO CIENTÍFICO: EL
CASO DE LA AGROBIOTECNOLOGÍA EN MÉXICO”**

TESIS

QUE PARA OBTENER EL GRADO DE LICENCIADA EN SOCIOLOGÍA

PRESENTA

TANIA GONZÁLEZ HERNÁNDEZ

201022273

DIRECTOR DE TESIS

DR. RICARO PÉREZ AVILÉS

MARZO 2018



BUAP

OF. CTE 285/2018
TITULACION
TESIS
Sociología

LIC. LUISA IVONNE GONZÁLEZ GARDE
SUBDIRECTORA DE SERVICIO AL PÚBLICO
DE LA DIRECCION DE BIBLIOTECAS DE LA BUAP.
P R E S E N T E:

Por este conducto hago de su conocimiento que de acuerdo a la solicitud presentada por el (la) pasante GONZALEZ HERNANDEZ TANIA de la licenciatura en Sociología, mismo (a) que se titulara a través de Tesis, titulada, "CREACION Y LEGITIMIDAD DEL CONOCIMIENTO CIENTIFICO: EL CASO DE LA AGROBIOTECNOLOGIA EN MEXICO", le solicito atentamente tenga a bien ordenar a quien corresponda se realicen sus trámites de liberación de bibliotecas con los requisitos establecidos a fin de continuar con sus trámites de titulación.

Sin otro particular, le reitero la seguridad es de mi atenta y distinguida consideración.

DR. LUIS OCHOA BILBAO
DIRECTOR



ATENTAMENTE
"PENSAR BIEN PARA VIVIR MEJOR"
H. PUEBLA DE Z., A. 12 DE MARZO DE 2018.

MTRA. MARIA PAULA CATALINA MEDELLIN SANCHEZ
COORD. DE TITULACIÓN Y EGRÉSO

C.c.p. ARCHIVO
M.MPCM/lyvb

Facultad
de Derecho
y Ciencias Sociales

Av. San Claudio y 22 sur, Ciudad
Universitaria, Col. San Manuel,
Puebla, Pue. C.P. 72570
01 (222) 229 55 00 Ext. 7725

Mtra. María Paula Catalina Medellín Sánchez
Coordinadora de Titulación y Egreso de la Facultad
de Derecho y Ciencias Sociales de la BUAP
Presente

Por este conducto le envío un cordial saludo y le comunico que, con base en el oficio CTE 876/2017 de fecha 21 de agosto del año en curso, se me nombra como director de tesis de la pasante

Tania González Hernández

En dicho oficio la tesis se titula

"La creación y legitimidad del conocimiento científico: el caso de la agrobiotecnología en México y su representación en Puebla (BUAP-COLPOS) un análisis desde la sociología",

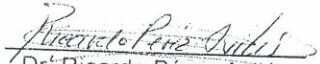
sin embargo a solicitud de la tesista se propone un nuevo título, considerando que debido al tiempo y a la amplitud que representaba hacer trabajo de campo en otras dos universidades pertenecientes al Estado de Puebla, se decidió delimitar el tema y centrarlo a las universidades que se habían considerado en un inicio para realizar la investigación (CINVESTAV y CHAPINGO). Por lo anterior el nuevo título, si no existe inconveniente, queda de la siguiente manera:

"Creación y legitimidad del conocimiento científico: el caso de la agrobiotecnología en México"

Después de esta petición, le informo que se ha concluido la tesis, reuniendo los requisitos necesarios de forma y contenido para que, bajo sus instrucciones, se prosiga con el trámite correspondiente para autorizar la impresión y publicación de la misma, con el objetivo de culminar con el examen de grado correspondiente. Espero de esta manera haber dado cumplimiento, en tiempo y forma, a la misión encomendada, quedando a su disposición para cualquier asunto relacionado con este procedimiento.

Puebla, Puebla a 10 de noviembre de 2017

Atentamente


Dr. Ricardo Pérez Avilés
Profesor-investigador del ICUAP
Colaborador en la Facultad de Derecho
y Ciencias Sociales de la BUAP

#1195
10/11/17



BUAP

OF. CTE 876/2017
DIRECTOR TESIS
SOCIOLOGIA

DR. RICARDO PEREZ AVILES
CATEDRATICO DE LA FACULTAD DE DERECHO
Y CIENCIAS SOCIALES DE LA BENEMERITA
UNIVERSIDAD AUTONOMA DE PUEBLA.
PRESENTE:

Por este conducto hago de su conocimiento que se le ha designado como director de tesis del
(la) pasante:

GONZALEZ HERNANDEZ TANIA

Con el fin de que se le (s) oriente y asesore en la elaboración de su tesis profesional:

**"LA CREACION Y LEGITIMIDAD DEL CONOCIMIENTO CIENTIFICO: EL CASO DE LA
AGROBIOTECNOLOGIA EN MEXICO Y SU REPRESENTACION EN PUEBLA (BUAP-COLPOS) UN
ANALISIS DESDE LA SOCIOLOGIA"**

Así mismo, hago de su conocimiento que el tesista deberá cumplir su investigación en un
periodo de tres meses, y de un año como máximo. Es obligatorio entregar cada mes su avance de investigación
firmado por su asesor. El voto aprobatorio avalara la forma y contenido de la tesis. De no cumplir con este
requisito será cancelado su proyecto todo esto con el fin de autorizar la impresión y publicación de la misma.

DR. ROBERTO SANTACRUZ FERNANDEZ
DIRECTOR

ATENTAMENTE
"PENSAR BIEN PARA VIVIR MEJOR"
H. PUEBLA DE Z., A 21 DE AGOSTO DE 2017



C.e.p. ARCHIVO
M:\MPCMS\trngjc

Facultad
de Derecho
y Ciencias Sociales

Av. San Claudio y 22 sur, Ciudad
Universitaria, Col. San Manuel,
Puebla, Pue. C.P. 72570
01 (222) 229 55 00 Ext. 7725

ÍNDICE

Agradecimientos.....	2
Introducción.....	3
• La importancia de la agricultura campesina en el debate de la siembra	
• del maíz transgénico en México.....	5
• La importancia ambiental en el debate de la siembra	
• del maíz transgénico en México.....	9
• Justificación.....	11
• Planteamiento del problema.....	14
Capítulo1. El conocimiento científico	
1.1. Breve historia de la construcción del conocimiento científico.....	18
1.1.1. Ciencia y modernidad.....	19
1.1.2. Ciencia y posmodernidad.....	21
1.2. El estudio de la ciencia y el conocimiento desde la sociología.....	24
1.3 Breve descripción de la biotecnología y la importancia de su estudio desde la sociología.....	33
1.4 El concepto de legitimidad.....	37
Capítulo 2. Descripción de los centros de investigación biotecnológica	
2.1 Instituto de Biotecnología de la UNAM.....	42
2.2 Centro de Investigación Científica de Yucatán	44
2.3 Centro de Investigaciones Avanzadas unidad Irapuato (CINVESTAV).....	46
2.4 Universidad Autónoma de Chapingo (UACH).....	51
2.5 Misión, visión y Objetivos de los de los centros de investigación biotecnológica.....	55
Capítulo 3: La opinión de los científicos expertos en biotecnología	
3.1. Análisis del discurso de los científicos.....	58
3.2. La legitimación de la ciencia desde el centro de legitimación.....	62
3.3. Relación ciencia- naturaleza.....	75
3.4. Relación ciencia- sociedad.....	82
Conclusiones.....	89
Bibliografía.....	96

Agradecimientos

A Inés Durán Santos, por ser la mujer que me guío durante los primeros 6 años de mi vida, por dedicarme su tiempo, paciencia pero sobre todo por amarme como una hija más, estoy segura que algún día nos volveremos a encontrar. Te amo siempre.

A mi mamá por darme la vida, su amor y su apoyo incondicional a lo largo de 27 años, por enseñarme el valor del trabajo, de la honestidad y la responsabilidad; sé que nunca voy a poder retribuir todo lo que me has dado, pero espero que siempre tengas presente lo mucho que te amo.

A mi papá Efraín, por el amor y el apoyo que me ha dado, por sus palabras, por su educación y su ejemplo. Gracias por apoyarme en todo, por alentarme a seguir adelante, por hacerme ver las cosas siempre desde otra perspectiva. Te amo, lo sabes.

A mi compañero de vida José Luis, por el apoyo y amor que me ha brindado estos años que hemos caminado juntos, por lo que hemos vivido, superado y aprendido, espero que el camino que decidamos recorrer sea siempre tomados de la mano.

A Maya le quiero dedicar éste trabajo, porque sin duda tu llegada fue luz a mi vida, una confrontación conmigo misma, gracias por devolverme la capacidad de asombro y hacerme ver día a día que lo bello de la vida está en lo simple. Te adoro mucho bebé.

A los Doctores Ricardo Pérez Avilés e Iván Pérez Hernández, porque sin su guía éste trabajo no hubiera sido posible, por todo el conocimiento y tiempo que han compartido, que ha servido para la reflexión y por enseñar a través de sus clases que un cambio de paradigma es posible y nos puede llevar a un mundo mejor, porque desde que los conozco siempre han sido personas accesibles y con gran calidez humana. Muchas gracias, mi respeto y cariño para ustedes.

A Vero, por tu amistad y compañía estos años, por el tiempo que hemos estado y compartido, por todo el apoyo que me has dado, por las charlas, por no dejar que me pierda en el camino (de la sociología por lo menos) por tu cariño, sabes que te quiero mucho. Gracias totales.

A Roberto, gracias por tu amistad y apoyo a pesar de la distancia, por darme ánimos y compartir tus conocimientos y buenos deseos, recuerda: just breath. Te quiero Ro.

A mis entrevistados: Dra. Ernestina, Dra. Alba, Dr. Higinio, Dr. Mascorro, Dr. Agustino, por el tiempo que me brindaron para realizar las entrevistas, por responder los correos y por su amabilidad. Gracias a todos los que directamente o indirectamente me ayudaron a realizar este trabajo, porque sé que fue un esfuerzo colectivo, sus palabras de apoyo, sus preguntas, sus aportes fueron siempre para mejorar.

Introducción

El proceso para delimitar el tema central de ésta investigación, surgió en un principio por el debate generado por el fin de la moratoria de diez años que impedía la siembra de maíz transgénico a cielo abierto; el 31 de diciembre de 2012, la SAGARPA quitó el último candado que impedía la siembra de éste grano genéticamente modificado y autorizó los campos experimentales.

Primero serán 63 hectáreas en Sinaloa, autorizadas a la empresa Monsanto. Pronto seguirán otras en Chihuahua, Coahuila, Durango y Sonora. Cuando las licencias entren en vigor para las solicitudes en Tamaulipas, en fechas próximas, las extensiones superarán mil hectáreas. Es el paso previo a la siembra extensiva en poco más de 2 millones de hectáreas, principalmente en zonas de riego del norte de México. Es, como dicen promotores y críticos de los transgénicos, el último trámite que había que cubrir, y ya está hecho. (Enciso Angélica y Blanche Petrich, 2017:2)

A partir de ésta noticita diversos grupos sociales, sobre todo grupos campesinos y ambientalistas se manifestaron en contra de ésta decisión, pues el maíz transgénico pone en desventaja aspectos sociales, económicos, políticos, culturales y ambientales del país.

En 2017¹ se cumplieron cuatro años del proceso de litigio de la Demanda Colectiva en Defensa del Maíz Nativo, que interpusieron colectivos mexicanos para apelar la siembra de maíz transgénico en nuestro país en 2013, la demanda ha enfrentado 112 impugnaciones de los demandados: la Secretaría de Agricultura, Ganadería, Pesca y Alimentación (SAGARPA) de México, la Secretaría del Medio Ambiente y Recursos Naturales (SEMARNAT) y las empresas trasnacionales Monsanto, PHI (Pioneer-Dupont), Syngenta y Dow Agrosiences. (Desinformémonos, 2017)

Fue a partir de éste debate que me interesó el tema de los transgénicos, pues a pesar de que era un tema importante en la agenda nacional, no se mencionaba en los medios de comunicación masiva; haciendo un seguimiento de las notas periodísticas y

¹Al momento final de esta tesis se anuncia que el Sábado 25 de noviembre de 2017, “El primer tribunal colegiado en materia civil determinó mantener la suspensión otorgada para que cuatro empresas productoras de maíz transgénico – entre ellas Monsanto– no realicen la comercialización de este tipo de granos ni tampoco cultivos experimentales, y decidió que la Suprema Corte de Justicia de la Nación (SCJN) determine la constitucionalidad de la fracción IV del artículo 610 del Código Federal de Procedimientos Civiles”. (Enciso Angélica y Castillo Gustavo, 2017)

las campañas creadas en internet como la de “sin maíz no hay país” de Greenpeace, comencé a indagar sobre las implicaciones que tendría la liberación del maíz transgénico y desde ese momento mi posición fue estar en contra, planteo esto pues es mi postura epistemológica ante el problema de la siembra de maíz transgénicos.

El debate va más allá del riesgo al que los actores se enfrentan con la entrada de los organismos genéticamente modificados (OGM) al campo, los cuales aún no han demostrado que su consumo sea seguro para la salud humana, así como también el daño ambiental que pueden generar, sino que al tratarse de la siembra de semillas transgénicas en este caso el maíz, se pone en juego un complejo entramado de relaciones sociales (y de poder) que buscan legitimar un conocimiento aparentemente nuevo en un contexto donde el maíz representa más que una semilla.

Partimos del supuesto de que la discusión que subyace a la disyuntiva a favor o en contra del maíz transgénico representa el potencial reflexivo de los actores sociales y su derivación en una determinada postura política y que las atribuciones de sentido y las decisiones que se toman en relación a la ciencia y la tecnología están sujetas a las diferentes formas de observar los fenómenos sociales, así como de asumir el riesgo aparejado al desarrollo del conocimiento. (Padilla González y Fernández Nava, 2015:81)

La importancia del debate recae en el maíz, una semilla de la cual México es centro de origen pues actualmente se reportan 64 razas, de las cuales 59 se pueden considerar nativas y 5 fueron descritas inicialmente en otras regiones², que a lo largo de la historia los campesinos se han encargado de cuidar y domesticar basándose en el conocimiento tradicional y en toda una cosmovisión que les ha permitido hacer de la agricultura campesina su principal fuente de subsistencia.

Además de la riqueza cultural que depende de éste grano se remonta a tiempos prehispánicos en donde, como menciona López Austin (1984: 172)

los procesos vitales en las sociedades prehispánicas se cimentaban en la representación del maíz como entidad divina y símbolo de abundancia, fertilidad y renacimiento. La recreación de la vida no sólo dependía de los saberes alimentarios basados en la actividad agrícola, sino que, también las formas de vida, los procesos que conformaron la

² (Cubano Amarillo, del Caribe, y cuatro razas de Guatemala -Nal Tel de Altura, Serrano, Negro de Chimaltenango y Quicheño) pero que también se han colectado o reportado en el país. Fuente: <http://www.biodiversidad.gob.mx/usos/maices/razas2012.html>

identidad de las sociedades prehispánicas e incluso las bases de la organización política, la jerarquización social y la legitimación del poder se sustentaban en el cultivo del maíz.

Lo mencionado anteriormente nos ayuda a reflexionar sobre la complejidad que tiene la aprobación de la siembra de maíz genéticamente modificado (GM) en México, pues detrás de ésta semilla también existe un proceso socio histórico de domesticación que se viene haciendo aproximadamente desde hace diez mil años por comunidades indígenas que han prevalecido hasta nuestros tiempos y de las cuales se desprende una práctica que ha permitido que la cosmovisión que se tiene en torno al maíz se siga preservando hasta hoy; la agricultura campesina. La cual aporta importantes volúmenes de alimentos para todo el país, abasto que también se pone en riesgo. Arriesgar cultura, alimentación y la sobrevivencia de actores sociales como lo son los campesinos e indígenas, representa un problema sociológico estratégico para la nación.

La importancia de la agricultura campesina en el debate de la siembra del maíz transgénico en México

En éste debate considero importante hacer visible el tema de la agricultura campesina, la cual está ligada a la preservación y cuidado de los recursos naturales en el país, más que una forma de producción agrícola, representa una forma de vida y de subsistencia para las familias de las comunidades rurales, pues en éstas suelen trabajar todos los miembros de la familia y la mayor parte de lo que se produce es destinado al autoconsumo.

Según el censo del 2010 realizado por el INEGI,

la población rural sigue oscilando alrededor de los 30 millones de habitantes es decir un 27.4% de la población nacional. De las unidades de producción censadas en 2007, el 72% tiene menos de 5 hectáreas; el 22% entre 5 y 20 hectáreas y sólo el 6% posee más de 20 hectáreas. (Álvarez Buylla y Piñeyro Nelson, 2013:377)

La información anterior nos da un panorama de la población campesina y la importancia que éste sector tiene en México, ya que es dueña de la mitad del territorio y es la encargada de producir más del 40% de la producción agropecuaria, ésta práctica milenaria abarca toda una complejidad que con la entrada de los OGM se torna

vulnerable y susceptible a desaparecer:

La mayor parte de estas pequeñas parcelas, está cultivada con milpas, cuya riqueza agrícola depende de una matriz de factores ecológicos (precipitación, temperatura, evapotranspiración, calidad de los suelos, edad de la vegetación anterior, cantidad de malezas, accesos a semillas, plagas), sociales (acceso a la tierra, estructura y ciclo familiar, edad de los trabajadores, instituciones que favorezcan intercambios laborales organización familiar, estado de salud), económicos (matriz de precios, importaciones de cultivos básicos, tasa de migración, salarios, cantidad de tierra cultivable), y culturales (cultura material, simbolismo, educación, normas y arreglos familiares, significado en fiestas y ceremonias). (Álvarez Buylla y Piñeyro Nelson, 2013:378)

Como se menciona en el párrafo anterior, la agricultura campesina es una práctica llena de múltiples factores que poco tienen que ver con el capital, sin embargo, la entrada de los OGM y de las empresas transnacionales en el campo mexicano ha provocado que los agricultores estén obligados a comprar los “paquetes” de tecnológicos que incluyen: semillas, agroquímicos, fertilizante, maquinaria; todo proveniente de empresas como Pioneer, John Deere, Monsanto, Syngenta. Es evidente que las familias campesinas, en su mayoría de origen indígena, no podrían cubrir los gastos de éste “paquete” por lo que su forma de vida y de subsistencia se vulnera.

La mercantilización del germoplasma agrícola provoca que la generación y transferencia de conocimientos sobre cultivos tenga mayores impactos sociales, ya que su acceso se relaciona con el ejercicio del poder y acciones de dominio. Sin duda alguna, el control del circuito del germoplasma dará el poder absoluto sobre el sistema productivo y comercial a las grandes empresas. (Álvarez Buylla y Piñeyro Nelson, 2013:328)

En 1982 la CEPAL realizó un estudio denominado “Economía Campesina y Agricultura Empresarial” en el cual define teóricamente y delimita empíricamente dos grandes formas de agricultura: la campesina, que usa mano de obra familiar y la empresarial, que la contrata. Éste estudio identificó el segmento de pequeñas unidades productivas de tipo familiar con: baja producción, tecnologías tradicionales, productora de granos básicos para el autoconsumo, etc., que ahora (2007) suma 78.8% .En estos estratos quedan comprendidas las unidades familiares indígenas. (Cervantes Herrera, Cruz León , Salas González, Pérez Fernández, & Torres Carral , 2016)

Pablo Ramírez actualizó éste estudio tomando como referencia los censos agropecuarios de 1991 y 2007, el cual se llamó “Tipología y Evolución de las Unidades de Producción Rural en México”. Ramírez encontró que las unidades de Agricultura Familiar Campesina (AFC), con menores recursos productivos, en 2007 comprenden un 61.71% de los 4,040 millones de unidades agrícolas censadas. El estrato de “Jornaleros” es el más numeroso, y entre 1991 y 2007 se incrementó 375 mil unidades. En tanto que las de Autoconsumo disminuyeron 253.5 mil unidades.

Así las unidades de AFC con recursos inferiores a las necesidades de una familia, representan un conjunto mayor al 60% del total de unidades del país y comprenden comunidades indígenas que comparten las características señaladas en el siguiente cuadro.

Cuadro 1. Características de dos tipos de unidades productivas de la agricultura mexicana

Cuadro 4. Características de dos tipos de unidades productivas de la agricultura mexicana

Tipos de AFC	Características centrales	Otras características
Agricultura familiar campesina (AFC- jornaleros)	<ul style="list-style-type: none"> - No contrata mano de obra. - Poca o nula relación con los mercados. - Objeto prioritario manutención de la familia. - Producción para autoconsumo. - Superficie promedio de 0.5 a 3 hectáreas. - Uso de tecnología tradicional. - Bajo nivel de productividad. - Muy bajo nivel de activos productivos. - Potencial productivo muy limitado. 	<ul style="list-style-type: none"> - Reciben apoyos gubernamentales. - Son campesinos pauperizados. - Marginación alta. - Altos índices de emigración. - Reciben remesas de emigrantes. - Sector más dañado en la fase neoliberal.
Agricultura familiar campesina (AFC-Autoconsumo)	<ul style="list-style-type: none"> - Mano de obra contratada menos de 25 jor/año. - Conexión limitada a los mercados. - Activos productivos reducidos. - Producción mayormente para autoconsumo. - Bajo valor de la producción. - Tecnología tradicional y en pocos casos media. - Reducido potencial productivo. 	<ul style="list-style-type: none"> - Recursos productivos limitados. - Producción de granos básicos. - Marginación media y alta. - Reciben apoyos gubernamentales.

Fuente: elaborado con información del texto de Ramírez, (2012).

Del cuadro anterior rescato dos aspectos que considero importantes para la investigación, el primero es que como se observa tanto en las AFC de jornaleros como en las de autoconsumo, se menciona el “uso de tecnología tradicional y en pocos casos medios”. Relacionando ésta característica con la implementación de los OGM en la agricultura, se puede visualizar la desventaja a la que se enfrentan los campesinos ante

los nuevos conocimientos y prácticas, ya que quedan expuestos con el uso de la biotecnología en el campo, pues a través de los años el conocimiento tradicional ha permitido la producción de cultivos pero también ha ayudado a preservar el germoplasma particularmente del maíz, dando como resultado las casi 60 especies nativas que existen de ésta semilla.

La imposición del maíz transgénico por parte del modo de producción capitalista trae consigo una imposición del pensamiento científico occidental, el cual deslegitima todo conocimiento que no éste dentro del paradigma de pensamiento impuesto por la modernidad, así los saberes tradicionales quedan como obsoletos al no encajar con la racionalidad moderna que indica que la naturaleza debe ser tratada como objeto (de conocimiento) y el sujeto es el encargado de conocerla, usarla y despojarla.

El segundo aspecto tiene que ver con las características de “producción mayormente para autoconsumo y objeto prioritario manutención de la familia” lo que significa que muchas veces la producción solo va destinada a la subsistencia y no a la comercialización, en este caso me gustaría resaltar el concepto de soberanía alimentaria.

La soberanía alimentaria es

el derecho de cada pueblo a definir sus propias políticas agropecuarias y en materia de alimentación, a proteger y reglamentar la producción agropecuaria nacional y el mercado doméstico a fin de alcanzar metas de desarrollo sustentable, a decidir en qué medida quieren ser auto-suficientes, la soberanía alimentaria no niega el comercio internacional, más bien defiende la opción de formular aquellas políticas y prácticas comerciales que mejor sirvan a los derechos de la población a disponer de métodos y productos alimentarios inocuos, nutritivos y ecológicamente sustentables.³

Éste es uno de los conceptos claves que los movimientos ambientalistas y campesinos han utilizado como defensa en contra de la siembra de maíz transgénico en México, pues a diferencia de otros países como Argentina o Estados Unidos (donde prevalecen los campos de monocultivo) en el nuestro el sistema de producción (sobre todo en las Unidades de Agricultura Familiar Campesina) corresponde a la milpa (como

³ Definición de Vía Campesina y otras organizaciones, La Vía Campesina es un movimiento internacional que reúne a millones de campesinos, agricultores pequeños y medianos, sin tierra, jóvenes y mujeres rurales, indígenas, migrantes y trabajadores agrícolas de todo el mundo. Para más información consultar la página de internet: <https://viacampesina.org/es/la-voz-de-los-campesinos-y-de-las-campesinas-del-mundo5/>

se mencionaba en párrafos anteriores).

La reivindicación de la milpa, como menciona Armando Bartra (2009), es una lucha contra el hambre y el éxodo, un combate por la soberanía alimentaria y por la soberanía laboral. Pero es también una batalla, aún más profunda y decisiva, por preservar la pluralidad cultural y la diversidad biológica, de las que depende no sólo el futuro del país sino también el futuro de la humanidad. (Bartra, 2009:42)

La importancia ambiental en el debate de la siembra del maíz transgénico en México

El segundo punto es el problema medio ambiental que se desprende de la siembra de maíz transgénico, pues existe un gran riesgo de que el maíz nativo se contamine por el maíz GM (Genéticamente Modificado), debido al “flujo génico” que se da por factores naturales como la polinización, las técnicas de ingeniería genética han sido presentadas como una gran herramienta por su exacta y previsible producción de organismos genéticamente modificados. Sin embargo, el cambio inducido por la expresión de un (trans)gen en un OGM no es a menudo una simple cuestión de transcripción o traducción de la secuencia de ADN recombinante insertada. Los métodos disponibles para transferir construcciones genéticas a las células son hoy día ineficientes e imprecisos. (Álvarez Buylla y Piñeyro Nelson, 2013:119)

En este punto hay que mencionar las leyes y los diferentes elementos jurídicos que regulan el estudio, la aplicación y la liberación de los OGM pues,

las consideraciones sobre lo deseable y seguro de ésta tecnología para nuestro país han sido guiadas por intereses políticos y económicos privados, más que por estudios científicos concluyentes, y mucho menos por consideraciones sociales o ambientales. (Álvarez Buylla y Piñeyro Nelson, 2013:111)

Lo anterior propició que en el 2005 se publicara la Ley de Bioseguridad de Organismos Genéticamente Modificados, la cual en su artículo primero señala que ésta:

tiene por objeto regular las actividades de utilización confinada, liberación experimental, liberación en programa piloto, liberación comercial, comercialización, importación y exportación de organismos genéticamente modificados, con el fin de prevenir, evitar o

reducir los posibles riesgos que estas actividades pudieran ocasionar a la salud humana o al medio ambiente y a la diversidad biológica o a la sanidad animal, vegetal y acuícola.⁴

Sin embargo se considera que ésta ley fue creada para permitir que las empresas transnacionales tuvieran la libertad de sembrar maíz transgénico en nuestro país.

Para dicha ley:

el poder legislativo contó con la asesoría de un grupo de cerca de 40 investigadores de la Academia Mexicana de Ciencias (ACM) para la revisión de la LBOGM, pero no se realizó en su momento un debate público suficientemente plural para que se plantearan todas las opiniones y posiciones de la sociedad civil, ni se recogieron cabalmente las posiciones planteadas por los miembros de la AMC. El modelo de consulta se centró en las audiencias con un grupo de expertos, sin tomar en cuenta a expertos científicos que tenían opiniones diversas, y en el mismo nivel, a los demás ciudadanos informados o a las diversas asociaciones de agricultores de maíz de nuestro país. (Álvarez Buylla y Piñeyro Nelson, 2013: 320)

Es importante mencionar la cuestión jurídica pues está ligada estrechamente con lo ambiental, con lo mencionado anteriormente podemos observar que tenemos un Estado permisivo al crear leyes y marcos regulatorios que sobreponen los intereses económicos a los ambientales, pues “el régimen de protección especial para el maíz mexicano debe ser eso mismo: una protección ambiental por un sentido básico de responsabilidad nacional y global.” (Álvarez Buylla y Piñeyro Nelson, 2013:323)

Justificación

Es bien sabido que la ciencia ha hecho múltiples contribuciones a la humanidad, sin embargo también las consecuencias de lo que ha producido son palpables actualmente, pues gran parte de las crisis socioambientales que vivimos son resultado de ésta, razón por la cual se ha puesto en debate el papel que la ciencia juega en la sociedad actual.

Se considera pertinente y necesario el desarrollo de esta investigación puesto que al ser la discusión de los transgénicos un problema vigente en nuestro país, es importante

⁴Presidencia de la República. *Ley de Bioseguridad de Organismos Genéticamente Modificados- México*, Cámara de Diputados, Recuperada en noviembre 8, 2017, del sitio del Gobierno de México en: <http://www.diputados.gob.mx/LeyesBiblio/pdf/LBOGM.pdf>

hacer una reflexión acerca de todos los puntos que esta decisión implica o al menos a algunos de ellos, por ser un problema complejo.

Desde el ámbito sociológico, son pocas las investigaciones que se desarrollan en torno a la construcción del conocimiento y cómo este, se reproduce y aplica, además de que poco se cuestiona su utilidad y forma de organización: El sociólogo se ocupa de la comprensión naturalista de lo que la gente toma como conocimiento, y no con el juicio evaluativo de lo que merece ser tomado como tal: su orientación normalmente es distinta a la del filósofo o del epistemólogo. (Barnes, 1977)

“No sólo necesitamos saber de ciencia, sino sobre la ciencia” (Jover, s/f:1). Actualmente la ciencia y la tecnología son indispensables para la vida humana y las hemos cotidianizado a tal grado que a veces no diferenciamos una de la otra, es cierto que los siglos XIX y XX están marcados por los grandes desarrollos científicos, sin embargo un debate surgido con la posmodernidad es ¿cuál es la utilidad de la ciencia actualmente?, pues:

La imagen de la ciencia como una actividad de individuos aislados que buscan afanosamente la verdad sin otros intereses que los cognitivos, a veces transmitida por los libros de texto, no coincide para nada con la realidad social de la ciencia contemporánea. En gran medida el desarrollo científico y tecnológico de este siglo ha sido impulsado por intereses vinculados al afán de hegemonía mundial de las grandes potencias y a las exigencias del desarrollo industrial y las pautas de consumo que se producen y se difunden desde las sociedades que han marcado la avanzada en los procesos de modernización. (Jover, s/f: 2)

Con este trabajo, se pretende hacer un aporte para la comprensión de un fenómeno complejo como es la agrobiotecnología desde la visión sociológica, tomando en cuenta la importancia y desarrollo que esta ciencia está teniendo en nuestro país, así como también que la construcción del conocimiento y la verdad son construcciones sociales

Con lo anterior el lector puede cuestionarse ¿qué relación tiene la sociología con la agrobiotecnología? y ¿por qué hacer una investigación sociológica sobre agrobiotecnología y no sobre otros factores que son “más sociales” como el campo o los movimientos sociales?

Respondiendo a la primera pregunta, considero que la sociología no tiene relación alguna con la agrobiotecnología, sin embargo el carácter crítico de la sociología le permite participar y adentrarse en los cuestionamientos de cómo repercute en la sociedad, pues es finalmente donde se ejecutan las aportaciones que la biotecnología está haciendo como ciencia, en este caso la agrobiotecnología, como se explica anteriormente, tiene repercusión directa en el campo, y ese sector social en particular, así como en el medio ambiente, por lo que la sociología tiene la oportunidad de investigar el fenómeno que se está produciendo a partir de ésta, partiendo de la premisa de que la tecnología no es neutra.

En realidad existen pocas investigaciones sobre sociología de la ciencia, por lo cual es importante hacer visible lo que los científicos están haciendo sobre todo en éste momento donde, como se mencionó anteriormente, se cuestiona el papel que ésta desarrolla en la sociedad.

La sociología de la ciencia a partir de la década de los setentas dejó de limitarse solo al estudio de la comunidad científica y las relaciones entre investigadores, y comenzó a hacer un análisis que también se centrara en la producción científica, las cuales se estimaban como producciones sociales, explicadas sólo por medio de causalidad sociológica.

éste relativismo sociológico, que rechaza la naturaleza o la lógica como causa explicativa de las producciones científicas, ha sido muy criticado no sólo por los propios científicos, indignados al ver su ciencia reducida a la condición de cualquier producción cultural, sino también por una nueva generación de estudios sociales de la ciencia. (Ortega Ponce y Arellano Hernández, 2008:5)

Este replanteamiento de la sociología de la ciencia sugiere un cambio de método en cual se enfoca en las prácticas reales de los investigadores, al hacerlo surge un elemento poco considerado: la naturaleza.

La “naturaleza” está realmente presente en la construcción del conocimiento, pero es una naturaleza a menudo producida en el laboratorio, o hecha con muestras seleccionadas en el mundo, envasadas, procesadas y trasladadas antes de ser más o menos reconfiguradas en el laboratorio a partir de los enfoques teóricos de los investigadores y de los instrumentos a

su disposición. (Ortega Ponce y Arellano Hernández, 2008: 6)

Lo mencionado anteriormente coincide exactamente con la visión de los transgénicos, las semillas mejoradas en el laboratorio son parte de la naturaleza y la visión que se nos plantea de ellas es que forman parte de ésta, sin embargo traen consigo toda una carga de conocimientos que han sido legitimados a través de los años, acompañados de discursos que nos han convencido de no cuestionar lo que en el laboratorio se produce y se nos muestra como “verdad”.

La respuesta a la segunda pregunta, es un poco más simple, como lo expliqué en el apartado anterior, para el proceso de delimitación se realizó un estado del arte que me permitió darme cuenta que muchos autores ya habían hablado sobre el problema del campo en relación con el maíz transgénico así como de los movimientos sociales, por el contrario eran pocas las investigaciones sociológicas que cuestionaban la ciencia encargada de hacer la investigación biotecnológica.

Así, tomando como base la idea de la transdisciplina como una herramienta del conocimiento para dar explicación a problemas complejos, me resultó interesante hacer una investigación que pusiera en diálogo a la sociología con la agrobiotecnología, dos ciencias que están totalmente separadas desde su concepción, conocer la opinión de los científicos que investigan y desarrollan la agrobiotecnología me pareció importante, pues considero que son actores poco visibles en éste debate, esta separación es un problema epistemológico de la ciencia moderna y base del problema que enfrentamos en esta tesis.

Planteamiento del problema

Con la aparición del neoliberalismo y su visión economicista muchos ámbitos de la vida social cambiaron la manera y la perspectiva con la que se llevaban a cabo; la ciencia y la investigación científica, no escaparon de la lógica mercantilista y utilitarista que fue invadiendo progresivamente al mundo.

De esta forma, la ciencia que había sido utilizada por el ser humano como una herramienta para la búsqueda, la construcción de la verdad y la explicación de la realidad, cambió su *ethos* a tal grado que actualmente atraviesa por un problema de legitimidad: puesto que aquella ciencia que buscaba grandes soluciones o explicaciones a los problemas sociales, los cuales eran explicados en metarelatos que interpretaban la realidad sin ser cuestionados, se encuentra hoy enfrentada a relatos individuales o parciales que cuestionan una ciencia que responde a intereses utilitaristas (mercantilizados) o instituciones al servicio del mercado, provocando así que la construcción del conocimiento científico atravesase por un proceso de legitimidad a partir de la hegemonía dominante en la forma de hacer y validar la ciencia; la cual se muestra incapaz de resolver problemas sociales básicos como el hambre o algunas enfermedades, pues actúa bajo la lógica de los intereses económicos que se cuestionan si la solución de estos es o no rentable.

Hoy en día es escasa la práctica científica alejada de intereses de aplicación con fines económicos o de otro tipo, lo cual tiene implicaciones en la actividad científica, en la vida de los científicos, las instituciones que los acogen y sus relaciones con la sociedad. La psicología y la ideología empresariales están presentes en el mundo de la ciencia. No es por gusto que los problemas éticos asociados a ciencia y tecnología constituyen preocupaciones cotidianas hoy. Se ha dicho que el poder acumulado es tanto que la pregunta: ¿qué se puede hacer? Ha sido desplazada por ¿qué se debe hacer? (Jover, s/f: 3)

Un reflejo de esta tendencia de paradigma de producción científica mercantilizada se observa claramente en las llamadas *ciencias de la vida*, entre las que se encuentra la biotecnología (BT), la cual (en la mayoría de los casos) se realiza investigación científica bajo el criterio de la ganancia económica; es decir, si la investigación puede derivar en una patente que será rentable, entonces esta se produce, se comercializa y se divulga, sino lo es, se desecha.

En México se puede observar un notable crecimiento en relación al conocimiento científico y las ciencias aplicadas (relacionadas) a la biotecnología, tomando en cuenta el número de publicaciones de BT aplicada y BT básica, las cuales hasta 1990, eran menos de veinte al año. Posterior a esta fecha y durante los últimos 24 años, se han registrado 1,184 artículos científicos con 10,742 citas de BT aplicada (9.07% de citas

por artículo) y 858 artículos de BT básica, con 22,736 citas (26.5 citas por artículo). (Stenzano Pérez, 2012:18)

En el año 2004, México se posicionaba como el principal productor de investigación científica en biotecnología en comparación con Ecuador, Colombia, Costa Rica, México y Venezuela. (Orozco. et al, 2004), pues el número de proyectos de investigación relacionado con esta ciencia era de 2,429, de los cuales es importante resaltar que un 24% estaban orientados al sector agrícola, la mayoría eran desarrollados en universidades públicas⁵ y todos los científicos que las desarrollaban pertenecían al Sistema Nacional de Investigadores (SNI).

Estos datos se ven reflejados en el número de patentes registradas al año (patentes, revistas especializadas, recursos) o el nombre de las revistas especializadas en las que se publican los hallazgos, cabe mencionar también que en ocasiones las investigaciones están patrocinadas por capital de empresas trasnacionales (Monsanto) y también por recursos del Estado, tomando en cuenta esto la pregunta que se busca responder para la investigación es: ¿Cómo se explica la construcción del conocimiento científico de la agrobiotecnología y la construcción de la legitimidad en torno a esta desde los centros de investigación del país y su relación con el Estado y los intereses privados?

Un ejemplo de lo anterior son dos instituciones mexicanas que ofertan la carrera en biotecnología: el Centro de Investigaciones Avanzadas (CINVESTAV) y la Universidad Autónoma de Chapingo, las cuales fueron elegidas porque desarrollan proceso de investigación y creación de conocimiento aplicados al sector agrícola (agrobiotecnología o biotecnología agrícola), aunado a la oferta de carreras con diferentes perspectivas y formas del discurso a pesar de que ambas son instituciones públicas que reciben recursos federales.

A saber del CINVESTAV, maneja un discurso más relacionado con el “estatus/prestigio” que el investigador puede obtener al ingresar a éste, además de la

⁵ En el estudio se menciona que el total de instituciones en donde se desarrollaban las investigaciones era 109, de las cuales 105 eran instituciones públicas, 3 privadas y 1 internacional

relación con las diversas empresas privadas y las publicaciones en revistas internacionales en las que podrá plasmar los resultados de investigación (Cinvestav Irapuato, 2017). Por otra parte la Universidad Autónoma de Chapingo presenta un discurso en el cual muestra como objetivo formar investigadores que desarrollen mejoramientos en plantas que representen soluciones para la problemática del sector agrícola y el medio rural. (Chapingo, 2017)

La biotecnología en México, en especial la biotecnología agrícola es una ciencia que está tomando importancia y al mismo tiempo, es altamente cuestionada por las repercusiones que puede tener el resultado de sus investigaciones; al ser la vida y la manipulación del ADN su campo de trabajo; es importante reflexionar acerca de su legitimidad y operacionalidad, así como los procesos en la construcción del conocimiento científico que se llevan a cabo en las instituciones en donde se forma a los futuros investigadores, así como la construcción de la verdad y el conocimiento, pues al llevar implícito el paradigma hegemónico de la ciencia son los que dictarán lo que es o no verdad en este campo y sus investigaciones tendrán importantes repercusiones en el sector agrícola de la sociedad mexicana.

Capítulo 1. El conocimiento científico

1.1 Breve historia de la construcción del conocimiento científico

El conocimiento debe ser entendido como una construcción social que surge a partir de la producción de ideas por parte de la colectividad y no como algo dado que surgió de la nada; para esto, debe ser observado para su comprensión desde dos aspectos (categorías) que permean las teorías o leyes que surgieron en cada época, estos son: la sociedad y la historia, es decir, los aspectos socio-históricos. Desde esta óptica nos será posible comprender, analizar y profundizar sobre las diferencias abismales entre la teoría filosófica que planteaba Aristóteles y el desarrollo de la ciencia como la conocemos actualmente.

El abordaje histórico de la construcción del conocimiento que se realiza en este apartado, no es detallado, sino que sólo se hace énfasis en las principales corrientes teóricas que marcaron las pautas para la construcción del conocimiento científico, el cual es el que nos interesa. Por lo tanto, si bien no tenemos una fecha precisa de cuándo fue que surgió el conocimiento como tal, para ésta investigación se tomará como punto de partida la teoría Aristotélica, pues fue quién fundó las bases para el desarrollo del Pensamiento Occidental.

Aristóteles (384-322 a.C) fue el primero en sentar las bases para el desarrollo de la ciencia incursionando en varios campos como la astronomía, la biología, la anatomía, la filosofía, entre otras. Así pues, su pensamiento corresponde a una importante época de la antigüedad en la cual el conocimiento era utilizado principalmente para explicar la realidad. Aristóteles era esencialista, lo cual quiere decir que ponía en primer plano al hombre, planteando el método de la observación de la naturaleza (entorno) la cual debía ser aprendida y comprendida, fundando con esto la visión materialista de la naturaleza al hacerla objeto de estudio del hombre para la comprensión del mundo.

Posteriormente en la época renacentista, una de las teorías filosóficas más importantes que dieron seguimiento a los aportes realizados por Aristóteles, fue la “Tomista” desarrollada por Santo Tomás de Aquino, quien permeado por su ideología

católica-cristiana, buscó explicar incansablemente la relación entre la razón y la fe, que a pesar de que reconocía que eran diferentes, las dos están relacionadas:

Por ser el hombre punto de intersección entre lo meramente corporal y lo espiritual, su modo peculiar de conocer tiene una doble vertiente: por una parte, gracias a su cuerpo, el hombre parte de los sentidos para adquirir conocimiento; pero por otra, gracias a su intelecto, el hombre puede abstraer de las cosas sensibles sus formas o esencias inteligibles, y remontarse así al mundo espiritual. El proceso del conocimiento se da bajo la cooperación estrechísima de alma y cuerpo. (S/A, 2017)

Con lo anterior se creía que el conocimiento hacía que el hombre estuviera más cerca de lo divino. Tomás de Aquino (1224-1274) fue un pensador controversial para su época, motivado principalmente por la búsqueda de la verdad, en donde quiera que ésta se encontrara, por lo cual ignoraba si los escritos provenían de corrientes musulmanas, hebreas, etc. La teoría “Tomista” fundó una filosofía basada en la disciplina de la sabiduría, Santo Tomás parte de la realidad, pues cuando el hombre conoce su entorno, el ambiente que lo rodea, sus problemas y dificultades, las cosas de la naturaleza, por esas mismas cosas se siente motivado a buscar la felicidad. La ciencia entonces está al servicio de las personas, es la vida misma lo que conduce a la ciencia de la verdad, lo que lo acerca a Dios.

Fue durante el periodo de la Ilustración que duró aproximadamente 200 años, donde se sentaron las bases para el desarrollo del conocimiento científico moderno, pues al dejar atrás la visión teocéntrica legitimada durante el renacimiento, comenzó el cambio de paradigma que daba mayor importancia a la razón humana (racionalismo) como nuevo orden social para explicar la realidad.

1.1.1. Ciencia y modernidad

A partir de éste momento podemos hacer un corte histórico y epistemológico que tuvo repercusión en la ciencia, el inicio de la modernidad.

En el ámbito científico suele atribuirse el inicio de modernidad y de la ciencia moderna a la atribución hecha por René Descartes (1596-1650), a aparición de la frase

“Pienso luego existo”, es un resumen de cómo se construyó el conocimiento de esa época.

Descartes con el *Discurso del método* (1637), estableció el método científico, el cual establecía dos premisas importantes, la “reproductibilidad”, es decir la capacidad de repetir determinado experimento por cualquier persona y en cualquier lugar, con la finalidad de dar a conocer los resultados y la “refutabilidad”; es decir que cualquier proposición científica debe ser susceptible de ser refutada o falsada, es decir se rechaza la hipótesis que lo sostiene.

El método científico está basado en el principio de la observación, por medio de la cual se hace una separación del sujeto y el objeto de estudio, es decir; el sujeto va a ser el ser humano que tiene la necesidad de comprender y aprehender su entorno para así dar una explicación del mundo y construir la realidad, y el objeto es lo que puede ser aprendido y estudiado, por ejemplo: la naturaleza, las cosas, los fenómenos naturales, etc.

Bajo esta separación, el método científico consiste en seis pasos: observación, inducción, formulación de hipótesis, experimentación, comprobación o refutación de la hipótesis y formulación de tesis o teorías; este último punto es importante porque estas teorías o leyes son consideradas “verdades”, las cuales pocas veces van a ser cuestionadas porque son el fin último de la ciencia.

Es importante mencionar que la modernidad no solo corresponde a un periodo histórico, sino a un nuevo paradigma establecido en distintos ámbitos de la vida (sociales, políticos, económicos, culturales científicos), sin embargo en la ciencia, la modernidad se instaure como una forma “progresista” de ver la realidad:

Es la creencia en una aproximación cada vez más ajustada a la ‘verdad’ de la realidad lo que da un impulso eufórico a la ciencia y lo que hace que surjan diversas especialidades de ‘la’ ciencia, que se ocupen de investigar los diversos ámbitos de la realidad bajo el método lógico matemático, hasta el punto de que a alturas de la Ilustración, la fe y el progreso en la razón es ya ciega e imparable, y provoca todos los cambios sociales, políticos, y epistemológicos necesarios para establecer la modernidad como única forma de existir. (Solana, 2002: 3)

Immanuel Kant (1724-1804) fue uno de los pensadores más representativos del final de la ilustración, éste se enfocó en el desarrollo del empirismo y el racionalismo. Kant aportó las bases para el entendimiento del desarrollo del conocimiento, pues al tener una postura crítica, publicó *Crítica a la razón pura*, hace un cuestionamiento sobre los límites del conocimiento y establece que “no todo el conocimiento que proviene de la experiencia se acerca al racionalismo”.

La filosofía kantiana es una filosofía crítica: se tratará de analizar y comprender la posibilidad y límites de la Razón tanto en su aspecto teórico como en su dimensión práctica. Su proyecto consiste en establecer los principios y límites del conocimiento científico de la Naturaleza.

Debemos hacer énfasis en la importancia que tiene la Ilustración para el desarrollo de la ciencia, pues a partir de esta se construye un paradigma que va a estar basado en la idea del “progreso”, el cual se puede obtener por medio de la razón. Otro aspecto importante es que durante este periodo, surgieron los grandes *metarelatos* y leyes que siguen vigentes hasta hoy en día, como por ejemplo las leyes de Galileo, Copérnico o Newton, pero también y punto importante para el desarrollo de esta investigación, es que en este periodo, comienza la legitimación de la ciencia como institución que construye la verdad.

Pero como se mencionó al principio del apartado, la importancia de los aspectos socio históricos como elementos clave para comprender el desarrollo del conocimiento, y en este caso la Ilustración, está marcada en su inicio por la Revolución Inglesa y a su término por la Revolución Francesa, es decir, fue un periodo de muchos cambios, no solamente en cuanto a las forma de pensamiento, sino también cambios sociales. Sin embargo, no se puede dejar de lado que la ciencia era desarrollada desde la élite aristócrata perteneciente a la nobleza; los pensadores no pertenecían al común de la sociedad.

1.1.2. Ciencia y posmodernidad

Uno de los debates más relevantes del siglo XX y que aún sigue en el presente siglo, es sí el periodo cultural e histórico denominado “modernidad” había llegado a su fin, y si

ahora vivimos en un periodo posterior llamado “posmodernidad”, el cual ha permeado a varias cuestiones sociales como el arte, la arquitectura, la política y la ciencia no se queda atrás.

Después de que la revolución científica pusiera sobre la mesa los límites del método científico y criticara la forma de hacer ciencia, se pusieron en duda los objetivos y los usos que ésta tenía, “su objetivo principal consistiría en el establecimiento de las leyes universales y deterministas que rigen el comportamiento de esos fenómenos y que serían las leyes de la propia Naturaleza”; sin embargo, ciertos estudios en matemáticas y física, habían mostrado que se debía dejar atrás el determinismo pues “no existe una realidad objetiva e independiente del observador la cual pueda ser conocida cada vez con mayor rigor y acierto, alcanzándose sobre ella conocimientos aproximadamente verdaderos. La realidad sería el producto de la propia práctica científica”.

Con lo anterior se podría pensar que todas las verdades (explicaciones como leyes o metarelatos) podrían ser cuestionados y deslegitimados, y es ahí donde radica la complejidad de éste periodo.

Para ir entendiendo éste debate entendemos la posmodernidad como “el alcance de los límites del proceso de modernización (cf. Turner 1991:4), por lo tanto si habláramos de una “ciencia posmoderna”, estaríamos hablando de los límites que alcanzó la ciencia en el periodo de la modernidad (en los siglos XVII y XVIII durante la revolución científica)”. Incluso

algunos autores, ponen de manifiesto que hemos topado con los límites de lo que constituyó el núcleo mismo de la ciencia moderna: la matematización de la naturaleza y el control experimental de los fenómenos. Se está fraguando, por tanto, una nueva ciencia abierta a la incertidumbre, al disenso, a lo especulativo, a lo no comprobable empíricamente, a lo cualitativo, a la comprensión holística de los fenómenos, a lo subjetivo, a lo valorativo, a lo complejo, a lo diverso. (Diéguez, 2004: 2)

En *La condición posmoderna* Jean Francois Lyotard (1924-1998), escribe acerca de la crisis de legitimidad que trajo la posmodernidad en la ciencia, por lo tanto será tomado en cuenta como el principal autor para reflexionar acerca de éste debate.

Según explicaba Lyotard desde fines de la modernidad (siglo XIX) la ciencia ha tenido una crisis de legitimación debido a que los fines utilitarios para los que fue creada, ayudaron a afianzar las desigualdades en el mundo, ya que “nunca el descubrimiento científico técnico ha estado subordinado a una demanda surgida de las necesidades humanas. Siempre se ha movido por una dinámica independiente de lo que los hombres consideran deseable, beneficioso, confortable”. (Lyotard, 1978:98)

La “ciencia moderna” se había caracterizado por la construcción de metarrelatos, los cuales Lyotard consideraba “justificaciones explicativas para ciertas instituciones”, sin embargo, la “ciencia posmoderna” pone en cuestionamiento la fe en estos metarelatos. Para el autor un ejemplo y la principal justificación para estos cuestionamientos sobre la legitimación de la ciencia fue Auschwitz, el cual

“no puede ser integrado en ningún metarrelato de legitimación y puso a las claras además que el desarrollo científico y técnico no sólo había traído más libertad, educación o riqueza, sino que fue instrumento propicio del intento de exterminio masivo de todo un pueblo.” (Diéguez, 2004: 4)

Para ésta investigación, la postura de Lyotard es importante pues puso sobre la mesa el principio del utilitarismo en la ciencia, puso en discusión los objetivos para los cuales fue creada, pero sobre todo visibilizó la mercantilización científica, se puso en entre dicho las verdades que el método científico había legitimado, pues como él menciona:

La relación entre los científicos y la sociedad se convierte en una relación de productores y consumidores, perdiéndose con ello la posibilidad de juzgar a la ciencia mediante el criterio tradicional de la verdad o falsedad de sus enunciados: “el laboratorio mejor equipado tiene mejores posibilidades de tener razón” (Lyotard, 1978: 75).

La solución que Lyotard propone para resolver la crisis de legitimidad de la ciencia posmoderna es la "paralogía" (como nuevo sistema de legitimación) y aunque no explica el término, sino que solo da ejemplos (estudio de los sistemas abiertos, el determinismo local y el antimétodo).

"Cabe quizás entender la paralogía como una exhortación al disenso, al abandono de las viejas reglas metodológicas, a la aceptación de nuevas ideas en la ciencia, contrarias a las ideas vigentes." (Diéguez, 2004:5)

La realidad es que actualmente la crisis de la legitimidad de la ciencia está presente y aunque el método científico sigue siendo considerado un método confiable para establecer verdades, lo único observable es que los resultados científicos se han convertido en productos que se venden a las grandes corporaciones, lo cual es propio de un sistema neoliberal que asume que hasta las cosas intangibles pueden ser vendidas, como el conocimiento, por eso ha instrumentado una legitimación bajo las mismas reglas

1.2 El estudio de la ciencia y el conocimiento desde la sociología

Después de la breve introducción histórica acerca de la construcción del conocimiento científico, lo que se pretende en este apartado es adentrarnos al campo teórico del estudio sociológico del conocimiento y de la ciencia, para lo cual fueron seleccionados los autores más influyentes en esta disciplina; esto nos ayudará a comprender ¿cómo se ha planteado desde la sociología estudiar la actividad y el conocimiento científico?. El objetivo es plantear una justificación teórica más detallada del por qué esta investigación es pertinente.

Para comenzar este apartado hay que tener presente que el desarrollo científico desde el surgimiento de la modernidad, ha estado vinculado al desarrollo social con la idea del “progreso” a partir del conocimiento. Así pues, la explicación de los nexos entre el desarrollo científico y el desarrollo de la sociedad, inicia a mediados del siglo XIX, en la búsqueda por definir qué era la ciencia, considerada como una característica de la sociedad y no como una actividad más.

Para su carácter social, la ciencia se abordó como una forma específica de organización social, exclusiva de las sociedades industriales (Comte, 1981). Por el carácter ideológico de los conocimientos, la ciencia dependía del condicionamiento que sobre los individuos ejerce la clases social que ocupan (Marx, 1980), y por su carácter religioso, la ciencia formaba

parte del sistema de representación del lugar del hombre en el mundo y de la razón de ser en su entorno (Durkheim, 1989). (Ortega Ponce y Arellano Hernández, 2008:21)

El primer autor que revisaremos para entender el conocimiento científico y el estudio de la ciencia es Karl Mannheim (1893-1947), quien en su obra *Ideología y Utopía*, se enfocó en explicar los modos de pensar y el carácter ideológico de las relaciones entre el conocimiento, la sociedad y la cultura. Mannheim reflexiona sobre las raíces sociales del conocimiento. Para ello elabora un método sustentado en dos premisas: la primera consiste en definir, como objeto de estudio el carácter social del pensamiento en una situación histórico-social, de la cual emerge poco a poco el pensamiento individual.

La segunda premisa deviene de la primera, al reconocer que no es posible separar los modos de pensamiento que tienen una existencia concreta de la trama de la acción colectiva: “la dirección del cambio o de conservación de esta voluntad colectiva nos sirve de hilo conductor para llegar al lugar donde surgen los problemas, sus conceptos y sus formas de pensamiento” (Mannheim, 1941:5) (Ortega Ponce y Arellano, 2010: 21-22)

Otro término importante en la obra de Mannheim, fue el de *ideología*, el cual tiene dos sentidos, el particular y el total. El primero

“implica que el término expresa nuestro escepticismo respecto de las ideas y representaciones de nuestro adversario. Se considera a éstas como disfraces más o menos conscientes de la verdadera naturaleza de una situación, pues no podría reconocerla sin perjudicar sus intereses”. (Mannheim, 1941:49)

Y en el segundo:

Cuando atribuimos a determinada época histórica un cierto mundo intelectual y nosotros un mundo distinto, o si cierto grupo social, determinado históricamente, piensa en categorías distintas a las nuestras, nos referimos, no a los casos aislados del contenido del pensamiento, sino a sistemas de pensamiento divergentes y a modalidades de experiencia y de interpretación profundamente diferentes. Tocamos el punto de vista teórico o noológico cuando consideramos no sólo el contenido, sino la forma, y aún la armazón conceptual de un modo de pensamiento como función de la situación vital de un pensador [...] con esto se presupone sencillamente que existe una correspondencia entre determinada situación social y determinada perspectiva, punto de vista o masa a perspectiva. (Mannheim, 1941:51)

El concepto general de ideología constituye la materia propia de la sociología del conocimiento, pues en éste se incluyen los contenidos, las formas y el armazón conceptual de un modo de pensamiento, como función de situación vital de un pensador. Lo que Mannheim busca es identificar la correspondencia entre determinada situación social y determinada perspectiva; en conjunto, lo que se persigue es la caracterización de una situación social.

En este sentido,

la sociología del conocimiento puede emplear dos enfoques, uno como teoría y otro como investigación histórico-sociológica. Respecto a la primera, analiza las relaciones que existen entre el conocimiento y la existencia; con relación a la segunda, delinea las formas que ha asumido esta relación en el desarrollo intelectual del género humano. (Ortega Ponce y Arellano, 2010: 22- 23)

Con esto nos damos cuenta de que Karl Mannheim fue uno de los primeros en hacer visible la posibilidad del estudio sociológico del conocimiento, pues en resumen él planteaba que cada situación histórica social, lleva implícita una forma de pensamiento que es producto de la actividad colectiva. El conocimiento es una construcción social.

El segundo sociólogo en hacer aportaciones al estudio de la ciencia fue Robert Merton (1910-2003), el cual entendía la sociología de la ciencia como una subdivisión de la sociología del conocimiento, pues en esta se estudia el ambiente social de esta clase y las relaciones entre el conocimiento y otros factores como la historia y la cultura.

Merton comenta en la introducción de *Social Theory and social structure* (1957), que el centro de la vida cultural pasa a Estados Unidos. Pero, además, mientras que los europeos se centran en temas tales como la significación profunda del conocimiento, orientándose a la investigación especulativa, los americanos se preocupan por aquello que es susceptible de ser medido, aunque no sea especialmente significativo; mientras los europeos se interesan en la producción sistémica del conocimiento por las élites, los americanos están más preocupados de la recepción por las masas de información no sistematizada.

De ahí que con el paso de la hegemonía de Europa a América, a finales de los treinta se pasa de a sociología del conocimiento a la sociología de la ciencia, a la sociología de la comunicación de masas y de las profesiones; su preocupación estará en preguntar a la gente cómo se producen sus creencias, eliminando cuestiones como la validez de las mismas. Los sociólogos del conocimiento, trataban de poner en duda la validez y certidumbre de las creencias de los demás. Esto, para Merton, tiene sentido en una Europa dividida por las ideologías, pero no en el homogéneo sistema americano. (1957:457) (Medina, s/f:21-22)

En su obra *La ciencia y la tecnología en el siglo XVII en Inglaterra (1984)*, el autor selecciona y analiza las distintas esferas del conocimiento, su nivel de abstracción, los supuestos previos, los objetivos de la actividad intelectual, el contenido intelectual y los modelos de investigación. Merton deja de lado la cuestión epistemológica al considerar que la génesis del pensamiento no constituye necesariamente un factor determinante en su validez o falsedad, más bien consideraba que el contenido de la ciencia debía ser tarea de la lógica y la filosofía, mientras que el contexto debía ser abordado por la sociología. (Ortega Ponce y Arellano, 2010: 24)

Merton estableció una relación de lealtad al Estado y al código ético de la ciencia, la cual se expresa en el *ethos científico* que él definía como: “ese complejo, con resonancias afectivas, de valores y normas que se consideran obligatorias para el hombre de ciencia”. (Merton, 1924:357). Las normas Mertonianas que debían regir las comunidades de científicos, son:

- 1) universalismo, que permite asegurar que los conocimientos surgidos de la actividad científica son universales y objetivos, es decir trasciende las culturas particulares,
- 2) comunalismo (o comunismo) que permite asegurar que todos los productos de investigación científica son bienes colectivos, es decir “el conocimiento científico es fruto de un esfuerzo compartido, no para ser apropiado sino considerado como conocimiento público”,
- 3) el desinterés, que asegura que el científico trabaja olvidando sus intereses personales o motivaciones extra científicas, “debe estar orientado por la búsqueda de la verdad y el bien común”

4) el escepticismo organizado (o duda sistemática), que garantiza que los enunciados científicos sean sometidos a profundos exámenes críticos antes de ser validados como conocimientos adquiridos. (Merton, 1942) (Ortega Ponce y Arellano, 2010:25)

El aporte al estudio de la sociología de la ciencia realizado por Merton, es muy importante pues en él desarrolla ideas que en aquella época eran visibles pero que aún están presentes en la práctica científica, como por ejemplo el sistema de recompensa y de gratificaciones, en el cual planteaba el “efecto Mateo”, como el hecho de que entre más publica un autor, más recompensas obtendrá: premios o fondos para sus investigaciones y, en consecuencia, con mayor facilidad podrá seguir publicando. Este efecto tiene su origen en el sistema de evaluación y reconocimiento, eje clave para la vida científica. (Ortega Ponce y Arellano Hernández, 2008:26)

La teoría mertoniana pone las bases para el estudio de la ciencia desde la comunidad científica entendida como una estructura social conformada por los investigadores y que al interior de esta se reproducen por intereses particulares, sin embargo él dejaba de lado el estudio del contenido de la ciencia, pues decía que éste debía ser tarea para la filosofía y para eso el siguiente autor que revisaremos será Thomas Kuhn (1922-1996).

En *La estructura de las revoluciones científicas (1962)*, Kuhn hace una propuesta alternativa a la tradición del positivismo lógico. Este autor propone el concepto de ciencia normal para caracterizar periodos más prolongados de la actividad científica, sus supuestos epistemológicos relativistas y su afirmación de que existen variables no estrictamente racionales que son las que permiten dar cuenta del cambio científico.

La revolución científica y la ciencia normal son las piezas clave que permiten calificar una actividad concreta como verdaderamente científica, junto con la consideración de la historia de la ciencia. De manera que la fórmula para Kuhn está en el contenido de una ciencia, sus métodos de razonamiento y la secuencia de su desarrollo histórico. Kuhn define la ciencia normal como:

La práctica que acoge al conjunto de investigaciones basadas en una o más realizaciones científicas anteriores que la comunidad científica reconoce durante cierto tiempo como fundamentales para su trabajo posterior, y que lleva consigo la realización de la

promesa inicial que supone el triunfo de un determinado paradigma tras una revolución científica. (Kuhn, 1986:34) (Ortega Ponce y Arellano, 2010:29)

Otro aporte de la teoría de Kuhn, es la definición de paradigma, sobre la cual reflexiona: “Considero a éstos como realizaciones científicas universalmente reconocidas que, durante cierto tiempo, proporcionan modelos de problemas y soluciones a una comunidad científica” (Kuhn, 1962:14) en relación a estos

la ciencia normal puede determinarse en parte por medio de la inspección directa de los paradigmas, proceso que frecuentemente resulta más sencillo con la ayuda de reglas y suposiciones, pero que no depende de la formulación de éstas. En realidad, la existencia de un paradigma ni siquiera debe implicar la existencia de algún conjunto completo de reglas. (Kuhn, 1962)

Para identificar un paradigma, deben observarse cuatro situaciones:

1. Dos paradigmas son incomparables, inconmensurable,
2. entre el nacimiento y crisis de un paradigma existe un largo periodo,
3. no existe la observación y la experiencia neutras,
4. no existe el cuerpo de conocimiento sin soporte social; el paradigma está vinculado como una unidad o con un grupo social (Kuhn, 1962)

Estas cuatro situaciones, plantean que la autoridad del paradigma está estrechamente relacionada con la naturaleza del grupo que lo genera y lo recrea, de manera que no reconoce un método universal o ahistórico en las ciencias (sociales y particularmente en las naturales); no existe tampoco una categoría epistemológica privilegiada. De este modo “Kuhn marca la pauta para que la sociología del conocimiento pueda entrar sin problemas al estudio de la actividad científica”. (Ortega Ponce y Arellano, 2010:30)

El seguimiento y la aceptación de la teoría de Kuhn, terminó con el Programa Fuerte de la Sociología de la Ciencia, escrito por David Bloor en 1976.

Este se identifica como el conjunto de planteamientos acerca de la actividad científica formulado por un grupo de autores, principalmente ingleses, cuyas figuras centrales son Barry Barnes (1943) y David Bloor (1942) (...) el “programa fuerte” alude a una actitud de radicalización en la interpretación sociológica de la ciencia. (Otero, 1998: 89)

El planteamiento central del Programa Fuerte es que la “ciencia es una institución social y, como tal, ha de ser susceptible de un abordaje en términos de ciencia social.” (Otero, 1998:89) Con lo cual se entiende que el trabajo de los científicos al ser una construcción social, puede estar influido por aspectos y externos; y para su estudio Bloor formula cuatro aspectos:

- 1) causalidad: esto es, preocupación de las condiciones que producirían creencias o estados de conocimiento,
- 2) imparcialidad, respecto de la verdad y la falsedad, la racionalidad o la irracionalidad, éxito o fracaso, estas dicotomías requieren explicación,
- 3) simetría: los mismos tipos de causas explicarían, por ejemplo, las creencias verdaderas y las falsas y
- 4) reflexividad: sus patrones explicativos serían aplicados a la sociología misma. (Otero, 1998:90)

El impacto que logró Bloor al plantear el Programa Fuerte de la Sociología de la Ciencia, se reflejó en el surgimiento, casi inmediato de nuevas líneas de investigación que interpretan y aplican desde diferentes perspectivas los cuatro principios del Programa Fuerte. (Ortega Ponce y Arellano, 2010:31)

Por otra parte, uno de los colaboradores el Programa Fuerte, Barry Barnes, también escribió *El problema del conocimiento (1977)* en el cual apunta al estudio social del conocimiento rechazando la concepción psicológica solamente, en esta obra menciona:

El conocimiento no lo producen individuos que perciben pasivamente, sino grupos sociales interactuantes embarcados en actividades particulares. Y es evaluado comunalmente y no por juicios individuales aislados. Su generación no se puede entender en términos de psicología, sino que debe explicarse en referencia al contexto social y cultural en donde surge. Su mantenimiento no sólo es una cuestión de cómo se relaciona con la realidad, sino también de cómo se relaciona con las metas e intereses que posee una sociedad en virtud de su desarrollo histórico. (Barnes, 1977:51)

Otra aportación importante para esta investigación es cuando Barnes menciona que:

el conocimiento no está relacionado con la actividad más que con la realidad; está relacionado con actividades que consisten precisamente en el intento de los hombres por manipular, predecir y controlar el mundo real en el cual existen. De ahí que se considere que el conocimiento es útil precisamente porque el mundo es como es; y en esa medida es una

función de lo que es real, y no el puro producto del pensamiento y la imaginación. (Barnes, 1977: 53)

Callon (1986) plantea ir más allá del principio de simetría del Programa Fuerte, con su principio de “simetría generalizada”. Desde este principio propone entrar a los contenidos para mostrar a la ciencia cómo se elabora, centrarse en las prácticas de los científicos, en sus controversias y también abstenerse de utilizar explicaciones que se basen en dualismo que se toman como algo dado e indiscutible; por ejemplo, la distinción verdadero-falso o naturaleza-sociedad. Por lo tanto, son las dos nociones, la de naturaleza y la de sociedad las que hay que abandonar como principio de explicación. (Ortega Ponce y Arellano, 2010:35)

Las aportaciones teóricas de este autor, resultan interesantes pues, al ser la naturaleza el objeto de estudio de la biotecnología, esta ciencia se basa en el principio básico de la separación hombre-naturaleza, por lo cual se propone hablar de una *socionaturaleza*, y la forma de analizar esto es mediante su propuesta de la sociología de la traducción; la cual se sustenta en dos proposiciones: la primera consiste en terminar con las dicotomías que tradicionalmente articulan los análisis sociológicos y psicosociales: naturaleza-sociedad, sujeto-objeto, macro-micro, humano-no humano. La segunda corresponde a la necesidad de la intervención explicativa de lo social en asuntos del dominio de la naturaleza, lo científico y lo tecnológico.

La noción de traducción evita la distinción entre los actores humanos y naturaleza pues “el actor red, es simultáneamente un actor cuya actividad es relacionar elementos heterogéneos y una red capaz de redefinir y transformar los contenidos” (Callon, 1986)

Con la sociología de la traducción es posible comprender de manera en que los hechos científicos (naturaleza) y los actores asociados, diversamente vinculados con estos hechos (la sociedad), son interdependientes unos con otros y se construyen simultáneamente. También permite comprender el modo en que diversos intereses, individuos, campos de investigación y teorías logran, mediante una sucesión de transformaciones, asociarse y fundirse en una misma entidad. (Ortega Ponce y Arellano, 2010:34)

Bruno Latour (1947) plantea que “lo social no es algún tipo de cemento que puede fijar cualquier cosa incluyendo lo que no pueden unir otros cementos simplemente es la

resultante de lo que unen otros tipos de conectores” (Latour, 2005). Es por ello que analizar los mecanismos, estrategias y operaciones en el tiempo y en el espacio de la socialidad, constituye uno de los principales objetivos de trabajo de la “sociología de las asociaciones”.

De acuerdo con Latour, la incompreensión de los fenómenos cultural-natural está asociada a cierta epistemología modernista que impide tener presentes las entidades naturaleza y cultura. Esto puede resolverse aplicando el método de la sociología de la traducción, lo cual se lleva a cabo identificando cuatro momentos específicos:

1. La problematización. Los científicos procuran definir el objeto o la cuestión de la investigación, de manera que otros actores encuentran un interés en ese objeto o en esa cuestión y acoten su definición.
2. La participación. Es aquella en la que los investigadores sellan alianzas con los actores asociados a la problemática, construyen su sistema de alianzas formando estructuras sociales específicas e interrumpiendo posibles asociaciones competidoras.
3. El enrolamiento. Es el mecanismo por el cual un rol es definido y atribuido a un actor que lo acepta. Ese rol no se halla necesariamente predefinido, sino que es progresivamente construido y estabilizado durante esta etapa.
4. La movilización. Los diferentes actores se asocian unos con otros a través de sus voceros, promete reducir el número de interlocutores y homogeneizar los puntos de vista, los intereses y los lenguajes: permite entonces convertir grupos heterogéneos y numerosos en una cantidad de entidades homogéneas y, por lo tanto, traducciones encaminadas a representar socialmente al conjunto de actores. (Ortega Ponce y Arellano, 2010:36)

En conclusión, Callon y Latour trataron de hacer una metodología que ayudara a comprender al mismo tiempo las nociones de ciencia, tecnología y sociedad.

Ahora que conocemos las principales teorías del estudio de la ciencia y el conocimiento desde la sociología, explicamos por qué la agrobiotecnología debe y puede ser estudiada sociológicamente.

1.3. Breve descripción de la biotecnología y la importancia de su estudio desde la sociología

Para comenzar este apartado nos situamos en la época en la que se dio la incursión de la tecnología en el campo (que tuvo que ver con una mayor penetración del capital

en el campo de países pobres), denominada revolución verde; ésta ocurrió en la década de los cincuentas con la finalidad de generar altas tasas de productividad sobre la base de una extensión agrícola a gran escala y el uso de alta tecnología. La primera etapa se caracterizó por la selección genética de nuevas variedades de cultivo de alto rendimiento, así como la explotación intensiva que permitía el uso del riego y el uso masivo de fertilizantes químicos, herbicidas, pesticidas y otra maquinaria pesada.

En los años noventa, surgió una segunda etapa: la revolución genética, la cual consistió en unir la biotecnología con la ingeniería genética. Ésta tenía como principal aspecto la creación de organismos genéticamente modificados (OGM) mejor conocidos como transgénicos. Los OGM son organismos nuevos, creados en laboratorios, los cuales tienen el siguiente proceso: transferir de un organismo a otro un gen con determinada característica, manipulando su estructura natural y modificando así su genoma. Estos organismos son aplicados en las plantas para reducir el número de plagas por ejemplo o para que la planta florezca aún en terrenos áridos, así como también, aumentar la producción.

A partir de esta segunda etapa surge la biotecnología (BT), la cual definiremos como:

un conjunto de conocimientos y métodos a través de los cuales se hace uso de organismos vivos para la generación de nuevos productos, procesos y servicios, aplicables a las áreas de la agricultura, alimentación, farmacia, química y a la protección del ambiente, mediante sistemas variados. (Estrada, 2010:8)

Dentro de esta ciencia se distinguen tres generaciones:

Primera generación. Está caracterizada por los procesos de fermentación para la producción de alimentos y bebidas que datan de la antigüedad.

Segunda generación. Consiste en los avances de la microbiología, el uso exitoso de las mutaciones y selección de cepas para mejorar los rendimientos y los refinamientos de los sistemas de fermentación y el desarrollo de los procesos continuos.

Tercera generación. Se ubica el desarrollo de técnicas de inmovilización enzimática y avances de ingeniería genética que están dando lugar a las combinaciones genéticas y a sus repercusiones en los sectores farmacéutico, agrícola y pecuario. (Ortega Ponce y Arellano, 2010:40)

Una de las aplicaciones e impactos más importantes de la BT se da en el sector agrícola y agroindustrial, en éste la agrobiotecnología (ABT) se ha orientado a las cuatro fases de la producción y transformación agrícola:

- Semillas e insumos para el establecimiento de cultivos agrícolas. La producción de semilla, o de plántulas de calidad para el establecimiento de cultivos.

- Insumos y sistemas para el manejo agronómico, lo que favorece el adecuado crecimiento y desarrollo de la planta antes de cosecha.

- Productos y procesos para el manejo postcosecha de productos agrícolas, que permiten preservar o mejorar características del mismo, almacenarlo sin deterioro por el mayor tiempo posible.

- Procesos industriales de transformación de insumos agrícolas para la generación de productos. (Estrada, 2010:10)

En nuestro país la investigación en torno a la BT se ha tenido un crecimiento acelerado y eso lo podemos concluir a partir del número de patentes registradas al año, el número de publicaciones en revistas científicas, el número de investigadores y estudiantes de esta ciencia y las instituciones en donde se desarrollan las investigaciones en torno a este tema. En México contamos con un centro de investigación dedicado al estudio de la ingeniería genética en plantas, el Centro de Investigación y de Estudios Avanzados del Instituto Politécnico Nacional (CINVESTAV), en su subsede de Irapuato, Guanajuato. El objetivo de este centro es desarrollar plantas resistentes a virus, hongos y herbicidas mediante técnicas de ingeniería genética, tales como fusión de protoplastos y ADN recombinante.

El análisis de las tendencias actuales de la investigación biotecnológica, está basado en la consideración de los siguientes parámetros: viabilidad científico-técnica de los procesos que se investigan; factibilidad económica de los procesos que se han desarrollado en los centros de investigación; vinculaciones de los centros de investigación con el sector productivo; limitaciones institucionales para el desarrollo de la investigación, tales como financiamiento y recursos; espacios políticos existentes, tanto para el desarrollo de las áreas de investigación como para su potencial aplicación y utilización, y relevancia de la capacidad científica y tecnológica para las necesidades

sociales de la población, concretamente para la agricultura y la alimentación. (Casas, 1988)

Como se explicó en el apartado anterior, el desarrollo de la ciencia va a estar determinado por aspectos socio-históricos, en este caso la ABT se encuentra inmersa en el neoliberalismo, con esto nos referimos a que su desarrollo no fue motivado por el conocimiento de la verdad, sino más bien esta ciencia fue creada para servir a intereses económicos con ganancias millonarias como las de la empresa líder en semillas GM, Monsanto, la cual el año pasado subió sus ganancias a 2 mil 650 millones de dólares⁶, su propósito es el aumento de la producción agrícola bajo el discurso de la solución al problema del hambre.

La reflexión sociológica en torno a esta ciencia, entra en el campo de la complejidad pues no puede ser un estudio lineal, debido a las múltiples directrices en la que desemboca la aplicación de la ABT, ambiental, social, política, económica y epistemológica, los cuales están íntimamente relacionados, y son útiles para un análisis serio desde la sociología.

Una de las motivaciones de esta investigación es tratar de explicar la cuestión paradójica a la cual se enfrenta la ciencia en esta época posmoderna: por un lado, su respeto aumenta gracias a la eficacia de las aplicaciones tecnológicas y su enorme impacto en la sociedad. Es necesario tener en cuenta que este impacto es doble: en parte a través del modo en que tales aplicaciones modifican las prácticas y las relaciones concretas, tanto sociales como individuales, y en parte por el propio valor simbólico de la eficacia como valor en la sociedad a través de la asociación ciencia-eficacia.

Por otro lado, su respeto disminuye a medida que la propia teorización sobre la ciencia reconoce, cada vez en mayor medida, el papel ejercido por la retórica, negociación y la manipulación en las prácticas científicas, cuestionando de este modo la imagen tradicional de la ciencia como una empresa gobernada racionalmente por la lógica, a partir de la evidencia empírica. (Molina, 2015:4)

⁶ <http://www.elfinanciero.com.mx/empresas/monsanto-registra-una-ganancia-trimestral-mayor-de-la-esperada.html>

En este caso la ABT fue creada para dar solución al problema de hambre mundial, hasta el momento no se ha logrado, sin embargo de esta ha surgido el control de los granos y en consecuencia el control también de la alimentación del mundo, lo que se ha convertido en uno de los negocios más rentables a nivel mundial.

Un ejemplo es que la empresa Monsanto, se sirve de los desarrollos biotecnológicos para patentar la naturaleza, esto quiere decir que la explotación y el despojo de la naturaleza ahora se hace desde la célula por lo que patenta cada uno de los descubrimientos y las modificaciones que se la hacen al ADN de las plantas o semillas, con éste hecho la naturaleza se vuelve de su propiedad.

1.4 El concepto de legitimidad

El concepto de legitimidad es la parte central de esta investigación pues en torno a éste giran las explicaciones y las críticas en relación al tema de la agrobiotecnología en México. La legitimidad que se le ha otorgado a la tecnología y a la ciencia, tienen una carga ideológica política y social implícita en cada investigación desarrollada, sin embargo, pocas veces cuestionamos este punto, pues al hacerlas parte de nuestra cotidianidad, creemos que únicamente servirán para el progreso y el desarrollo de las naciones o para facilitar la vida de los seres humanos.

Sin embargo, hablar de legitimidad es inevitablemente hablar de poder y de relaciones sociales de poder asimétricas establecidas en un momento y contexto histórico determinado, expresado ya sea por medio de las relaciones políticas; económicas y/o culturales. Por lo tanto son socialmente construidas. Según Norberto Bobbio, la legitimidad es la justificación de poder, y su defensa jurídica (como campo de verdad) pues según esto, el poder político, es aquel que se expresa mediante una ideología sobre determinado grupo social. Aguilera y González señalan que todo conocimiento (que puede o no emanar del trabajo científico) conlleva y es producido por interés, y por voluntad, voluntad de poder y de verdad. (Aguilera González y González Cruz, 2011)

Con este argumento (aunado al ejemplo de la selección de las semillas hechas por un “científico” y un campesino) es posible afirmar que la legitimidad del saber, o del

conocimiento es construido y transformado por intereses de clase, o de un grupo de personas determinadas que en un momento específico del quehacer pueden producir “conocimiento”, o “saberes”. Lo que termina por constituir ese saber en una condición inherente al propio poder y a la configuración de realidades sociales de acuerdo a sus propios términos y racionalidades (Bourdieu, 1987).

Para este trabajo el concepto de legitimidad que se pretende utilizar gira más bien, en torno a lo que plantea Habermas (Serrano, 2016:35):

Por legitimidad entiendo el hecho de que un orden político es merecedor de reconocimiento. La pretensión de legitimidad hace referencia a la garantía en el plano de la integración social- de una identidad social determinada por vías normativas. Las legitimaciones sirven para hacer efectiva esa pretensión, esto es: para mostrar cómo y porqué las instituciones existentes (o las recomendadas) son adecuadas para emplear el poder político en forma tal que lleguen a realizarse los valores constituidos de la identidad social.

Con el párrafo anterior es posible entender que para Habermas su definición de legitimidad, da vital importancia a los aspectos éticos y morales; y también plantea una crisis de la legitimidad que para resolverse definitivamente precisa de la acción social (como orden político y como acción comunicativa); es decir, de aquella forma de interacción social en la cual los diversos planos operativos están coordinados a través de un uso de lenguaje orientado hacia la consecución de un entendimiento racional.

Esta forma del lenguaje, como hemos visto por medio de los indicadores de México en su conjunto -pero del CINVESTAV en particular- se vuelve operacional en los criterios de artículos y citas referenciadas (por otros científicos), que se pueden producir desde el mundo científico-académico. En éste juego de legitimar el conocimiento por medio del lenguaje y el lenguaje escrito en lo particular, Foucault (1970) señala en sus trabajos sobre los discursos del saber cómo este acto de poder y legitimidad está unido a un entramado por el cual el mismo *corpus* se institucionaliza así misma; los cuales a su vez, justifican, validan y reproducen sus prácticas de modo que esta auto-referencia de conocimiento y saber que emanan de las publicaciones cierran un círculo de imposición y poder de dominación cultural.

Así pues el concepto de legitimidad (en una condición binaria de legítimo e ilegítimo; saber científico/saber popular) que se pretende utilizar para este trabajo, está relacionado con la imposición de la credibilidad (entendida como verdad) y la aceptación social que excluirá cualquier otra forma de abordar la construcción del conocimiento y al mismo tiempo definirán una justificación del método) de la ciencia mediante discurso y procedimiento, cuyo fin último es persuadir (pero también imponer como ideología de verdad) la aceptación de la siembra generalizada del maíz transgénico ya sea en México como en cualquier otro país.

Una expresión de la legitimidad de las investigaciones científicas, son los *papers*, publicaciones en revistas indexadas que se han convertido en el objetivo de los científicos para que sus investigaciones sean divulgadas y reconocidas por sus pares, tal y como menciona Kreimer (2011:65), finalmente, un paper oculta también el ya señalado interés (o la necesidad) del autor (o de los autores) por legitimarse, por contar en su curriculum con una publicación más que pueda hacer valer ante sus pares y las burocracias (normalmente también conformadas por sus propios pares) que habrán de evaluarlo.

Por otro lado, los “aliados” son aquellos, tanto científicos como no científicos, que van a ir fortaleciendo el enunciado hasta hacerlo formar parte de cierto “sentido común” y por lo tanto cristalizando el conocimiento que, una vez aceptado, es decir publicado bajo la forma de un paper y citado por los pares queda consagrado en una suerte de caja negra que ya no se discute ni se pone en cuestión, sino que opera simplemente como “verdadero”, ocultando todo su (complejo y contradictorio) proceso de producción (Latour, 1983).

Desde el punto de vista sociológico queda claro, pues, que las evaluaciones, tanto ex ante como ex post realizadas en base a los papers están más marcadas por los imperativos burocráticos y las necesidades de la comunidad científica que por un objetivo sustantivo de evaluar las prácticas científicas y los procesos de producción de conocimiento. Pero, además, desde el punto de vista metodológico, el uso de las citas y de los índices que de allí se derivan, son objeto de fuertes cuestionamientos de orden metodológico, como veremos a continuación.

Capítulo 2: Descripción de los centros de investigación biotecnológica

En el capítulo anterior se realizó un breve recorrido de cómo se fue legitimando la ciencia a través de la historia, así como las bases teóricas sobre la pertinencia del estudio del conocimiento científico desde la sociología.

El objetivo de éste apartado es profundizar sobre los centros de investigación biotecnológica en México que se eligieron para realizar el trabajo de campo de la investigación.

Hago referencia a las páginas de internet de cada centro de investigación pues considero que además de ser un espacio público, éstas poseen la característica de ser la primera aproximación con la que cuenta el estudiante interesado en alguno de éstos posgrados, además de que se muestra una imagen particular sobre lo que realizan ya sea en investigación o docencia, son por así decirlo, la carta de presentación de cada institución, la cual está impregnada de un discurso propio.

Para ésta investigación visitar las páginas de internet de cada institución ayudó profundizar acerca de la misión, visión y objetivos que tiene cada una y el discurso y posición política que tienen a partir de éstos.

Los centros de cálculo (como los denomina Latour) son los lugares donde comienzan los ciclos de acumulación, es el espacio donde el científico recolecta diversas pruebas y vestigios de los conocimientos conquistados. Los instrumentos de dicho centros generan inscripciones que legitiman al saber; por eso, es importante destacar que la movilización de lo que se pueda inscribir y trasladar es el producto de la tecno-ciencia, misma que nos ayuda a entender los entornos y definir a la ciencia.

Una de las estrategias que se puede emplear en dichos centros es la de “sujetar con fuerza a los aliados” (Latour, 1992: 221); es decir, que el éxito de la movilización y la calidad de los instrumentos se sumerja en diversas inscripciones y especímenes (Ibíd.). Por eso, la movilización de las pruebas o vestigios por sí solos no garantiza la victoria científica; éstos necesitan ser historizados y debidamente contextualizados.

Un primer paso en este proceso es buscar cómo se hace ciencia en la literatura del laboratorio. Por medio del análisis de la literatura podremos conocer cómo se plantean las controversias, cómo se resuelven y a qué apelan los científicos en su carrera de

persuasión del otro para posicionar su propio conocimiento. La literatura científica en un sentido es “excluyente” porque está dirigida a unos pocos privilegiados (los científicos), pero también tiene la capacidad de “captar” al grupo científico a través del cual buscará el aval de la comunidad científica, generando redes en el proceso.

Existen varias universidades que se dedican a hacer investigación biotecnológica en el país, sin embargo entre los más destacados se encuentran el Instituto de Biotecnología de la UNAM (Ibt), el Centro de Investigación Científica de Yucatán (CICY), el Centro de Investigaciones Avanzadas unidad Irapuato (CINVESTAV Irapuato) y la Universidad Autónoma de Chapingo (UACH). Cada uno de ellos posee misiones, visiones y objetivos particulares a su propio quehacer, que mostramos en una tabla resumen más adelante.

Para ésta investigación fueron elegidos el CINVESTAV Irapuato y la UACH, las razones fueron las siguientes: en primer lugar, ambas desarrollan procesos de investigación y creación de conocimiento aplicados al sector agrícola (agrobiotecnología y biotecnología agrícola), en segundo lugar; las carreras que ofertan a pesar de ser las mismas (y aquí es donde radica la importancia de éste trabajo) tienen diferentes perspectivas, así como las formas del discurso son opuestas (tomando en cuenta lo publicado en la página de internet), el CINVESTAV, parece darle más importancia al estatus/prestigio que los estudiantes pueden obtener al estudiar en esta institución, en especial por la perspectiva de movilidad que ofrece al mantener contactos con otras instituciones de investigación:

Durante las diferentes fases de su desarrollo, la Unidad Irapuato ha puesto especial interés en establecer un intenso intercambio académico, tecnológico y científico, no sólo con múltiples instituciones de la región sino también con muchas otras a nivel nacional e internacional, que le ha permitido mantener una posición de vanguardia en sus áreas de trabajo. (CINVESTAV, s/f)⁷

La movilidad estudiantil en posgrado presenta un nuevo ángulo de la situación en investigación, porque representa la internacionalización de la educación superior, lo cual tiene impacto en el tema de estudio, pero que sólo se indica.

⁷ Para una información más completa, se sugiere revisar:
<http://www.ira.cinvestav.mx/QuienesSomos/tabid/54/language/es-MX/Default.aspx>

Por su parte, la UACH le da más importancia a la investigación y al compromiso social:

La Maestría en Ciencias en Biotecnología Agrícola fue creada para contribuir en el impacto que esta área tiene en diversos campos productivos, donde la oferta es insuficiente para los requerimientos del desarrollo y la modernización de algunos sectores agrícolas del país. (Chapingo, 2017)

A continuación se hace un análisis de lo que se encontró en la revisión de las páginas de internet de cada institución como una opción primaria para obtener información acerca de la historia, objetivos, misión y visión.

Esta información será complementada en el siguiente capítulo con el trabajo de campo y las entrevistas realizadas a los investigadores pertenecientes a estos centros.

2.1 Instituto de Biotecnología de la UNAM

El Instituto de Biotecnología de la UNAM, fue creado en 1982, se ha consolidado como una de las principales instituciones comprometidas con la investigación biotecnológica, la cual es reconocida por sus investigaciones en bioingeniería y biología molecular, desde su creación la planta de investigadores ha aumentado de 38 a 93, de los cuales “el 94% pertenecen al Sistema Nacional de Investigadores”.

Un dato que hay que resaltar pues es importante para esta investigación son las 1600 publicaciones que el IBt ha generado, de las cuales “1,012 han aparecido en revistas, la mayor parte de ellas (93%) de circulación internacional, y de estas 459 se publicaron en los cinco últimos años”; así como también se han dirigido 590 tesis (337 de posgrado; 151 en el período 1996-2000) y se dirigen actualmente otras 160 de posgrado. (IBT, 2017)

El instituto está conformado por 5 departamentos: “Bioingeniería; Biología Molecular de Plantas; Genética y Fisiología Molecular; Microbiología Molecular; y Reconocimiento Molecular y Bioestructura”

Imagen 1

Título: página de inicio del Instituto de Biotecnología de la UNAM



Se considera importante señalar que el IBt posee un departamento de biología molecular de plantas, pero no posee el reconocimiento necesario para ser seleccionado como parte del trabajo de campo, puesto que su impacto es menor al resto de los cuatro departamentos que conforman el Instituto, los cuales están enfocados principalmente en medicina molecular.

Un aspecto interesante que se encontró en la página de este centro, es la disponibilidad de las publicaciones de las investigaciones que se han realizado, están perfectamente ordenadas por artículos (*papers*), artículos de divulgación, libros; clasificados por año de publicación (de 2010 a la fecha) y e-books (libros electrónicos). Se considera que las publicaciones son el fin último de una investigación científica y aunque el lenguaje utilizado es totalmente especializado, la accesibilidad de la información para la divulgación científica que se pretende realizar es de suma importancia y lo más relevante de ésta página

Imagen 2

Título: Publicaciones del Instituto de Biotecnología de la UNAM

Publicaciones

Divulgación (Dissemination) Libros (Books) Capítulos (Chapters) e-books

2017
2016
2015
2014
2013
2012
2011
2010

Artículos 2017

* Indica publicación con otra institución de adscripción

- *1 Casella, L.G. Weiss, A. Perez-Rueda, E. Ibarra, J.A. Shear, L.N. 2017. Towards the complete proteomic regulome of *Acinetobacter baumannii*. *Microbial Genomics*, 3. -
- *2 Brambila-Tapia, A.J.L. Perez-Rueda, E. Barrios, H. Devalos-Rodriguez, N.O. Devalos-Rodriguez, I.P. Cardona-Munoz, E.G. Salazar-Paramo, M. 2017. Identification of beta-Lactamases and beta-Lactam-Related Proteins in Human Pathogenic Bacteria using a Computational Search Approach. *Current Microbiology*, May 10 [Epub ahead of print]. -
- *3 Olamendi-Portugal, T. Coob, A. Jimenez-Vargas, J.M. Gomez-Lagunas, F. Patvi, G. Possani, L.D. 2017. P5 and P6, two undescribed peptides from the venom of the scorpion *Pandinus imperator* and their effects on K⁺-channels. *Toxicon*, May 11 [Epub ahead of print]. -

Fuente: página oficial del IBT <http://www.ibt.unam.mx/server/PRG.base?alterno:0,clase:base>,

2.2 Centro de Investigación Científica de Yucatán

El Centro de Investigación Científica de Yucatán (desde ahora CICY), fue creado en 1979,

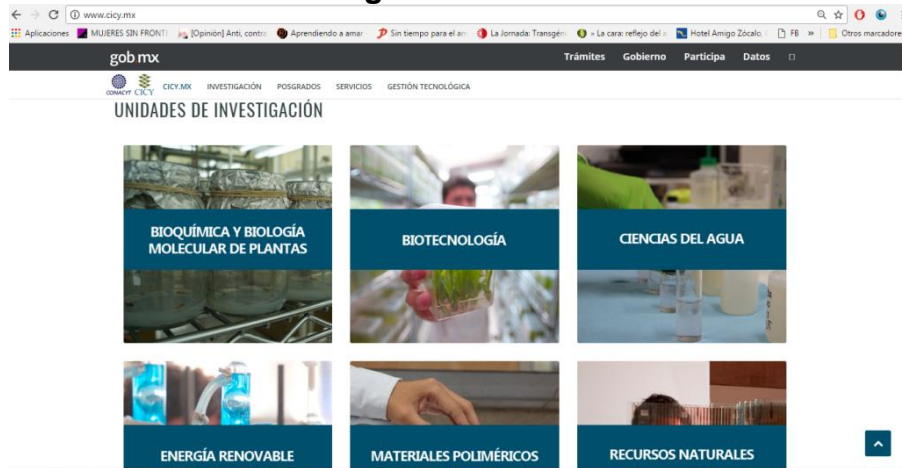
a raíz de una gira presidencial en la que estuvieron el director general de CONACyT y el gobernador de Yucatán, donde salió a relucir la situación de los henequeneros y se mencionó como solución, la idea de crear un centro público de investigación orientado a ese cultivo y su problemática. (Del Castillo, Robert, Larqué, e Higuera, 2017:IX).

El CICY fue creado para responder a las necesidades propias de la región, en realidad éste había sido pensado como una agencia del CONACyT en sus orígenes:

“para financiar proyectos relacionados con el henequén, lo cual lo condenaba a jamás poder consolidarse como un verdadero centro de investigación, pues su oficio se reduciría a evaluar ofertas de proyectos y asignarles recursos para su desarrollo”. (Del Castillo, Robert, Larqué, e Higuera, 2017:4)

Actualmente se ofertan 5 posgrados: posgrado en materiales poliméricos, posgrado en ciencias biológicas (con opción en bioquímica y biología molecular de plantas, opción en biotecnología y opción en recursos naturales), posgrado en energía renovable y posgrado en ciencias del agua.

Imagen 3 Título: Página de inicio del CICY



Fuente:www.cicy.mx

El departamento de investigación de biotecnología (que es el que nos interesa en ésta investigación), describe su trabajo de la siguiente manera:

La Unidad de Biotecnología (UBT) lleva a cabo proyectos de investigación creativos e innovadores dirigidos a la manipulación y uso de seres vivos para producir bienes o servicios de relevancia para la sociedad mexicana, la protección del medio ambiente y el crecimiento económico del país. (Biotecnología, 2017)

En este departamento se trabaja principalmente con 3 líneas de investigación: agrobiotecnología, farmacobiotecnología y biotecnología de combustibles.

En el perfil del departamento se puede leer:

La excelencia de nuestro personal académico es una de nuestras mayores fortalezas. Todos los investigadores tienen el grado de doctor y participan de manera activa en proyectos financiados, docencia, formación de recursos humanos a nivel de licenciatura y posgrado, así como en publicaciones científicas de revistas de reconocido prestigio nacional e internacional. Además, contamos con un apoyo técnico capacitado al más alto nivel. (Biotecnología, 2017)

El análisis del discurso de este centro nos hace pensar que el estudiar aquí va a proporcionar cierto estatus o prestigio por el personal académico que aquí labora y por las publicaciones que se han hecho a nivel internacional (información visible en la portada de la página de internet de la presentación de la unidad de biotecnología) sin

embargo, considero que se debería retomar el sentido por el que fue creado este centro, el cual era meramente social, además de que aunque se habla de las publicaciones, en la página no están visibles como en el caso del Ibt.

En la presentación de éste departamento también se puede leer:

Otra de las fortalezas de la UBT radica en la colaboración intrainstitucional con las otras Unidades del Centro e interinstitucional que mantiene con diversos centros de investigación de reconocido prestigio, tanto a nivel nacional como en el extranjero. Tal es el caso del Laboratorio Nacional de Genómica para la Biodiversidad (LANGEBIO), el Instituto Nacional de Investigaciones Forestales, Agrícolas y Pecuarias (INIFAP), la Universidad Autónoma de Yucatán (UADY), el Instituto Tecnológico de Mérida (ITM), el Instituto Tecnológico de Conkal (ITC), Instituto Potosino de Investigación Científica y Tecnológica (IPICYT), University of Texas (USA), North Carolina State University (USA), Queen Mary University of London (UK), por mencionar algunos ejemplos. Asimismo, investigadores de la UBT forman parte de consorcios internacionales para la secuenciación genómica de diferentes organismos. (Biotecnología, 2017)

Este párrafo puede ser una clara muestra de la idea mencionada en el capítulo anterior sobre la legitimación del conocimiento, pues para darle mayor importancia al centro, se hace mención de la “interinstitucionalidad” a nivel nacional e incluso a nivel internacional, se nombran instituciones de Estados Unidos y Europa como forma de validar el conocimiento, desconociendo cualquier otra forma no académica formal de éste.

2.3 Centro de Investigaciones Avanzadas unidad Irapuato (CINVESTAV)

El CINVESTAV es una institución perteneciente al Instituto Politécnico Nacional (IPN) y para ésta investigación se eligió la Unidad Irapuato, pues cuenta con el Laboratorio Nacional de Genómica para la Biodiversidad (LANGEBIO), el cual fue creado en 2005 con la firma de convenio entre varias secretarías⁸ y recursos federales y estatales.

Ambos centros están estratégicamente ubicados, pues el CINVESTAV Irapuato que inició sus labores en 1981 (como parte de un programa de descentralización del CINVESTAV- IPN) decidió instalarse en el estado de Guanajuato después de un

⁸La Secretaría de Educación Pública (SEP) y la Secretaría de Ganadería, Desarrollo Rural, Pesca y Alimentación (SAGARPA), del Gobierno del Estado de Guanajuato y del Consejo Nacional de Ciencia y Tecnología (CONACYT)

estudio “en el que se consideraron las perspectivas y medios para el desarrollo de los trabajos de investigación relacionados estrechamente con los problemas agroalimentarios del país” (Irapuato, 2017); es decir, se consideró el área agrícola no sólo del propio estado, sino de los estados colindantes los cuales se dedican a la producción de fresa en su mayoría, los “recursos académicos” y el apoyo del gobierno, sobre todo del CONACyT, para que la ubicación del CINVESTAV resultara estratégica y se convirtiera actualmente en el centro de Investigación biotecnológica más reconocido en el país.

En la página web principal de la institución, se muestran las opciones que nos permiten conocer a qué se dedica éste centro y la oferta educativa en posgrados que ofrece: Biotecnología integrativa y Biotecnología de plantas.

En la página principal de este centro, en la sección “quienes somos”, se puede leer:

Durante las diferentes fases de su desarrollo, la Unidad Irapuato ha puesto especial interés en establecer un intenso intercambio académico, tecnológico y científico, no sólo con múltiples instituciones de la región sino también con muchas otras a nivel nacional e internacional, que le ha permitido mantener una posición de vanguardia en sus áreas de trabajo. (Irapuato, 2017)

En un primer acercamiento, una persona interesada en ingresar a un posgrado en esta institución, al leer esto, se puede convencer de que gracias al “intenso intercambio académico” (nacional e internacional) estudiar en esta institución le puede garantizar cierto prestigio, que va a legitimar su trabajo, aunque no se mencionan las publicaciones que se realizan en este centro (ni tampoco aparecen disponibles en la página), queda implícito que se realizan pues de lo contrario no se podría “mantener una posición de vanguardia en sus áreas de trabajo”. (Irapuato, 2017)

Es interesante leer que desde su presentación, el CINVESTAV pone en claro el objetivo de su creación, un fiel compromiso con la ciencia y no de carácter social al mencionar: “Acorde con los objetivos generales del Cinvestav, los objetivos de la Unidad son: Realizar investigación básica y aplicada de alta calidad, y formar personal altamente calificado, en este caso en el campo de la Biotecnología de Plantas”, sin embargo aunque es una institución pública, se esperaría que tuviera un compromiso

social pues es en donde se ven reflejadas las aplicaciones creadas por la ciencia, el CINVESTAV también recibe apoyo de la iniciativa privada, lo que nos hace pensar que por tal **motivo no se ve un mensaje de compromiso social palpable**, sino más bien pareciera ser un discurso de oferta de servicios.

La página cuenta con dos pestañas: “posgrado”, en donde se puede encontrar la información necesaria para estudiar los posgrados en: biotecnología de plantas y biología integrativa. Y la otra es “investigación” el cual se divide en: departamento de ingeniería genética y el departamento de biotecnología y bioquímica.

Cada pestaña cuenta con 3 subíndices que son: Profesores investigadores (en donde se encuentra la información de toda la planta docente que integra el departamento y los temas que trabajan (los temas que se investigan en cada departamento y el grupo de profesores que lo integran (imagen), directorio (aparece una lista de los profesores que integran el departamento, con su puesto, extensión, correo electrónico y ubicación del cubículo) y por último la pestaña documentos (muestra los documentos públicos que no necesariamente son publicaciones de investigaciones, a excepción de un libro, los cuales están disponibles para su descarga).

Imagen 4

Título: Departamentos de investigación CINVESTAV



Fuente: <http://www.ira.cinvestav.mx/Investigaci%C3%B3n/DepartamentodelIngenier%C3%ADaGen%C3%A9tica/ProfesoresInvestigadores/tabid/88/language/es-MX/Default.aspx>

Imagen 5

Título: directorio de investigadores pertenecientes al CINVESTAV y las líneas de investigación que trabajan

The screenshot shows a web browser window with the URL www.ira.cinvestav.mx/Investigación/BiotecnologíayBioquímica/ProfesoresInvestigadores/tabid/95/language/es-MX/Default.aspx. The page features a navigation menu with options like 'Quiénes somos', 'Investigación', 'Posgrado', 'Comunidad', 'Comunidad Estudiantil', 'Licitaciones', 'Transferencia Tecnológica', and 'PlanTECC'. The main content area is titled 'Profesores/Investigadores' and lists several researchers with their names, laboratory names, and brief descriptions of their work. The researchers listed are:

- Dr. Blanco Labra Alejandro**, Laboratorio de Mecanismos de Defensa de Plantas. Proteínas y enzimas de plantas y sus efectos en mecanismos de defensa, principalmente inhibidores de proteasas/amilasas, lectinas, proteasas, amilasas y polifenol oxidasas, así como en la caracterización de algunas enzimas de insectos que atacan a las plantas y su posible inhibición por los inhibidores estudiados presentes en plantas. En el caso de algunas de las proteínas, se estudia también su posible potencial para ser utilizados como fármacos. Dos de los campos más desarrollados son los estudios de lectinas y de inhibidores de proteasas, ya que en algunos casos específicos de ambos tipos de compuestos, se han presentado importantes efectos en procesos cancerígenos sobre cultivo de células in vitro, y en el caso de una lectina, se ha comprobado este efecto in vivo utilizando ratas. En esos estudios se encontró que la lectina estudiada no presentaba efectos de toxicidad contra células sanas, a las concentraciones utilizadas, mientras que sí presentaba efecto tóxico contra células cancerígenas de colon. En el caso de los inhibidores de proteasas aislados de frijol tãpari, se ha demostrado su capacidad para inhibir la capacidad de movimiento de células cancerígenas, lo que se pretende relacionar con su capacidad para inhibir metástasis.
- Dr. Delano Frier John Paul**, Laboratorio de Fisiología de la Defensa en Plantas. Estudio de la función del polipéptido sistemina y de su precursor, pro-sistemina, en la regulación de respuestas defensivas generadas ante herbivoría y daño mecánico, y su utilización en la generación de plantas transgénicas resistentes a insectos. Estudio (en campo e invernadero) de la función de evocadores abióticos, como ácido jasmonico, cis-jasmonato y ácido 7-aminobutirico en la inducción de resistencia contra insectos y patógenos en papa (*Solanum tuberosum*), y en amaranto (*Amaranthus hypochondriacus*). Estudio de la función de compuestos volátiles en interacciones tritróficas integradas por la planta huésped, el insecto herbívoro y el(los) insecto(s) parásito(s) o depredador(es) o en la comunicación planta-planta. Estudio de la contribución de los compuestos volátiles en los mecanismos de atracción involucrados en el control biológico de plagas de interés, como la mosca blanca en plantas de chile (*Capsicum annuum* L.). Estudio de la función del polipéptido sistemina en la simbiosis micorrizica en plantas de jitomate (*Solanum lycopersicum*). Estudio de la posible función de polipeptidos bioactivos en la regulación de respuestas defensivas sistémicas inducidas por rizobacterias promotoras del crecimiento. Mecanismos de resistencia y tolerancia a insectos y patógenos en amaranto (*Amaranthus hypochondriacus*, *A. caudatus* y *A. cruentus*). Identificación y caracterización de genes de amaranto relacionados con estrés biótico y abiótico.
- Dr. González de la Vara Luis Eugenio**, Laboratorio de Bioenergética y Biomembranas. La transducción de señales en la membrana plasmática de células vegetales. Purificación y caracterización bioquímica de cinasas y fosfatasa de membrana plasmática. Análisis de proteínas de membrana por espectrometría de masas.
- Dra. Guzmán Ortiz Doralinda Asunción**, Laboratorio de Micotoxinas. Inactivación de aflatoxinas en maíz, cacahuete y sorgo por: (a) procesos tradicionales de elaboración de alimentos y su efecto en la contaminación con aflatoxina B1; (b) procesos tradicionales de elaboración de alimentos y su efecto en la contaminación con Fumonisina B1; (c) utilización de sustancias químicas y/o naturales para inactivar la síntesis de micotoxinas; (d) procesos tradicionales efectivos para sorgo con el fin de inactivar diferentes micotoxinas en alimento para uso pecuario.
- Dr. Ibarra Rendón Jorge Eusebio**, Aislamiento, selección y caracterización de cepas de *Bacillus thuringiensis*, *B. sphaericus* y *Baculovirus*.

Fuente:<http://www.ira.cinvestav.mx/Investigaci%C3%B3n/DepartamentodelIngenier%C3%ADaGen%C3%A9tica/ProfesoresInvestigadores/tabid/88/language/es-MX/Default.aspx>

Además del LANGE BIO, el CINVESTAV Irapuato cuenta con una Oficina de Innovación y Transferencia de Tecnología (OITT), “Cultivamos Investigación y Cosechamos Tecnología” es el lema de éste departamento, el cual en la página describe que está encargado de ser el enlace para colaboraciones entre las partes del instituto y otras instituciones de investigación y socios (llama la atención la palabra “socios” al tratarse de un lenguaje empresarial, más que académico) de la industria. En esa misma presentación se puede leer que las responsabilidades de la Oficina son:

Redacción y revisión de los acuerdos de no divulgación y transferencia de materiales, la protección de los descubrimientos con patentes, promoviendo descubrimientos y servicios generados por el Instituto, así redactando y negociando licencias y contratos de servicio. (Irapuato, Office of innovation and technology transfer, 2017)

Imagen 6

Título: página inicial de la Oficina de innovación y transferencia tecnológica del CINVESTAV



Fuente: <http://www.ira.cinvestav.mx/oitt/>

La misión de ésta oficina, pone en claro que para el CINVESTAV Irapuato, el fin último de todas las investigaciones que aquí se realizan, es ofertarlas como productos y servicios precisamente como lo dice en su página de presentación, a nivel nacional e internacional:

Transformar las investigaciones de Cinvestav en productos y servicios, a través de la búsqueda estratégica de mercados, el desarrollo de productos, la implantación de servicios tecnológicos y sus modelos de negocio, la concesión de licencias y el desarrollo de empresas de base tecnológica. (Irapuato, Office of innovation and technology transfer, 2017)

Esta oficina ofrece las tecnologías disponibles, resultado de las investigaciones realizadas en el Instituto, tales como: biofertilizantes, biocombustibles, pesticidas, diagnósticos, tratamiento de plantas, variedad de plantas, entre otras; así como también “servicios” dirigidos a entidades extranjeras, incluidos consultoría y análisis.

Eligiendo esta opción de “servicios” nos re direcciona a una página donde se explica que mediante el Laboratorio Nacional Plan TECC, se ofrecen los servicios de fenotipo y genotipificación, encargados de impulsar el desarrollo de nuevas variedades de plantas.

Con lo descrito anteriormente nos podemos dar cuenta que, aunque el Cinvestav

Irapuato es una institución de carácter público, sus investigaciones no están enfocadas precisamente a los nuevos hallazgos o descubrimientos en el campo de la biotecnología, sino más bien están dirigidas por pedido, es decir, si se ofertan este tipo de servicios, se puede leer subjetivamente que solo se van a hacer investigaciones redituables, que generen patentes y derechos de autor, lo cual deja en el aire la pregunta fundante de ésta investigación ¿está la ciencia al servicio de los intereses públicos o privados?

2.4 Universidad Autónoma de Chapingo (UACH)

La UACH es una institución que desde su creación ha estado dedicada a la agricultura, en su lema: “enseñar la explotación de la tierra, no del hombre” se puede observar el compromiso humanista que la institución tiene con la sociedad, fundada en 1854, la UACH sufrió varios cambios en el periodo de su fundación al año 1978, actualmente “oferta diferentes carreras con diferentes orientaciones de la agronomía tanto en licenciatura como en posgrado”.

La evolución de la ciencia dio lugar a que se creara la maestría en biotecnología agrícola, la cual tiene como objetivo "aplicar las tecnologías del DNA recombinante para desarrollar plantas transgénicas que presenten soluciones a la problemática del sector agrícola y del medio rural". (Chapingo, 2017) Dentro del discurso de ésta institución referente a la maestría, no se hace referencia al número de investigadores pertenecientes al SNI o al “estatus” de investigador que el estudiante va a tener como egresado, sin embargo, en una sección de la página, aparece la lista de profesores pertenecientes a este sistema, los temas que investigan, el grado que tienen y si son pertenecientes al departamento de biotecnología o de horticultura.

Imagen 7

Título: Profesores pertenecientes al SNI

The screenshot shows the website of the Instituto de Horticultura. The main content is a table titled "Profesores en el SNI (Sistema Nacional de Investigadores)". The table lists the following professors and their details:

Nombre del Profesor	Temática de Investigación	Nivel SNI	Programa Horticultura	Programa Biotecnología
Almaguev Vargas, Gustavo, Dr.	Frutales	1	X	
Avitia García, Edilberto, Dr.	Anatomía, morfología y propagación de frutales		X	
Barrientos Priego Alejandro, Dr.	Mejoramiento genético y propagación de frutales	2	X	X
Castillo González, Ana María, Dra.	Nutrición de frutales	1	X	
Castro Brindis, Rogelio, Dr.	Nutrición y fertilidad	1	X	
Colinas León, Ma. Teresa B., Ph. D.	Fisiología de postcosecha	2	X	
Cuevas Sánchez, Jesús Axayacatl, Dr.	Banco Nacional de Germoplasma	1		X
García Mateos, María Del Rosario, Dra.	Fitoquímica	2	X	X
Legaria Solano, Juan, Dr.	Biotecnología agrícola	1	X	X
López Reynoso José de Jesús, Dr.				X
Lozoya Saldaña, Héctor, Dr.	Fitopatología en Agronomía	3	X	

The sidebar on the right contains the logo of the Universidad Autónoma Chapingo and the motto "Enseñar la Explotación de la Tierra, No la del Hombre". Below the logo are buttons for "DOCUMENTOS DE INTERÉS", "CONVOCATORIA", "ASPIRANTES ACEPTADOS", and "SEGUIMIENTO DE EGRESADOS".

Fuente: <https://chapingo.mx/horticultura/?link=sni>

Aunque a primera vista pareciera que la institución no le da importancia al estatus del personal que ahí labora, la anterior lista nos muestra que el Sistema Nacional de Investigadores es un referente para legitimar y dar un grado de "calidad" a los investigadores pertenecientes a él, pues si la UACH, lo que menciona es su gran compromiso con el sector agrícola y con el desarrollo del país, de alguna forma no se puede salir del protocolo que lo cataloga como una institución comprometida con la investigación, así como los profesores.

Es importante para éste apartado mencionar que la página de ésta universidad es la que cuenta con el diseño más simple y con poca información a comparación de las anteriores, aunque tiene: misión, visión, y objetivos, la información se encuentra un poco "escondida", no está tan a la mano como en las páginas anteriores.

En la página principal se puede leer un mensaje de bienvenida, en el cual se menciona que la UACH es una institución pública y a lo que se dedica, en éste apartado llama la atención en la pestaña "alumnos" en la que se describe: " los alumnos son la razón de ser de la universidad. Nuestra prioridad en todos los niveles es una educación

integral con perspectivas de sustentabilidad y conciencia social”. (Chapingo, Página principal, 2017)

En este texto llama la atención dos palabras: “conciencia social” pues en ninguna de las páginas anteriores se había mencionado, la palabra “conciencia” nos hace pensar en un grado de empatía hacia los demás, y al ser ésta uno de los ejes rectores de la universidad, se espera que las investigaciones científicas que se realizan, tengan un fin que no sea el reconocimiento de los pares, sino un reconocimiento y ayuda social.

La Maestría en Ciencias en Biotecnología Agrícola, pertenece al Instituto de Horticultura, dentro de ésta hay tres líneas de investigación que son: ingeniería genética, mejoramiento genético asistido y recursos genéticos, en la presentación de éste posgrado se puede leer:

La Maestría en Ciencias en Biotecnología Agrícola fue creada para contribuir en el impacto que esta área tiene en diversos campos productivos, donde la oferta es insuficiente para los requerimientos del desarrollo y la modernización de algunos sectores agrícolas del país. La Maestría en Ciencias en Biotecnología Agrícola fue creada para contribuir en el impacto que esta área tiene en diversos campos productivos, donde la oferta es insuficiente para los requerimientos del desarrollo y la modernización de algunos sectores agrícolas del país. (Chapingo, Instituto de Horticultura, 2017)

Imagen 9

Título: Presentación de la Maestría en Ciencias en Biotecnología Agrícola



Fuente: https://chapingo.mx/horticultura/?link=maestria_biotecnologia

En este mismo apartado nos muestra el subíndice con la información referente a la maestría, en el cual nos resultan interesantes tres puntos: las tesis dirigidas, las tesis generadas y la productividad.

En las tesis dirigidas, se muestra un listado de los profesores y las tesis que han asesorado, en las tesis generadas, se muestra la lista por año de las tesis escritas desde 2006, en ninguno de los anteriores se pueden ver los documentos, y por último, en la opción de productividad, aparece un listado de: artículos publicados, libros, trabajos presentados, capítulos de libros, reseñas, reportes técnicos, patentes y notas periodísticas; cada uno es un link que redirecciona a documentos PDF con la información de cada uno, se podría decir que es como una auditoria de cada profesor y los trabajos que ha hecho, pues así está ordenado. Para ésta investigación resulta interesante que solo son 20 las patentes que se tienen registradas desde 2005.

2.5 Misión, visión y Objetivos de los de los centros de investigación biotecnológica

Con base en la revisión de las páginas web de los centros de investigación se presenta la siguiente tabla, en los que se concentra su ubicación, misión, visión y objetivos; aspectos que ya fueron descritos en el anterior subapartado.

Tabla 1. Misión, visión y Objetivos de los de los centros de investigación biotecnológica

INDICADORES	CENTRO DE INVESTIGACIONES AVANZADAS IRAPUATO	UNIVERSIDAD AUTÓNOMA DE CHAPINGO	INSTITUTO DE BIOTECNOLOGÍA DE LA UNAM	CENTRO DE INVESTIGACIÓN CIENTTÍFICA DE YUCATÁN
Año de creación	1981	1854	1982	1979
Ubicación	Irapuato, Guanajuato	Texcoco, Estado de México		Mérida, Yucatán
Misión	"Contribuir de manera destacada al desarrollo de la sociedad y la preservación del ambiente, mediante la investigación trascendente y la formación de investigadores y expertos en biología y biotecnología de plantas en su entorno"	La Universidad Autónoma Chapingo es una institución mexicana federal de carácter público que contribuye al desarrollo nacional soberano y sustentable, preferentemente del sector rural, a través del aprovechamiento racional, económico y social de los recursos naturales, agropecuarios, forestales y agroindustriales. Para ello, ofrece educación media superior, superior y de posgrado, que forma profesionales íntegros con juicio crítico, democrático y humanístico, y logra transferir oportunamente las innovaciones científicas y tecnológicas a la sociedad, sobre todo al sector rural, con el fin de mejorar su calidad de vida.	"Desarrollar la biotecnología moderna en la UNAM a partir de investigación de excelencia académica y de frontera y, paralelamente, la formación de recursos humanos especializados"	Realizamos investigación científica, formamos recursos humanos, divulgamos conocimiento, desarrollamos y transferimos tecnología e impulsamos el desarrollo de la sociedad en armonía con el medio ambiente.
Visión	"Ser un grupo competitivo a nivel internacional en biología, genómica y biotecnología vegetal; contribuyendo a la solución de	La Universidad Autónoma Chapingo es una institución mexicana pública, pertinente, con liderazgo y reconocimiento en el nivel nacional e internacional, de alta calidad académica en la educación que ofrece, los servicios y la transferencia de las innovaciones científicas y tecnológicas que realiza, la importancia y magnitud de sus contribuciones en investigación científica y tecnológica y el rescate y difusión cultural que desarrolla. La UCh		Ser una institución líder, reconocida local, nacional e internacionalmente, innovadora en la generación y aplicación del conocimiento en

	problemas nacionales”	promueve la identidad y el desarrollo nacional soberano, sustentable e incluyente mediante el mejoramiento de las condiciones económicas, sociales, culturales y de calidad de vida de la población rural y marginada; educa integralmente a sus estudiantes y egresados con un juicio humanista, justo, científico, ecológico, democrático y crítico, con identidad nacional, perfil internacional y valores que les permiten ser tolerantes, emprendedores, sensibles y capaces de adaptarse a los rápidos cambios que la modernidad exige. La estructura, la organización y los programas académicos de la universidad son flexibles y con una actualización permanente, lo cual coadyuva a la educación para la vida y se refleja tanto en la presencia positiva de la institución como en el protagonismo de sus egresados en los ámbitos nacional y mundial		beneficio de la humanidad.
Objetivos	Formar personal altamente calificado en el campo de la Biotecnología de Plantas, a través de programas de investigación y enseñanza. Realizar investigación prioritaria en este campo.	Maestría en Ciencias en Biotecnología Agrícola 1. Formar y preparar profesionales en las tecnologías de colección, caracterización morfológica y molecular, y conservación de recursos filogenéticos. 2. Aplicar las tecnologías del DNA recombinante para desarrollar plantas transgénicas que representen soluciones a la problemática del sector agrícola y del medio rural. 3. Aplicar y desarrollar metodologías de micro propagación in vitro para formular programas de mejoramiento de plantas cultivadas de calidad. 4. Formar investigadores con un perfil agronómico-biotecnológico capaces de integrar y aplicar las tecnologías desarrolladas en la genética vegetal clásica y la biotecnología, con el propósito de acelerar e incrementar la eficiencia de los métodos utilizados para el desarrollo de variedades mejoradas.	Realizar investigación y generar conocimiento en las áreas y disciplinas que se cultivan en el Instituto: biología molecular, biología celular, microbiología, virología, bioquímica, ingeniería bioquímica, inmunología, biología estructural, biología del desarrollo, genómica, ecología microbiana y bioinformática, entre las más importantes. Utilizar el conocimiento en biología para desarrollar tecnología biológica competitiva, de preferencia en	Formar biotecnólogos capaces de llevar a cabo proyectos de investigación innovadores dirigidos a la generación de nuevo conocimiento que conduzca a la producción de bienes o servicios para el desarrollo sustentable del país, además de participar en docencia y formar recursos humanos de alto nivel en el área de la biotecnología.

			colaboración con el sector industrial, orientada a la solución de problemas en las áreas de salud, agropecuaria, industrial, energética y ambiental. Participar en la formación de recursos humanos, preferentemente a través de su incorporación en proyectos de investigación multidisciplinarios y en colaboración con otras dependencias de la UNAM, en particular las facultades afines, y de otras universidades. Contribuir a la divulgación del conocimiento en la sociedad.	En la Unidad de Biotecnología (UBT) se lleva a cabo investigación enfocada a resolver problemas de diversos cultivos como henequén, plátano, cocotero y papaya.
Número de publicaciones	No se encontraron	En la página: https://chapingo.mx/horticultura/?link=productividad_biotec , existe un listado de las publicaciones de cada investigador, ordenadas por año y por tipo de publicación, es difícil calcular un número exacto.	1600 desde su creación	164 (en 2015)
Pertenece al CONACYT	Sí	Sí	Sí	Sí
Investigadores con SNI	Sí	Sí	Sí	Sí

Capítulo 3: La opinión de los científicos expertos en biotecnología

La investigación se llevó a cabo a partir de una metodología cualitativa, pues no se pretende medir la legitimidad cuantitativamente, sino conocer la opinión de los científicos expertos en biotecnología acerca de éste tema y específicamente: a) conocer la percepción acerca del rol que tienen en la sociedad así como dentro de los centros de estudios en los que laboran, b) conocer cómo desarrollan las investigaciones y el fin último que tienen éstas, c) conocer su opinión en cuanto a la ciencia y su utilidad, y por último d) conocer sus objetivos como investigadores.

3.1. Análisis del discurso de los científicos

Para lograr lo anterior, se realizaron 4 entrevistas semiestructuradas (2 en cada institución), a biotecnólogos adscritos a los centros de investigación elegidos para éste trabajo (CINVESTAV Irapuato y la UACH). El instrumento de investigación consta de 28 preguntas (ver anexo 1), las cuales están divididas en 3 partes: preguntas generales, preguntas relacionadas con la creación del conocimiento en la biotecnología y preguntas relacionadas con la aplicación de la biotecnología dentro de la sociedad.

El número de entrevistas no es una muestra representativa del número total de investigadores (alrededor de 289) pertenecientes a los centros, sino que es el número de entrevistas que pude concretar, pues fueron los únicos que amablemente respondieron a mis correos electrónicos y accedieron a ser entrevistados. Los investigadores no fueron elegidos al azar, sino enfocándome en que su perfil incluyera la investigación biotecnológica/genética de plantas.

Es conveniente señalar que nos enfrentamos al problema del tiempo y los recursos económicos, en ambos casos sólo se contaba con el dinero para ir de “entrada por salida” a Irapuato a hacer las entrevistas, de igual manera a Chapingo, por lo tanto tuve que adecuar me a los tiempos de los investigadores para poder realizarlas en un solo día, en parte esto fue lo que no permitió que se hicieran más entrevistas que nutrieran la investigación, sin embargo, como

señalaba anteriormente, considero que las entrevistas realizadas son útiles para tener un acercamiento a la opinión de los investigadores.

Para tener un análisis estructurado de las respuestas obtenidas durante el trabajo de campo, éste capítulo se dividió en tres partes: ¿cómo se legitima la ciencia?, relación ciencia-naturaleza y relación ciencia-sociedad. Con esto se busca dar respuesta a la pregunta de investigación de esta tesis: ¿Cómo se explica la construcción del conocimiento científico de la agrobiotecnología y la construcción de la legitimidad en torno a esta desde los centros de investigación del país y su relación con el Estado y los intereses privados?

Para realizar el procesamiento, nos basamos en el análisis del discurso, pues las entrevistas fueron realizadas a un sector concreto de la realidad social que versa respuestas acerca de un tema específico, por lo tanto es necesario entender el uso social que se le da al lenguaje, esto nos permitió entender la forma en que se legitima la agrobiotecnología, desde la óptica de los actores.

Tal como lo plantea Pierre Bordieu (Bourdieu, 1985:67):

el poder de las palabras sólo es el poder delegado del portavoz, y sus palabras - es decir, indisociablemente la materia de su discurso y su manera de hablar – sólo pueden ser como máximo un testimonio, y un testimonio entre otros, de la garantía de la delegación del que ese portavoz está investido.

Tomando en cuenta que los centros de investigación, los científicos y la ciencia representan una institución, sus palabras, el lenguaje que utilizan corresponde a la forma de expresarse de una cultura en particular, que tiene un reconocimiento dentro de la sociedad, por lo tanto sus palabras y sus omisiones no pueden ser tomadas a la ligera, pues:

Como máximo, el lenguaje se limita a representar esta autoridad, la manifiesta, la simboliza: en todos los discursos de institución, es decir, de la palabra oficial de un portavoz autorizado que se expresa en situación solemne con una autoridad cuyos límites coinciden con los de la delegación de la institución, hay siempre una retórica característica. Las características estilísticas del lenguaje de los

sacerdotes y de los profesores y, en general, de todas las instituciones, características tales como la rutinización, la estereotipación y la neutralización, proceden de la posición que ocupan en un campo de competencia esos depositarios de una autoridad delegada. No basta con decir- como en ocasiones se hace, para obviar las dificultades inherentes a una aproximación interna del lenguaje- que el uso que en determinadas situaciones hace de él un determinado locutor, con su estilo, su retórica y toda su persona socialmente inscrita, incrusta en las palabras; connotaciones; vinculadas a un contexto particular, introduciendo en el discurso ese excedente de significado que le confiere su fuerza ilocucionaria.

De hecho, el uso del lenguaje que implica tanto la manera como la materia del discurso, depende de la posición social del locutor, posición que rige el acceso que éste pueda tener a la lengua de la institución, a la palabra oficial, ortodoxa, legítima. Pues es el acceso a los instrumentos legítimos de expresión, y, por tanto, a la participación de la autoridad de la institución, lo que marca toda la diferencia – irreductible al propio discurso- entre la simple impostura de los masqueraders que disfrazaban la afirmación performativa en afirmación descriptiva o constatativa y la impostura autorizada de quienes hacen lo mismo, pero con la autorización y autoridad de una institución. (Bourdieu, 1985:69)

Los investigadores entrevistados representan un grupo social diferente, su formación académica, sus líneas de investigación y sus logros y reconocimientos, representan a un cuerpo de élite, ya que es importante la posición social de quien habla. Tal y como se presenta en la tabla 2.

Tabla 2. Características de los investigadores en biotecnología

Investigador	Centro al que pertenece	Edad	Formación académica	SNI	Líneas de investigación	Publicaciones	Patentes
Dr. Agustino Martínez Antonio	CINVESTAV Irapuato	45 años	<p>*Químico Biólogo por la Universidad Autónoma Benito Juárez de Oaxaca</p> <p>*Maestría en biotecnología en el Instituto de Biotecnología</p> <p>*Doctorado en ciencias químicas ahí mismo</p> <p>*Post doctorado en biotecnología computacional de la UNAM en el instituto de ciencias genómicas</p> <p>*Post Doctorado Francia en regulación genómica con el parásito de la malaria en el instituto nacional de salud en Francia</p>	sí SNI 2	<p>*Estructura, función y dinámica de redes de regulación genética en bacterias modelo.</p> <p>*Diseño y construcción de circuitos, módulos y sistemas genéticos.</p> <p>*Ingeniería genómica, metabólica y de bioprocesos.</p> <p>*Aprovechamiento de biomasa de residuos agroindustriales para procesos biotecnológicos.</p> <p>*Desarrollo de agroindustria e insumos sustentables.</p> <p>*Modelos de estudio: bacterias, cianobacterias, microalgas, levaduras, musgos y plantas.</p>	52	3 en aprobación
Dra. Alba Estela Jofre y Garfias	CINVESTAV Irapuato	65 años	<p>*Doctorado en Ciencias (Biotecnología de Plantas) Cinvestav- Irapuato</p> <p>*Maestría en Ciencias (Bioquímica) Facultad de Química, UNAM.</p>	Sí	<p>*Cultivo de tejidos vegetales.</p> <p>*Transformación genética de plantas.</p> <p>*Análisis de la presencia fitopatógenos en fresa.</p>	34	No
Dra. Ernestina Valdez Moctezuma	Universidad Autónoma de Chapingo	59 años	<p>*Bióloga egresada de la UNAM</p> <p>*Maestría relacionada a genética y fitopatología</p> <p>*Doctorado en la UNAM en el ámbito de marcadores genético moleculares y después tuve una estancia un poco larga en CINVESTAV Irapuato, más o menos 6 años en donde estuve trabajando con algunos aspectos de</p>	Sí (1)	<p>*Generación de huellas genómicas y transformación genética de plantas.</p>	alrededor de 60	300 registros

Conforme a la tabla 2, se visualiza que los entrevistados tienen más de 40 años, lo cual quiere decir que vivieron un cambio generacional en la manera de hacer biotecnología, todos estudiaron biotecnología posterior a la carrera, son biólogos, agrónomos y químicos de profesión, en este punto cabe señalar que todos mencionaron que decidieron estudiar estas carreras por gusto y afinidad, porque les gusta entender la naturaleza.

Todos los entrevistados realizaron sus estudios de doctorado o maestría relacionados con la biotecnología en instituciones nacionales, (IBt, CINVESTAV, UACH) lo cual me parece interesante pues en la pregunta ¿qué centros de investigación considera que son los más importantes a nivel nacional?, responden los mismos en los que estudiaron y a los que pertenecen; sólo uno de los entrevistados tiene postdoctorado y lo realizó en el extranjero.

En la pregunta ¿en cuántas investigaciones ha participado aproximadamente? Las respuestas fueron variadas, pues una tiene 60 y el que menos tiene refirió que en 8, lo interesante es que uno de los entrevistados las divide entre exitosa y no exitosas, es decir, las exitosas son las que terminan en patentes, publicaciones y desarrollo tecnológico.

3.2 La legitimación de la ciencia desde el centro de legitimación

En el segundo capítulo se planteó el debate de la pérdida de legitimidad en la ciencia a finales de la modernidad, especialmente visible en el periodo determinado como posmodernidad, sin embargo este debate no ha sido resuelto, pero para ésta investigación, la pérdida de legitimidad en la ciencia a partir de la posmodernidad es tomada como una afirmación, pues sobre ésta gira.

Las entrevistas realizadas nos ayudaron a conocer las opiniones de los científicos encargados de hacer biotecnología. Una parte de la entrevista estuvo enfocada a conocer desde su perspectiva, ¿cómo se legitima la biotecnología?, las respuestas entre científicos son similares aunque pertenezcan a diferentes instituciones y el discurso de cada una sea diferente.

Retomando a Lyotard, la legitimidad:

es el proceso por el cual un legislador se encuentra autorizado a promulgar esa ley como una norma. Sea un enunciado científico; está sometido a la regla: un enunciado debe presentar tal conjunto de condiciones para ser aceptado como científico. Aquí, la legitimación es el proceso por el cual un “legislador” que se ocupa del discurso científico está autorizado a prescribir las condiciones convenidas (en general, condiciones de consistencia interna y de verificación experimental) para que un enunciado forme parte de ese discurso, y pueda ser tenido en cuenta por la comunidad científica (Lyotard, 1978:9)

Esta definición plantea dos elementos fundamentales del proceso de legitimación:

1. ¿Qué se debe hacer para ser tenido en cuenta por la comunidad científica?
2. ¿Qué se necesita para formar parte del discurso?

Para que el biotecnólogo forme parte del discurso biotecnológico requiere ser reconocido. El reconocimiento se logra por:

- El reconocimiento de los pares en los congresos y la comunicación entre los miembros de la misma comunidad científica
- La publicación de artículos científicos en revistas internacionales también sometidas a requisitos de acreditación e indización
- El reconocimiento de la línea de investigación y el apoyo económico de la misma en la institución
- Si se tienen productos dentro del discurso, estos productos deben prescribir las condiciones convenidas (en general, condiciones de consistencia interna y de verificación experimental) demostrables en una patente.

Los dos primeros planteamientos encajan en el campo académico y el tercero en el mercado de consumo, reflejando un intercambio para la valoración de un producto de investigación.

El campo académico se rige por las normas de un nuevo modelo de legitimación de la ciencia, las publicaciones, que responden a esquemas de acreditación e indización. Por medio de estas se penetra en una comunidad y se

logra el reconocimiento de los pares, y dependiendo del tipo de revista (arbitrada o indizada en JCR), se entra en ella con un rango y estatus.

También en el campo académico entra el reconocimiento de la línea de investigación y el apoyo económico de la misma en la institución. Aspectos posibles de lograr si se cuenta con reconocimientos de prestigio como el SNI, el perfil PRODEP y publicaciones en revistas prestigiadas.

Referente a los productos se refiere a las patentes, las cuales son un derecho de exclusividad que otorga el Estado sobre una invención; se tramita ante el Instituto Mexicano de la Propiedad Industrial (IMPI) por medio de un documento técnico que describe el avance tecnológico de la invención (Secretaría de Economía. 2016).

El IMPI es un Organismo público descentralizado con personalidad jurídica y patrimonio propio y con la autoridad legal para administrar el sistema de propiedad industrial en nuestro país (IMPI. s/f).

La Ley de la Propiedad Industrial establece que serán patentables las invenciones que sean nuevas, resultado de unas actividades inventivas y susceptibles de aplicación industrial.

La legitimación del discurso biotecnológico se ha sometido a una economía de los intercambios simbólicos, debido a su tránsito de lo cultural (científico) a lo económico

hay que olvidar que esas relaciones de comunicación por excelencia que son los intercambios lingüísticos son también relaciones de poder simbólico donde se actualizan las relaciones de fuerza entre los locutores y sus respectivos grupos. En suma, hay que superar la alternativa corriente entre el economismo y el culturalismo, para intentar elaborar una economía de los intercambios simbólicos. (Bourdieu, 1985:11).

Por lo que plantean los científicos el sentido de su discurso lo encuentra ahora en el mercado, sin abandonar la cara académica,

los esquemas de interpretación que los receptores ponen en práctica en su apropiación creadora del producto \ propuesto pueden estar más o menos alejados de los que han orientado la producción. A través de esos efectos, inevitables, el

mercado contribuye a crear no solo el valor simbólico sino también el sentido del discurso. (Bourdieu, 1985:12).

Las respuestas que los investigadores dieron a la pregunta ¿qué se necesita para ser un biotecnólogo destacado en México? fueron:

Que seas un biotecnólogo que tenga productos en el mercado o que tengas patentes, yo creo que como se debe medir a un biotecnólogo realmente es que sus productos tengan mercado que estén a disposición de la sociedad, independientemente de que seas SNI III o no, un biotecnólogo ese debería ser su parámetro de medición. (Dr. Agustino, 19 de abril de 2016, CINVESTAV Irapuato)

Lo anterior tiene concordancia con los servicios que ofrece el CINVESTAV, aunque nos deja claro que los intereses económicos están por encima de los intereses institucionales, es decir, “la excelencia científica la dicta el valor en el mercado” (Diéguez, 2004:4). Desde el capítulo dos pudimos percatarnos del discurso economicista que maneja el CINVESTAV, al utilizar en su lenguaje palabras como “socios”, “productos”, “servicios” propios de una empresa, éste discurso es transversal y al mismo tiempo utilizado por los académicos como se muestra en la cita anterior.

La influencia de la industria en la ciencia no es algo nuevo, pues como se mencionaba al inicio de la investigación, el modelo económico neoliberal cambió el paradigma y los fines para los que fue creada la ciencia en un inicio, sin embargo,

se debe a dos tipos de razones. Una, de cariz ideológico, lleva a los científicos a ver en la aplicación industrial de su disciplina una señal de madurez de esta, encarando la conexión de la industria como un objetivo noble. Otra, de orden pragmático, se revela en la necesidad de que los científicos mantengan con la industria un vínculo para recibir de esta fondos para poder desarrollar la investigación, (González de la Fe y López Peláez, 2011:20)

Entre las respuestas siguen prevaleciendo aspectos importantes para la legitimidad dentro de la institución científica, el reconocimiento de los pares, los congresos y la comunicación entre la misma comunidad científica es lo que ayuda a los científicos a tener cierto reconocimiento a nivel nacional, tal como lo plantea

Bloor (1942) “los científicos son educados y socializados en una cierta comunidad y dirigen sus publicaciones a sus pares”:

Que tengas trabajos que te respalden tu investigación fundamentalmente, que participes en las sociedades que corresponda, que tengas interacción con la comunidad que se dedica a lo que tú te dedicas, que tus pares estén en comunicación contigo. Congresos, publicaciones, seminarios, asesoría de estudiantes, intercambio entre instituciones. (Dra. Alba, 19 de abril de 2016, CINVESTAV Irapuato)

Al ser la comunidad científica un círculo cerrado, las propuestas teóricas o resultados mayormente tienen que ser avalados por los pares, pues desde un inicio, el lenguaje científico excluye a cualquier lector que no tenga conocimiento del tema, Funtowics y Ravetz, hacen una crítica sobre éste hecho pues consideran que al ser solo leído por los pares, la forma de hacer ciencia no se renueva, proponen una “extensión de la comunidad de pares”, pues:

es indudable que si el procedimiento habitual de evaluación de la calidad del contenido de las propuestas científicas mediante la *revisión de los pares (peer review)*, esto es mediante el control crítico por parte de otros miembros de la comunidad científica, hubiera de ser modificado para incluir en la revisión las voces de diversos sectores sociales, el resultado modificaría profundamente el modo de hacer ciencia. (Diéguez, 2004: 8)

“El ser un biotecnólogo destacado, se necesita: que la institución a la cual pertenezca esté interesada en el tema, paso número uno. Paso número dos, que esa persona conjuntamente con su universidad jalen presupuestos para poder desarrollar el área, porque son presupuestos relativamente elevado obviamente en función de donde tu estés trabajando, en mi caso particular yo estoy en una escuela agronómica en donde la mayoría de las investigaciones que hace la gente es comprar abonos, comprar pesticida y comprar semilla, obviamente tienen la maquinaria y todo para crear sus experimentos pero si tú revisas, ese tipo de insumos no son costosos. Sin embargo, los insumos que requiere un biotecnólogo son extremadamente caros y no los ves, (...) Y en tercer lugar, mientras la escuela esté interesada, van a ser capaces de hacer crecer esa instancia” (Ernestina, 25 de abril de 2016, Universidad Autónoma de Chapingo)

Las publicaciones representan dentro de la comunidad científica el fin último de las investigaciones, publicar los resultados, es la única forma de dar a conocer el trabajo realizado y los nuevos descubrimientos que pueden contribuir al trabajo de otros científicos, sin embargo un hecho cuestionable es para quién están dirigidos estos textos, pues como hemos venido planteando a lo largo de ésta investigación, la ciencia (y sobre todo las ciencias duras) parecen estar más alejadas de la sociedad “común”.

En la difusión de la ciencia a amplios sectores de la sociedad, algunos ven y han visto en el pasado reciente un arma de legitimación y aceptación social de sus propio estatus, pero también han advertido del peligro de la excesiva simplificación e incluso distorsión de las supuestas “verdades (Nieto-Galán, 2011:27).

Sin embargo, estas publicaciones están enfocados a un solo grupo de personas, son un instrumento para seguir legitimando la ciencia, al preguntarles a los científicos: *¿qué proceso debe seguir una investigación para ser legitimada?* La mayoría de ellos hicieron referencia a las publicaciones:

Tiene que estar fundamentada en conocimiento científico, el proceso primero pasa por los pares científico es decir que cumpla las normas, la tradición del método científico y del quehacer científico y que sea reconocido por tus pares científicos, que estás haciendo una metodología y un procedimiento adecuado, una vez que pasa eso pues entonces viene la otra parte que es un desarrollo, un producto y que este desarrollo esté de acuerdo a las normas, a la legislación. (Dr. Agustino, 19 de abril de 2016, Cinvestav Irapuato)

Como se lee en la respuesta anterior, las publicaciones van dirigidas hacia un sector en especial: “los pares”, quienes se encargan de leer las investigaciones y decidir si son útiles para la comunidad científica, el lenguaje que se utiliza es especializado, pues “un artículo científico se vuelve más difícil de leer, al igual que una fortaleza se refuerza y apuntala; pero no por gusto, sino para evitar que la saqueen”. (Latour, 1992:45), por lo tanto lo que importa son las publicaciones en revistas especializadas, de preferencia que sean internacionales:

generalmente que se publique en revistas que tengan un arbitraje estricto en

general, desde nature & cience hasta revistas específicas de cada área porque ya cada vez se restringe más el área de conocimiento, salvo estás dos que son globales, muchas veces tendemos a publicar en donde o preferimos publicar en donde los pares los que están en el campo tienen acceso a esa información porque si lo publico en otra, primero para que me lo acepten está en chino, y después nadie lo va a ver y de preferencia que puedan tener acceso a ellas porque luego publicamos en unas revistas obscuras de quién sabe dónde que no son de fácil acceso, debería de ser un acceso fácil.” (Dra. Alba, 19 de abril de 2016, Cinvestav Irapuato)

Latour explica que:

Por muy numerosos y bien acumulados que estén sus recursos, un artículo no tiene ninguna posibilidad si es leído por cualquier lector casual. Naturalmente, la mayoría de los lectores, ya han sido definidos por el medio, el título, las referencias, las figuras y los detalles técnicos. Pero incluso con todo eso, todavía está a merced de los lectores malevolentes. Para poder defenderse, el texto tiene que explicar cómo y por quién debe ser leído. Viene, por así decirlo, con su propio aviso o leyenda para el usuario. (Latour, 1992: 51)

Sin embargo, el publicar no sólo se relaciona con una cuestión de divulgación, sino que en el fondo el fin es el reconocimiento y el “estatus” que se debe tener dentro de la comunidad y que les permite pertenecer a las instituciones que rigen la ciencia en el país como el Consejo Nacional de Ciencia y Tecnología (CONACyT) o la Academia Mexicana de Ciencias (AMC):

“A nivel de la comunidad científica siempre se juzga lo que uno hace aunque sea de manera indirecta, porque la mayoría de los científicos siempre hacemos cosas legitimadas por el “status quo”.” (Dr. Mascorro, 25 de abril de 2016, Universidad Autónoma de Chapingo)

El adjetivo “científico” no se atribuye a textos aislado que se pueden oponer a la opinión de la mayoría, en virtud de una facultad misteriosa.

Un documento deviene científico cuando sus afirmaciones dejan de estar aisladas y cuando el número de personas comprometidas en su publicación es grande, y están explícitamente indicadas en el texto. Al leerlo, por el contrario, es el lector el que queda aislado. Señalar cuidadosamente la presencia de los aliados, es el primer

síntoma de que la controversia se ha acalorado lo suficiente como para generar documentos técnicos. (Latour, 1992: 32)

Uno de los cambios más notables de las formas de hacer ciencia en la posmodernidad, es la creciente dependencia de la tecnología y los instrumentos tecnológicos para legitimar las investigaciones en diferentes ámbitos, sobre todo en las ciencias duras. Autores como Bruno Latour y Gilbert Hottois, han planteado “como un rasgo característico la desaparición de las fronteras entre ciencia y tecnología”.

En lugar de hablar de ciencia y tecnología por separado prefieren por ello, hablar de *tecnociencia*. La estrecha y mutua interdependencia entre la investigación científica y la tecnológica que se da en la actualidad tiene varias facetas. La ciencia necesita como hemos dicho, de una tecnología cada vez más sofisticada, mientras que la tecnología, a su vez, se basa de forma ya indisoluble en la investigación científica. Pero además, hay campos en los que la teoría se ha desarrollado al cobijo de problemas abiertos por la tecnología (piénsese en los orígenes de la termodinámica o las ciencias de la computación) y en campos en los que la teoría y la aplicación práctica se desarrolla en los mismos laboratorios y por las mismas personas (como la biología molecular y la genética).” (Diéguez, 2004:10)

Retomando lo que se mencionaba al inicio del apartado, una de las generalidades que se encontró fue que debido a su edad, los investigadores presenciaron un cambio o más en la forma de hacer investigación científica dentro del laboratorio, al inicio de su formación, en la maestría y en el doctorado, pues sus opiniones ante la pregunta: *¿Cuáles considera que han sido los cambios más notorios que ha experimentado la biotecnología en la formación científica? (manera de hacer ciencia)*, las respuestas fueron las siguientes:

Pues yo creo que los avances tecnológicos han sido en gran parte los que han ido cambiando desde la concepción de la biotecnología hasta las posibilidades de hacer biotecnología; me explico: mucho la punta de lanza es ciencia básica, o sea generalmente va primero la ciencia básica y luego se van implementando los desarrollos tecnológicos, (...) biotecnología más de precisión digamos, más que tirar al azar en algún tiempo... Ahora con las nuevas tecnologías puedes hacer con mayor precisión de saber dónde hacer cambios a nivel genómico, puedes hacer

biotecnología más precisa. (Dr. Agustino, 19 de abril de 2016, Cinvestav Irapuato)

El planteamiento de la *tecnociencia*, es una parte del debate de la legitimación posmoderna, sin embargo otros autores denominan el crecimiento de los avances científicos y tecnológicos como “*Big Science*”, Dereck J. de Solla Price, plantea que “la investigación científica basada en una tecnología compleja, grandes equipos de investigación y fuertes recursos financieros (públicos o privados) ha provocado, de acuerdo con este autor, una crisis de crecimiento.” (Diéguez, 2004:9)

Al principio era completamente al azar, necesitábamos tener muchas plantas para ver cuáles no afectaban alguna función importante de la misma planta que la morfología fuera igualita que la planta silvestre o la planta no modificada genéticamente, entonces ya que tenías esto habría que hacer todas las pruebas para saber si se había integrado una copia, si se habían integrado más, si se habían integrado los genes completos y esto se hace con pruebas más completas en el laboratorio, extraer el DNA y se hacen cortes y muchas cosas y se hacen hibridaciones primero para saber que el gen está y luego ya se tendría que verificar que lo que se integró fue solamente eso y que no está interrumpiendo ningún gen importante. Ahora eso ya es relativamente más fácil porque hay muchos genomas que ya están secuenciados entonces ya puede uno definir secuenciando las partes que quedaron junto a lo que se insertó y verificar que no estemos causándole un daño mayor a la planta, entonces por eso necesitas muchos al principio y de ahí vas seleccionando una, dos, tres, cuatro cuando máximo y a veces nomás te quedas con una que fue la que pasa todas las pruebas.(...) Nada más que hay que hacerlo todo con mucho cuidado con mucha ética y estamos aprendiendo (Dra. Alba, 19 de abril de 2016, Cinvestav Irapuato)

Con el descubrimiento de la molécula de ADN, se pensó que al poder manipular el núcleo de la vida, la utilidad de la biotecnología iba a estar enfocada a detectar enfermedades y curarlas, pero al mismo tiempo se comenzaron a manipular las semillas para aumentar su resistencia a herbicidas y plagas, sin embargo comenzó un debate pues los fines para los que fue creada ésta ciencia fueron cambiando, y se dieron cuenta de que:

la comunidad científica desde el inicio de la discusión en torno a la seguridad y los usos de la biotecnología en 1975 durante el Primer “Congreso Internacional sobre la

Recombinación de Moléculas de ADN”⁹, no estableció las medidas legales o éticas para el empleo de dichas tecnologías, pero además prescindió de un debate público con la sociedad civil y los gobiernos. Como vemos, desde el momento de su creación y su desarrollo la biotecnología- específicamente la Ingeniería Genética- se convirtió en un conocimiento formulado por las élites y para las élites, ya que el conocimiento desarrollado en los Institutos y Universidades de Estados Unidos y Europa se alejó cada vez más de los aspiraciones humanitarias para dedicarse a la investigación en el rubro de los productos industriales, especialmente los químicos y agroquímicos. (López, Belda, 2012:.2)

La investigadora entrevistada con su experiencia de trabajo, tiene claridad en este proceso

Yo creo que los cambios más notorios sucedieron a partir del descubrimiento de la molécula del ADN de su funcionamiento de su herencia y todo esto fue alrededor de los años 50 por Watson y Creek que fueron los que a través de toda una serie de información que ya se tenía fueron capaces de crear una idea clara de todo esto. Hasta la década de los 80 es cuando la gente empieza a manipular la molécula, la empieza a crear, a cortar, entonces de hecho la literatura marca que en la década de los 80 hay un parte aguas en este sentido en donde a partir de mediados de los 80 lo que viene hacia adelante es lo que se conoce como biotecnología moderna y de los 80 para atrás era la biotecnología tradicional.” (Dra. Ernestina, 25 de abril de 2016, Universidad Autónoma de Chapingo)

En México el Consejo Nacional de Ciencia y Tecnología (CONACyT) es la institución encargada de regular y otorgar los recursos económicos destinados para la investigación científica del país, uno de los programas que derivan de ésta institución es el Sistema Nacional de Investigadores (SNI), el cual fue creado en julio de 1984 por decreto presidencial.

Para reconocer la labor de las personas dedicadas a producir conocimiento científico y tecnología. El reconocimiento se otorga a través de la evaluación por pares y consiste en otorgar el nombramiento de investigador nacional. Esta distinción simboliza la calidad y prestigio de las contribuciones científicas. En paralelo al nombramiento se otorgan estímulos económicos cuyo monto varía con el nivel asignado. (CONACyT, 2017)

La generalidad encontrada entre los científicos entrevistados, fue que todos

⁹ Robin, Marie-Monique; *El Mundo según Monsanto: De la dioxina a los OGM, una multinacional que les desea lo mejor*, Península, Barcelona, 2008, Pág. 207.

pertenecen al SNI, al preguntarles *¿Qué piensa del Sistema Nacional de Investigadores?, ¿pertenece a él? ¿por qué? ¿Desde cuándo?*, las respuestas obtenidas fueron:

“Yo decidí pertenecer al SNI porque te da reputación y además te ayuda económicamente y es como algo mandatorio dentro de la comunidad científica, como una cosa natural que tienes que estar en el SNI, digamos para algunos sectores sociales pues es más relevante alguien que esté en el SNI es como un certificado de que eres un buen investigador.” (Dr. Agustino, 19 de abril de 2016, Cinvestav Irapuato)

Como se muestra en el comentario anterior, los investigadores consideran que el pertenecer al SNI es sinónimo de reputación, estatus, como algo “natural” para un científico. Desde hace años, los gobiernos han apostado a destinar recursos a la investigación biotecnológica, sin embargo el SNI se ha convertido en una forma de burocratizar la ciencia, pues al el querer pertenecer a ésta institución hace que se pierda el sentido de la ciencia y de las investigaciones, pues se deben cumplir con ciertos parámetros de evaluación (cierto número de publicaciones al año, asistencia a congresos, libros, artículos, revistas indexadas) para poder permanecer.

“He pertenecido intermitentemente al SNI en el grado1.Creo que esto surgió como una idea para compensar los bajos salarios que tenemos los investigadores y que en él también influyen otras cuestiones que son más políticas que académicas, y que los criterios de evaluación para este tipo de trabajo que estoy desarrollando actualmente no se ajustan al esfuerzo. (Dra. Alba, 19 de abril de 2016, Cinvestav Irapuato)

En el 2016 cerca del 13% del padrón total de los investigadores registrados en el SNI, pertenecían al área de biotecnología y ciencias agropecuarias (Rodríguez, 2017), en éste estudio también se menciona:

“Es interesante notar que las áreas que más se vinculan con el sector privado (ingenierías y biotecnología y ciencias agropecuarias) son las que históricamente cuentan con menor porcentaje de investigadores de niveles II y III. Este tipo de vinculación ha cobrado gran importancia en los últimos años en el sector de ciencia, tecnología e innovación...” (Rodríguez, 2017:19)

Por esto, para uno de los entrevistados pertenencia y nivel dentro de SIN es importante

yo creo que es una buena estrategia, un buen filtro para poder de alguna manera otorgarle un título a alguien que sea investigador nacional y de alguna forma esto es avalado por las publicaciones que uno presenta y precisamente aquí ellos pueden ir monitoreando el trabajo de cada quién, por lo que comentábamos hace rato, independientemente del nivel donde te encuentras cuántas veces ha sido citado tu artículo, a nivel nacional y a nivel internacional y entonces obviamente ellos miran que si mi artículo fue citado varias veces a nivel internacional quiere decir que lo que yo estoy generando tiene impacto. (Dr. Agustino, 19 de abril de 2016, Cinvestav Irapuato)

En 2014, el Sistema Nacional de Investigadores, atravesó por una “crisis de evaluación”, la cual, según su titular Tagüeña Parga, se debió a que “los efectos negativos de un programa de estímulos económicos que favoreció la búsqueda puntuaciones individuales y no el trabajo colaborativo, insistió en que lo que está en crisis es la evaluación de pares.” (Solano, 2017:33).

Con esto se puede ver que la forma de legitimar la ciencia se tambalea pues la crisis que sufrió el sistema se debió a que a pesar de que el programa promueve la interdisciplinariedad, la evaluación científica sigue haciéndose por medio de los pares: “estamos en un momento en que tenemos que repensar la evaluación, porque nos hemos ido cada vez más hacia una ciencia multidisciplinaria; cada vez más la ciencia no se ve como una disciplina, sino como la solución de un problema. (Solano, 2017:33)

“Creo que el Sistema Nacional es una buena medida aunque es muy difícil mantenerse ahí. Para ser un científico reconocido en México es necesario pertenecer al sistema, definitivamente.(Dra. Ernestina, 25 de abril de 2016, Universidad Autónoma de Chapingo)

“Si, he sido nivel 1, no tengo queja, está bien, seguramente tiene algunas fallas, siempre a la gente que no le va bien pues siempre tiene quejas pero creo que no es tan difícil pertenecer al SNI y se supone que la evaluación la hacen pares, colegas que conocen el trabajo que hace uno.” (Dr. Mascorro, 25 de abril de 2016, Universidad Autónoma de Chapingo)

Lo mencionado anteriormente tiene relación con la pregunta: *¿Es posible pertenecer al CINVESTAV /CHAPINGO y no estar dentro de la lógica de las instituciones que rigen la ciencia (CONACyT/SNI)?*

No, difícilmente. Nuestros parámetros de evaluación dentro del CINVESTAV pues uno de ellos involucra estar en el SNI entonces es muy complicado que alguien no esté en el SNI, hay casos pero es de 650, 700 investigadores que forman el Cinvestav a nivel nacional pues ha de ser menos del 1%, hay muy poquitos que no están y por cuestiones personales. En general aquí las condiciones están dadas a que te dediques de tiempo completo a la investigación o el desarrollo entonces no debería haber motivos no estar en el SNI, es una cosa bien natural que pertenezcamos, si no estamos ahí algo está pasando que no está bien, en la cuestión de productividad. (Dr. Agustino, 19 de abril de 2016, Cinvestav Irapuato)

“Pues es posible pero muy difícil, yo he estado intermitentemente en el SNI, depende de qué sacamos, entonces...”. (Dra. Alba, 19 de abril de 2016, Cinvestav Irapuato)

“Yo creo que en cualquier lado puedes hacer investigación siempre y cuando la ubiques y si ves que tu meta como investigador se lleva más tiempo pues yo creo que también tus conocimientos los puedes tener en otras áreas apoyando a la gente de tal manera que la investigación se vuelva más dinámica y puedas responder a lo que el CONACyT te están pidiendo.” (Dra. Ernestina, 25 de abril de 2016, Universidad Autónoma de Chapingo)

“Pues yo digo que no porque el SNI lo sanciona el CONACyT, la SEP, los fondos para la investigación externa los financia también CONACyT, la SAGARPA entonces pues no podemos ser autosuficiente en fondos para investigación, de hecho lo que se asigna acá es poco, si ayuda pero tengo entendido que la mayor parte se consigue fuera.” (Dr. Mascorro, 25 de abril de 2016, Universidad Autónoma de Chapingo)

Un aspecto interesante que se puede rescatar de las entrevistas es que la investigación partió de la idea de que al tratarse de universidades con discursos diferentes, los entrevistados (por lo menos en éste apartado de legitimidad de la ciencia) parecen tener discursos unificados, en cuanto a las lógicas institucionales que rigen hoy en día la ciencia, nos pudimos dar cuenta que para la financiación de las investigaciones, el Estado cuenta con un bajo presupuesto orientado a la

ciencia, lo cual ha provocado que:

los investigadores se han vuelto cada vez más dependientes de la financiación, apoyo y orientación del sector privado, bien porque para mover el proyecto científico contemporáneo son necesarios requisitos financieros cada vez más considerables e insostenibles por las universidades, bien porque encuentran en él un apoyo muchas veces no garantizado por los gobiernos. (Nieto-Galán, 2011: 22)

3.3. Relación ciencia- naturaleza

En este apartado se describe y ejemplifica (con las entrevistas realizadas) la relación histórica de objetivación que la ciencia ha hecho con la naturaleza, pues desde sus inicios, el método científico la ha convertido en el “objeto de estudio”, creando con esto una separación que se ha venido legitimando hasta nuestros días.

La naturaleza es el “objeto” de estudio de la biotecnología, por lo tanto, para ésta investigación es importante conocer la percepción que los científicos tienen acerca de ella, su relación y las dinámicas bajo las cuales trabajan con ella, pues esta relación de objetivación de la naturaleza ha llevado a una “crisis ambiental de la que somos testigos actualmente, ésta crisis nos obliga a repensar la racionalidad científica sobre la que está construida el mundo, la cual también es un problema de legitimidad.

Como se mencionó al inicio del apartado y como se muestra en la tabla 2, los científicos entrevistados tienen como primer grado de estudio (licenciatura) ciencias naturales como son biología, química y agronomía, la biotecnología y la ingeniería genética la estudiaron en el posgrado.

La primera pregunta relacionada con el tema fue *¿Por qué decidió estudiar biotecnología?*

“Lo decidí desde que salí de la carrera de agronomía y casi saliendo estaba surgiendo apenas esto de la ingeniería genética, en aquel entonces en bacterias pero me llamo la atención y me gustó como para dedicarme a esta área, por las aplicaciones también implantan en la agronomía.” (Dr. Mascorro, 25 de abril de

2016, Universidad Autónoma de Chapingo)

“Me gusta primero entender cómo funciona la naturaleza, los seres vivos, y luego como podemos obtener benefactores sociales digamos, entiéndase productos, desarrollos a partir de los entes biológicos.” (Dr. Agustino, 19 de abril de 2016, Cinvestav Irapuato)

“En realidad me había interesado la biología desde que era muy joven, hubo un profesor en la secundaria que me impactó mucho y entonces decidí estudiar algo de biología, pero cuando llegué a la decisión de qué carrera iba yo a seguir, entre las opciones que encontré fue la química que no se parece mucho a la biología, porque consideré que era una carrera más sólida que la de biología en esas circunstancias por las que pasaba la UNAM, la facultad de ciencias tenía más problemas políticos que la facultad de química entonces decidí irme a la carrera de química, “química a secas”, y a la hora de seleccionar tema de tesis busqué algo que tuviera que ver con biología, entonces fue como llegué a lo que es cultivo de tejidos y posteriormente cuando estaba terminando la maestría seguí por el mismo camino aunque terminé haciendo una tesis de bioquímica.” (Dra. Alba, 19 de abril de 2016, Cinvestav Irapuato)

“Es por afinidad, por gusto porque es un área que a mí me satisface mucho, lo traigo desde la carrera de biología, me interesa sumergirme a lo que pasa dentro de la célula y particularmente biotecnología porque desde mi punto de vista el DNA (que es la molécula que dirige todo el metabolismo celular) es el que a fin de cuentas dicta cómo va a ser el funcionamiento de esa célula o de ese organismo, entonces a mí en lo personal me apasiona todo lo que es relacionado con moléculas y particularmente con el DNA” (Dra. Ernestina, 25 de abril de 2016, Universidad Autónoma de Chapingo)

Las respuestas anteriores, muestran que los investigadores tienen un genuino interés por la naturaleza, por estudiarla, pues todos mencionan que decidieron estudiar biotecnología por gusto o afinidad, sin embargo, como lo vimos en el apartado anterior, ese gusto se ha visto permeado por las lógicas que rigen la ciencia (publicaciones, patentes, etc.).

Para ésta investigación, las universidades y los científicos que se eligieron para las entrevistas, fueron los que se dedican a la biotecnología en plantas o genética en plantas, pues como ya se explicó en el primer capítulo, esta ciencia es muy

amplia, y aún dentro de la biotecnología en plantas, existen muchas ramas de estudio, por lo cual la siguiente pregunta fue: *Sabemos que la biotecnología es muy amplia, ¿Cuál es su área de estudio?*

Ingeniería genética en plantas, trabajamos con tabaco, con crisantemo, con maíz y ahorita estamos trabajando con jitomate y con trigo. (Dr. Mascorro, 25 de abril de 2016, Universidad Autónoma de Chapingo)

Estudio de bioprocesos, la generación de productos de alto valor industrial producidos en bacterias y en microalgas, otra parte también de los proyectos es utilizar cultivos no convencionales para la generación de productos biotecnológicos y también la generación de insumos agrícolas sustentables, entiéndase hormonas de plantas, factores de crecimiento, factores de estimulación para plantas pero a partir de procesos biotecnológicos en sustitución de procesos químicos. Y también el aprovechamiento de todos los materiales de desechos agroindustriales como semillas de aguacate, de mango que en el proceso industrial se generan como un residuo biológico pero que pueden ser fuente de biomateriales, de pectinas, de una serie de compuestos que en lugar de tirarse esos desechos que se le dé una segunda utilidad. (Dr. Agustino, 19 de abril de 2016, Cinvestav Irapuato)

Continúo con los cultivos de tejidos y hago de transformación genética en plantas. (Dra. Alba, 19 de abril de 2016, Cinvestav Irapuato)

“En particular lo que hacemos en este momento es utilizar las moléculas de DNA o RNA para generar marcadores moleculares y con ellos hacer estudios de variabilidad genética, de diversidad genética o taxonomía molecular, es en lo que actualmente estoy trabajando sin embargo, cuando estuve trabajando en CINVESTAV a mí me apasionaba ver cómo se llevaba a cabo la transgénesis, los pasos que se seguían y que era lo que uno podía producir en ese momento.” (Dra. Ernestina, 25 de abril de 2016, Universidad Autónoma de Chapingo)

Enrique Leff (2009) plantea que, actualmente vivimos en una crisis socioambiental derivada de la visión separatista hombre-naturaleza que el conocimiento científico planteó desde sus inicios. Como se explicó en el primer apartado, una inquietud personal y una de las motivaciones que hicieron que se llevara a cabo ésta investigación, fue el tema de la siembra generalizada del maíz

transgénico en México, por lo tanto no podía dejar pasar la oportunidad de preguntarles a los biotecnólogos su opinión sobre éste grano, pues además de que es a lo que se dedican, considero que los transgénicos es lo más palpable del fin último de la biotecnología (aunque no es lo único que ésta investiga).

Por lo anterior se realizó la pregunta *¿Cuál es su opinión acerca de los transgénicos? ¿en el caso especial del maíz?*

“No estoy de acuerdo con que se siembre maíz transgénico, estoy de acuerdo que debemos investigarlo porque es un recurso natural que se generó en México pero las plantas transgénicas que actualmente ofrecen las empresas no van a aumentar la productividad ni van a resolver problemas muy importantes. Además el potencial de usar transgénicos en México para el caso específico del maíz, no es tan grande.

Los transgénicos no son para la agricultura de subsistencia entonces en México se siembran como 8 millones de hectáreas de maíz pero la producción bajo riego son cuando mucho 2 millones de hectáreas, ahí siembran híbridos, a los agricultores tradicionales los transgénicos no les sirven para nada y entonces si fueran muy útiles ya estarían sembrando híbridos, ¿por qué no siembran híbridos los agricultores tradicionales? No es porque sean tontos, porque los híbridos son para plantaciones tecnificadas.” (Dr. Mascorro, 25 de abril de 2016, Universidad Autónoma de Chapingo)

“Definitivamente mi posición es que **los transgénicos no son malos, ni hay que temerles** yo creo que cada vez son más precisas el generar transgénicos, entonces cada vez va a haber menos riesgos, pero obviamente pecando de ser precavidos yo creo que debería, me parece bien que en ciertas regiones que son las regiones de origen de este grano pues sí debería cuidarse aunque no está demostrado de que en realidad se afecten ese tipo de plantas pues más vale ser precavidos un tiempo más pero hay regiones en donde no hay poblaciones nativas y entonces ahí no debería haber problema en que se siembre.” (Dr. Agustino, 19 de abril de 2016, Cinvestav Irapuato)

“Yo creo que en el caso del maíz los genes que se han estado utilizando hasta ahora no tienen ningún problema, que lo que se ha dicho de que van a desaparecer los criollos y no sé qué y no se cuanto, por los transgénicos es completamente infundado porque sus criollos han estado expuestos o han

estado cultivados en las mismas condiciones que se cultivaría el transgénico con los híbridos, que vamos a perder la soberanía alimentaria o no sé qué, pues esa ya la perdimos desde cuando, porque todas las semillas que se cultivan en México, la gran mayoría por no decir todas, son de las mismas compañías. Son de Monsanto, son de Pioneer, son de Syngenta que en donde se hace el cultivo extensivo no usan los criollos, usan las variedades de los híbridos que no son variedad y el problema es que en esos casos el productor tiene que estar comprando cada año la semilla porque son híbridas precisamente y con el desmantelamiento de la infraestructura que había en México, que todos los problemas que tenía PRONASE como FERTIMEX como todas esas compañías que eran nacionales lo que se propició fue la entrada de las compañías transnacionales a cubrir esos nichos y no es culpa de ellos, sino es culpa de nosotros en dado caso, entonces si los criollos o los maíces nativos (porque ya no quieren que les digamos criollos) no desaparecieron estando expuestos a los híbridos, lo mismo va a pasar con estos porque son exactamente los mismos genotipos digamos nada más que tienen uno o dos o tres genes más, entonces, desde ese punto de vista, **yo considero que instituciones como la nuestra deberíamos de estar produciendo maíces genéticamente modificados para resolver problemas locales, de sequía, de todos los problemas que nosotros tenemos, de tolerancia a algunas plagas,** pero como se satanizaron de tal forma y como tenemos ahorita la moratoria no se pueden continuar esas investigaciones nosotros de hecho ya lo abandonamos hace ya muchos años, creo que son una herramienta más, la biotecnología moderna es una herramienta más de la que puede hacer uso el fitomejorador tradicional, porque una vez que se transformó una variedad, esos por sus cruces lo puede movilizar esos genes llevando los procesos de selección adecuados a cualquier otro genotipo” (Dra. Alba, 19 de abril de 2016, Universidad Autónoma de Chapingo)

“Particularmente mi opinión es que aunque para mí la transgénesis es una herramienta vital para poder comprender ahora muchas cosas, puedes utilizarla en medicina sin problema, en agroindustrias sin problema pero particularmente para el caso de aquellas plantas que tú vas a consumir tiene sus bemoles. **Particularmente para México yo no estaría de acuerdo en que metieran maíz transgénico porque aquí tenemos un centro de origen y retomo lo que dije hace un rato, tenemos una amplia variación de razas de cultivos,** etcétera; que la gente con técnicas tradicionales ha venido formando, haciendo a través de muchas décadas, y precisamente por esa variación que nosotros tenemos en maíces tenemos también la cultura que tenemos. Entonces el hecho de que tengamos un maíz especial para pozole, para tortillas, para dulces como es el pinole, sí tú a la larga permites que entre el transgénico y lo implantas en México vas a terminar en poco tiempo con todas esas

variedades que hay en teoría eso es lo que sucedería, sin embargo, todo eso que nos puede ofertar la compañía que vende maíces transgénicos y que vamos a salir al menos los agricultores van a salir de pobres aplicando material transgénico de maíz pues yo creo que eso si no es cierto, no lo considero así por la forma de distribución de la tierra que actualmente tienen estas personas. Un campesino común y corriente si bien le va tiene 5 hectáreas y no las tiene juntas, parte de las hectáreas se las dieron en un lugar que tiene más posibilidades de producir que en otro, entonces aquí en México no sería conveniente ni favorable meter transgénicos porque su espacio es muy poco, además no está sujeto a riego, no se pueden cuidar de manera apropiada, condición diferente a lo que ocurre en otros países como Canadá o Estados Unidos, Brasil o Argentina y otros lados en donde tienen grandes extensiones y un apoyo increíble por parte del gobierno para que puedan crecer todas esas extensiones con ese maíz transgénico en particular, pero además allá no son centro de origen, pero particularmente para México yo veo varias cosas: uno, a los campesinos no les conviene aun cuando el costo de la semilla sea bajo porque se perdería la identidad, muchas de estas variedades entonces no sería conveniente, segundo lugar; nosotros tenemos mucho de donde escoger, **México no necesita maíz transgénico, tenemos mucho de donde escoger, lo que se necesita es educar a los campesinos, apoyarlos, etcétera para que desarrollen mejoras en su cultivo** y el gobierno aquí tiene que hacer su labor porque no basta con que el gobierno vaya y les dé un apoyo Procampo o algo así cada año, es mejor que les manden asesoría técnica gratuita para que estas personas puedan saber cómo se cultiva, por qué se cultiva y los calendarios, aunque ellos lo saben, pero necesitan el apoyo, podría ser en darles el insumo que necesiten a más bajo costo, que los químicos para ellos en particular se les abaratan los costos, sería mejor que lo de Procampo. (Dra. Ernestina, 25 de abril de 2016, Universidad Autónoma de Chapingo)

Las respuestas vertidas fueron encontradas y se puede observar que en esta sí interviene la visión general de cada centro de investigación a los que pertenecen; es decir, los científicos de Chapingo, están en contra de los transgénicos, hacen referencia al campo y a los pequeños agricultores o la agricultura a pequeña escala, tienen claro que éste sector se vería afectado, saben que aunque los transgénicos tienen una utilidad, hay un discurso detrás de ellos que trata de legitimarlos, pero están conscientes de que no se resolverían los problemas que éste plantea.

Por otro lado, los investigadores del Cinvestav, muestran más compromiso con la ciencia, están a favor de la utilización de transgénicos, guardan cierta ética al mencionar que se debe ser precavido y tienen cierto respeto por las “especies criollas”.

Como mencionaba anteriormente, este debate es un ejemplo claro de la crisis por la que atraviesa la ciencia, la cual tiene una utilidad, pero detrás hay fines económicos que están legitimados por una institución que brinda poder: el conocimiento.

Retomando a Leff, la crisis ambiental es un problema complejo, que pone en evidencia todas las aristas detrás de algo tan interiorizado como es el conocimiento científico, debido a su complejidad, el autor menciona que

“la solución de la crisis ambiental –crisis global y planetaria-, no podrá darse sólo por la vía de una gestión racional de la naturaleza y del riesgo del cambio global. La crisis ambiental nos lleva a interrogar al conocimiento del mundo, a cuestionar el proyecto epistemológico que ha buscado la unidad, la uniformidad y la homogeneidad del pensamiento y la realidad; al proyecto de unificación del mundo a través de la idea absoluta y de la razón totalizadora. La crisis ambiental replantea la pregunta sobre la naturaleza de la naturaleza y el ser en el mundo, desde la flecha del tiempo (la entropía) como condición de la vida, desde la finitud de la existencia que constituye el orden simbólico, del poder y del saber, desde la diferencia, la diversidad, la otredad que abren el cauce de la historia.” (Leff, 2009: 3)

En el apartado anterior pudimos establecer que algunos científicos consideran que las patentes son el fin último de las investigaciones, y que son las que los hace ser reconocidos dentro de su comunidad, pues al tener “productos” en el mercado, se puede decir que son exitosos.

Analizando éste discurso, las patentes son un ejemplo claro de la objetivación de la naturaleza, pues al ser ésta el objeto de estudio, lo que se patenta, son las células, las semillas, elementos de la naturaleza que antes no tenían dueño, y que ahora es una situación que se ha normalizado debido a la legitimación de la

ciencia, a la regulación jurídica que los países han tenido que hacer (en México existe la Ley de Organismos Genéticamente Modificados) y la cual

“no es la evolución “natural” de la materia y del hombre hacia el mundo tecnificado: economizado, sino el producto de la intervención del pensamiento en el mundo. Sólo así es posible dar el salto fuera del ecologismo naturalista y situarse en el ambientalismo como política del conocimiento y de la diferencia, en el campo del poder en el saber ambiental, en un proyecto de reconstrucción social desde el reconocimiento de la diversidad y el encuentro con la otredad.” (Leff, 2009:3)

La respuestas a la pregunta *¿A lo largo de su carrera ha realizado alguna patente?* Fueron:

“Bueno no tenemos patentes todavía otorgadas, tenemos solicitud de 2 o 3 patentes y están en proceso de aprobación, toma años, entre 3 y 5 años.” (Dr. Agustino, 19 de abril de 2016, Cinvestav Irapuato)

“Pues yo no las he registrado, las ha registrado INIFAP aunque hemos colaborado entonces ya se supone que para las siguientes, ahora sí ya nos incluyen en el reparto porque hemos colaborado, no hemos hecho exactamente el mejoramiento pero nuestro trabajo ha sido clave para que se pueda llegar a obtener las plantas libres de virus sobre todo, porque bacterias y hongos se pueden combatir con compuestos químicos.” (Dra. Alba, 19 de abril de 2016, Cinvestav Irapuato)

“Patente no, pero si tengo registros de ADN de secuencias de genes de todo lo que hemos hecho aquí que no son patentes, no los puedes considerar como una patente pero si son registros únicos que tienen un número que nos asignan y que este nos hace acreedores muchas veces de ser el primer investigador que subió esas secuencias a la base de datos y ahí si tenemos cerca de 300.” (Dra. Ernestina, 25 de abril de 2016, Universidad Autónoma de Chapingo)

3.4. Relación ciencia-sociedad

El objetivo de éste apartado es conocer la percepción que los investigadores tienen sobre ellos dentro de la sociedad y de cómo el trabajo que realizan repercute en ésta, así como explicar un poco el impacto social que la biotecnología (y otras ciencias) han tenido en varios ámbitos. La importancia de incluir una batería de preguntas relacionadas con lo social y de éste apartado

radica en que la ciencia no es una actividad neutra, está relacionada con la idea de “progreso” social:

la ciencia es una actividad social vinculada a las restantes formas de la actividad humana. Los procesos de producción, difusión y aplicación de conocimientos propios de la actividad científica son inexplicables al margen de los intereses económicos, políticos, militares, entre otros que caracterizan los diversos contextos sociales. En esta perspectiva la ciencia es una actividad institucionalizada, permeable a los valores e intereses sociales y no puede ser neutral. (Jover, s/f)

La primera pregunta relacionada con este apartado fue *¿Cuáles considera que han sido los cambios más notorios que ha experimentado la biotecnología en el impacto social?*

“En el campo de la ingeniería genética de plantas yo no creo que el impacto social sea tan alto, tiene un impacto más que nada económico en el campo de las plantas transgénicas, porque actualmente ya se siembra casi doscientos millones de hectáreas de transgénicos principalmente de soya, de algodón y de maíz pero realmente estas variedades que se cultivan, no aumentan el rendimiento ni la productividad, bajan los costos de producción entonces a la agricultura tecnificada pues le conviene usarlas pues se ahorra insumos, o sea herbicidas, insecticidas, el uso de labores para controlar malezas y entonces hay un ahorro en costos de producción, pero yo creo que no es un impacto social sino sería un impacto sobre los productores tecnificados.” (Dr. Mascorro, 25 de abril de 2016, Universidad Autónoma de Chapingo)

Como se menciona en la respuesta anterior, el impacto económico que actualmente tiene la biotecnología en el mundo ha generado la creación de la bioeconomía, la cual surge a principios del siglo XXI en Estados Unidos, cuando la economía de este país se encontraba en declive frente a países como Japón, Europa y otros países, lo que dio lugar al debate donde se presentó el informe “los límites del crecimiento”, el cual “mostró cómo el crecimiento económico basado en la explotación sin límites de los recursos naturales no renovables como petróleo y gas no era sostenible a largo plazo y ponía en peligro los delicados equilibrios del planeta y de sus variados ecosistemas” (Pavone, 2012:148)

El informe orilló a los países a dejar de lado la dependencia de combustibles fósiles y desarrollar nuevos sectores que les ayudaran a superar el nivel industrial del modelo fordista,

Por aquel entonces, las ciencias biológicas estaban avanzando rápidamente, sobre todo en el ámbito de la biología molecular, y los descubrimientos asociados al ADN estaban abriendo nuevos caminos hacia la comprensión, manipulación y explotación de la materia viviente. No fue una casualidad que las industrias químicas y del petróleo norteamericanas fueron las primeras en invertir en las nuevas biotecnologías basadas en los descubrimientos de la biología molecular. (Pavone, 2012:148)

Lo anterior muestra la articulación del conocimiento con el poder económico, el modelo industrial permeó la ciencia tanto que se inició una competitividad en torno a la biotecnología, asumiendo el paradigma que había surgido;

se había puesto en marcha una verdadera carrera entre países desarrollados y países emergentes para desarrollar (y patentar) cuantos más nuevos productos y procesos biotecnológicos posibles, para así cumplir lo que aparecía como el verdadero objetivo a alcanzar: la creación y consolidación de una economía basada en el conocimiento (OCDE, 1996). (Pavone, 2012:148)

“Es cierto la biotecnología tiene mucha potencialidad, buena o mala, eso es innegable como cualquier tecnología tiene esas posibilidades, claro que va a depender de cómo se use, por supuesto que los que desarrollamos biotecnología pues tenemos nuestra propia moral y algunos van a estar más abiertos o algunos más restringidos o algunos tal vez. Y la parte social en realidad mucho tiene que ver con políticas de gobierno.” (Dr. Agustino, 19 de abril de 2016, Cinvestav Irapuato)

La ciencia ya no es más la suma del saber y de lo digno de ser sabido sino un camino, un camino para avanzar hacia adelante y penetrar en un ámbito aún no investigado y, por lo tanto, aún no dominado.

¿En su opinión, cuál es/ debería ser el principal objetivo de la biotecnología como ciencia?

Contribuir a resolver problemas del área médica, de la alimentación y de la agricultura, aportar soluciones que no existen y volverlas más accesibles a la sociedad en general, no nada más a un grupo que pueda pagar por ello. (Dr. Mascorro, 25 de abril de 201, Universidad Autónoma de Chapingo)

Debería estar muy relacionado, de manera responsable con el **bienestar de la humanidad y con la conservación ambiental**, entre un equilibrio porque obviamente lo hacemos nosotros y queremos ser la especie beneficiada pero también cuidando en mantener el equilibrio de las demás especies incluyendo animales y plantas y en general preservando la salud de la tierra. (Dr. Agustino, 19 de abril de 2016, Cinvestav Irapuato)

Yo considero que debería de ser, además del conocimiento básico sin el cual no podemos avanzar en otros aspectos, **el que realmente pudieran llevarse al campo en este caso los beneficios de esos mismos conocimientos, o sea la aplicación de ese conocimiento. Que lo pudiéramos aterrizar y no solamente dejarlo en las publicaciones que si nos dan muchos puntos, bueno a los que tienen SNI.** (Dra. Alba, 19 de abril de 2016, Cinvestav Irapuato)

Bajarla hasta que se aproveche, porque en el escritorio no sirve de nada”, eso le sirve a los colegas que estamos en lo mismo pero no a la gente, entonces esperamos ahorita hay 4 variedades registradas de las cuales 2 prometen realmente, pero por broncas no se han podido llevar, pero ahorita estamos tratando de que el año que entra haya planta para que se pueda llevar con lo que es productores (Dr. Mascorro, 25 de abril de 2016, Universidad Autónoma de Chapingo)

Hay muchos pero yo creo que el principal objetivo deber ser enfocado a generar **bienestar social**, llámese a partir de medicamentos hechos a la medida o bien incluso de las mismas plantas transgénicas que pueden generar un bienestar social, pero eso tiene sus bemoles. (Dra. Ernestina, 25 de abril de 2016, Universidad Autónoma de Chapingo)

¿Cree que tiene algún compromiso social siendo biotecnólogo o considera que su compromiso es meramente con la ciencia?

Yo creo que si tenemos un compromiso social. Yo lo siento cuando comencé a trabajar con ingeniería genética hace como 20 años, en aquel entonces todo era así como vamos a hacer esto, vamos a hacer lo otro, pero ahorita ya hay **interés económico** y hay empresas que tienen intereses en nuestro país y **la comunidad científica se ha dividido en dos grupos**, los que en cierta forma están a favor de la biotecnología de manera indiscriminada sin que les importe que esté amañada por las compañías trasnacionales y este algunos que ven las amenazas que puede haber y

que puede generar este tipo de tecnologías de manera acrítica, tiene uno que elegir de qué lado estás. Yo no me he dejado seducir por las compañías porque pues no estoy de acuerdo pues, su interés no es resolver problemas sino hacer negocio.” (Dr. Mascorro, 25 de abril de 2016, Universidad Autónoma de Chapingo)

Yo creo que sí tengo un compromiso social y por eso he estado batallando por esto, entonces si **yo considero que si estamos recibiendo recursos públicos deberíamos de contribuir, no creo que todo lo que hagamos tiene que irse a la aplicación, se necesita ciencia básica de muy buena calidad pero también se necesita aterrizar las cosas porque hay investigadores básicos que dicen que es una “prostitución de la ciencia”** y yo creo que en el mundo muchos de los avances se ha debido a que trataron de resolver algún problema que tenían y pues el conocimiento ha avanzado mucho tratando de resolver esa problemática, nada más que aquí tratamos de estar a la vanguardia de lo que están haciendo en otros lados pero viendo qué es lo que necesitamos localmente, entonces luego nos va como nos va. (Dra. Alba, 19 de abril de 2016, Cinvestav Irapuato)

Yo creo que son las dos cosas desde mi punto de vista y en el área que yo trabajo, como te decía yo no hago necesariamente ingeniería genética, conozco la estrategia, conozco la técnica, conozco el impacto que puede tener esta área pero debido al desarrollo donde yo trabajo y la forma en la que estoy aplicando biotecnología por supuesto que tiene un impacto social, quizá la gente en la sociedad no lo vea de manera directa, pero obviamente tiene un impacto porque a nivel científico o de gobierno mis resultados pueden de alguna manera apoyar en el mejor conocimiento de los materiales que tenemos en México. (Dra. Ernestina, Chapingo)

La importancia de la ciencia y de que continúe legitimándose radica en su capacidad política y el alcance transformador que ésta tiene dentro de la sociedad, pues representan un factor importante para la transformación de la realidad, los hechos de la ciencia y los artefactos tecnológicos disponen de la fuerza política más sobresaliente dentro de la cultura moderna. (Díaz, 2009:3)

A manera de conclusión, las propuestas teóricas de Bruno Latour nos serán de utilidad para explicar y comprender mejor éste capítulo, pues desde la sociología de la ciencia reflexiona la forma en que los científicos sociales estudian y se relacionan con las ciencias duras cuestionando la separación que se hace desde

el inicio de la modernidad de sujeto y objeto. Con su teoría del “actor-red”, supone una reflexión complementaria sobre cómo los propios científicos naturales, los ecologistas, los filósofos de la ciencia y los científicos sociales han errado en su comprensión de qué es la naturaleza y la sociedad. (Díaz, 2009:319)

Con la teoría del actor red, Latour pone en manifiesto la democratización de los agentes humanos (sujetos) y no humanos (objetos) que hacen que la realidad se construya, pues plantea que uno no puede coexistir sin el otro:

La teoría del actor-red de Latour aúna en su estudio, al menos, dos intereses fundamentales: en primer lugar, este autor destaca por sus investigaciones respecto de las relaciones que se establecen entre los elementos ontológicos heterogéneos que co-participan en la construcción de todo hecho tecnocientífico (Latour 1984).

En segundo lugar, desde las premisas de la antropología de la ciencia y la tecnología de Latour se combate la idea de que puedan ser distinguidos elementos de carácter objetivo y neutro, por un lado, de elementos de carácter subjetivo que no son susceptibles de evaluaciones unánimes, por otro. La realidad de la ciencia, la tecnología y cualquier otra dimensión social y cultural responde, según Latour, a una ontología híbrida de humanos y no- humanos. Así pues, los hechos y los valores, la ciencia y la política, la naturaleza y la cultura participan en la fabricación de toda la realidad. (Díaz, 2009)

Resulta interesante reflexionar sobre ésta investigación desde la teoría del actor red, pues nos permite pensar en la importancia política que tiene la ciencia, así como cambiar el paradigma para darnos cuenta que los descubrimientos biotecnológicos interactúan con la sociedad, sin embargo vemos su importancia política a través de las patentes, pues es la representación gráfica de las investigaciones.

En relación al apartado de Sociedad-naturaleza, Bruno Latour habla de reformular el concepto de naturaleza, pues considera que desde la ecología política no es suficiente para hacer el ingreso de la naturaleza en la política pues siguiendo con ésta línea, se sigue legitimando la separación entre sociedad/naturaleza la cual ya no es viable según Latour.

La pregunta por la naturaleza no es entonces una pregunta que pueda ser

planteada por sí sola, sino que se plantea junto a la política, de un lado y a la ciencia del otro. Desde este punto de vista, las catástrofes ambientales, lejos de ser simples hechos privados de consecuencias, son consideradas al mismo tiempo también como catástrofes de la democracia, que obligan a repensar no sólo nuestro modo de estar juntos y de deliberar, sino también nuestro modo de ver las ciencias. Así, no tiene sentido hablar de la naturaleza sin dirigir la mirada, a su vez, a la democracia de las ciencias (Latour 1987). (Patella, 2005:163)

Esta propuesta tiene relación con el planteamiento de Leff que básicamente formula que la naturaleza debe ser entendida a través de un cambio de paradigma que elimine la separación sujeto/objeto pues si entendemos la interacción que existe y la importancia política, económica, social y cultural que tiene, podremos formular nuevas formas de interacción con ésta que nos permitan solucionar los problemas socioambientales que existen actualmente.

Conclusiones

En los capítulos que integran ésta investigación se ha hecho un esfuerzo por reflexionar sobre un tema poco trabajado en sociología y la importancia de cuestionar cómo se crea y legitima el conocimiento en la agrobiotecnología, una ciencia que es relativamente nueva, y que sus descubrimientos han tenido repercusiones importantes en la sociedad, lo cual pone en evidencia que los problemas sociales han adquirido tanta complejidad que es necesario cuestionar el origen de su surgimiento.

Lo que se pretendía, era proveer al lector de información necesaria que le permita comprender por qué la sociología puede hacer éste tipo de investigaciones sobre temas que se creen ajenos a la cotidianidad, pero que en realidad están inmersos en ella y además atravesados por relaciones de poder poco visibles, debemos saber que la ciencia y la tecnología son dos esferas que definen en gran medida el poder a nivel mundial.

En el capítulo “el conocimiento científico” el objetivo de hacer un recuento histórico de cómo fue creada la ciencia, es comprender que el conocimiento científico es socialmente construido y que las “verdades” que han ido construyendo el mundo como lo conocemos son propias de momentos socio históricos determinados. El método científico que rige la ciencia actual, fue creado bajo un paradigma de pensamiento y legitimado a través de la historia, sin ser cuestionado hasta comienzos del siglo pasado, sin embargo la crisis ambiental que existe actualmente a nivel mundial, nos ha llevado a cuestionar a la ciencia encargada de producir tantos efectos colaterales no solo en el medio ambiente sino también a nivel social.

La sociología ambiental nos da las herramientas para pensar en un cambio de paradigma que hace visible la naturaleza y la importancia que ésta tiene para la humanidad, cuestiona la forma en que se le ha cosificado a lo largo de la historia para ser explotada bajo la justificación de ser comprendida.

El capítulo de la descripción de los centros trata de puntualizar y hacer visibles los trabajos de investigación que se están realizando en el país con relación a la agrobiotecnología, que aunque parecieran pocos, son significativos y muy bien estructurados, legitimados bajo un discurso dominante que está permeado no solo por el discurso científico, sino por el discurso neoliberal que desde su aparición ha permeado incluso las instituciones educativas que históricamente se habían caracterizado por un discurso de la ciencia al servicio de la sociedad, hoy en día el modelo económico y los intereses privados han alcanzado sus principios.

En ésta investigación se encontró que aunque los discursos de ambas Instituciones de Educación Superior (CINVESTAV y CHAPINGO) parecieran ser contrarios, en la práctica las investigaciones científicas se llevan a cabo bajo el mismo criterio, y los investigadores consideran que ser un científico exitoso o reconocido, es estar dentro de las lógicas del capital y de las instituciones que rigen la ciencia en nuestro país.

El trabajo de campo ayudó a dar respuesta a la pregunta de que rige la investigación (¿Cómo se explica la construcción del conocimiento científico de la agrobiotecnología y la construcción de la legitimidad en torno a esta desde los centros de investigación del país y su relación con el Estado y los intereses privados?) y tener un panorama más amplio de la perspectiva que los científicos tienen del papel que desarrollan en la sociedad, así como de la utilidad de sus investigaciones y lo que se hizo visible es que al estar dentro de las lógicas antes mencionadas, difícilmente van a aceptar un cambio de paradigma dentro de su área de estudio, tienen poca empatía con los problemas sociales, sin embargo en el discurso parece que la hay.

La biotecnología es una ciencia que está en manos de empresas trasnacionales, y aunque éstas cuenten con sus propios laboratorios, han buscado incidir y penetrar en los espacios académicos que formarán a los futuros investigadores para que éstos sean adoctrinados bajo el pensamiento capitalista que permea al mundo.

En éste punto es importante visibilizar la relación Estado-Capital-Universidad pues es a partir de ésta que se da la investigación científica, la cual permite a la industria tener un financiamiento público y una forma de aprobación de las nuevas tecnologías, sin embargo, existe también una tendencia mayor por parte de los investigadores del financiamiento por parte del sector privado “bien porque para mover el proyecto científico contemporáneo son necesarios requisitos financieros cada vez más considerables e insostenibles por las universidades, bien porque encuentran en él un apoyo muchas veces no garantizado por los gobiernos.” (González de la Fe y López Peláez, 2011, pág. 21)

En el capítulo tres, con el análisis del trabajo de campo nos permitió conocer las opiniones de los biotecnólogos que para una mayor comprensión decidimos dividir en tres puntos: la legitimidad de la ciencia, la relación ciencia- naturaleza, la relación ciencia-sociedad.

El primer punto (la legitimidad de la ciencia) sirvió para reafirmar que la ciencia al servicio de la sociedad quedó atrás con la entrada del modelo neoliberal que también penetró en las instituciones educativas, lo cual ocasionó una mercantilización de la ciencia y un encausamiento económico de las investigaciones. En este punto, pude reconocer y confirmar algunos aspectos que se deben seguir para que una investigación sea legitimada los cuales son:

- Las patentes son el fin último de las investigaciones biotecnológicas, en ésta ciencia una patente representa (debido al proceso de investigación y posteriormente el proceso burocrático) que un biotecnólogo tiene desarrollos que le permiten tener “estatus” dentro de la comunidad pero al mismo tiempo productos dentro del mercado, lo cual es regulado por el IMPI, una institución gubernamental encargada de su regulación.
- Las publicaciones internacionales en revistas indexadas son la forma que los biotecnólogos tienen de dar a conocer su trabajo a la comunidad científica, y es un elemento para que sean reconocidos dentro de la misma.

- El lenguaje de las publicaciones es tecnificado, pues no existe un interés por llegar al público en general, sino más bien, existe un interés por mantener el “estatus” que da el ser un científico y pertenecer a una institución.

- Un científico que quiera obtener reconocimiento de sus colegas, así como financiamiento debe necesariamente pertenecer a las instituciones encargadas de regular la ciencia en México, tales como el CONACyT o la AMC.

- La relación Estado-industria-universidad ha propiciado que las investigaciones estén orientadas a sacar productos en el mercado, así como que las empresas puedan intervenir en el financiamiento y objetivo de las investigaciones.

En el segundo punto (relación ciencia- naturaleza) el objetivo era conocer la percepción que los científicos tienen de la naturaleza que es donde van a repercutir directamente sus investigaciones. Se pudo comprobar que a pesar de que todos dijeron tener cierta afinidad y gusto por conocer la naturaleza, el método científico permea su percepción y éstos terminan cosificándola, volviéndola su objeto de estudio.

Una hipótesis que surgió con la revisión de las páginas electrónicas de los centros de investigación fue que por su historia y procedencia la visión y la forma de hacer investigación tenían diferentes enfoques, sin embargo con el trabajo de campo, pudimos comprobar que eso, se queda sólo en los discursos que cada centro maneja la cual no es transversal y no concuerda con la visión de los investigadores a la hora de hacer ciencia, me refiero sobre todo al caso de Chapingo donde se creía tenían un compromiso con la naturaleza en cada investigación, sin embargo sí se muestra un compromiso social a diferencia del CINVESTAV.

Este apartado queda un poco inconcluso pues el objetivo principal del trabajo era conocer cómo se legitima la ciencia, sin embargo *la visión de la naturaleza a través de los científicos considero que es una investigación interesante que*

podiera darse en otro momento.

En el tercer punto (relación ciencia-sociedad) nos sirvió para reconocer que si bien los científicos saben que juegan un papel importante en la sociedad, no saben la importancia social que pueden tener sus investigaciones, pues debido a su formación la cual los encierra en el laboratorio, no se tienen conocimientos sociales, ni otro paradigma de la ciencia.

Debo mencionar que en este punto una pregunta que quedó pendiente fue su opinión acerca de la agroecología, pues ésta ciencia de “reciente” creación concibe a la agronomía desde una perspectiva “sostenible”, a diferencia de la biotecnología, su visión es más holística. Como aporte para la comprensión de un fenómeno complejo como es la agrobiotecnología desde la visión sociológica, lo que puedo concluir es que la agrobiotecnología tiene un papel importante en el desarrollo de la tecnociencia mundial, las investigaciones y los descubrimientos que se han hecho sobre el ADN han sido cruciales para desarrollar varias investigaciones con una utilidad práctica, sin embargo, el problema que yo considero importante es que éstas investigaciones están permeadas por intereses lucrativos, considero que ésta ciencia podría hacer mucho por problemas en el campo para los cuales los campesinos no tienen soluciones, pero al final la agrobiotecnología es una fachada para las empresas.

El discurso de que las empresas líderes en agrobiotecnología, como Monsanto, Pioneer, Syngenta y Bayer van a terminar con el hambre mundial, es sólo eso, un discurso, que debe seguir varios procesos científicos para ser legitimado, más no comprobado, la biotecnología no puede funcionar para resolver problemas mundiales porque el papel de la ciencia ya no es buscar el bienestar social, sino más bien el valor lucrativo.

La ciencia no es neutra, Jover (s/f) expresa que “la ciencia es una actividad institucionalizada, permeable a los valores e intereses sociales y no puede ser neutral.” sin embargo, como menciona Agazzi: “se ha de concluir que la ciencia no puede ser neutral como actividad mientras lo es y debe serlo como saber” (s/f:71).

Jover (s/f) analiza la neutralidad de la ciencia desde tres aspectos:

- **Desinterés:** la neutralidad como "desinterés". La actividad científica es inexplicable al margen de los intereses sociales. Esos intereses se expresa, por ejemplo, en el financiamiento de la ciencia, en las prioridades que para ella se establecen. Esos intereses, sin embargo, no niegan el interés por producir conocimiento objetivo, los intereses propiamente cognoscitivos que favorecen la objetividad. Más aún, los intereses que intentan instrumentalizar la ciencia y ponerla al servicio de los más variados fines, requieren del conocimiento objetivo que haga de la ciencia un saber útil. Las políticas científicas, los programas de investigación, las instituciones que articulan el trabajo científico no son neutrales respecto a los fines sociales que les dan vida, pero ello no hace del conocimiento obtenido la expresión de un interés económico o político particular, aunque su utilización sí suele subordinarse a ellos.

- **Independencia de prejuicios:** La ciencia vista como actividad no puede ser neutral respecto a los prejuicios así definidos. Cada individuo, colectividad, sociedad, época, portan tales prejuicios que influyen sobre el modo de hacer ciencia, en la elección de los campos de la investigación, prioridades en la enseñanza y otras expresiones de la práctica científica. Debemos reconocer que esos prejuicios también influyen sobre la ciencia como saber. Los criterios de objetividad y racionalidad están sometidos a cierta contingencia y determinación histórica. La construcción de un saber objetivo siempre se logra dentro de marcos conceptuales y metodológicos preestablecidos. Los científicos deben tomar conciencia de los límites que imponen a la objetividad dichos marcos y esforzarse por subordinar sus conclusiones a las "buenas razones" (teóricas, lógicas, empíricas) que puedan aportarse dentro de esos marcos cuyos límites han sido críticamente evaluados.

- **No estar al servicio de intereses:** el acento recae en la posibilidad de instrumentalización de la ciencia. Al nivel de la ciencia como actividad no es posible imaginar tal tipo de neutralidad. Si observamos la ciencia como conocimiento objetivo, la conclusión debe ser diferente. La ciencia ha contribuido a promover dentro de nuestra civilización ese hábito moral que llamamos honestidad intelectual "o sea, aquella actitud de fondo que consiste en el rechazo a callar la verdad, a camuflarla, o a hacerla pasar por falsa, en obsequio a intereses de cualquier género, incluso si éstos fueran particularmente nobles y altruistas. Por eso no es posible renunciar a esta forma de neutralidad de la ciencia sin tener que pagar una cuota elevadísima en términos de quiebra de civilización" (Jover, s/f:10)

La importancia de realizar una investigación sobre los transgénicos con especial énfasis den la agrobiotecnología desde la sociología radica en que la sociología puede hacer visibles aspectos que pocas veces son cuestionados, que se pueden

conocer las dinámicas bajo las cuales se rige una actividad, que puede reunir todos los aspectos para así hacer un análisis de un problema complejo y dar una explicación que más que dar conclusiones deja la puerta abierta a otras preguntas.

En ésta investigación se reflexionó acerca de los discursos en los que se escuda la ciencia para seguir legitimándose, en éste caso el discurso del problema del hambre es un gran negocio como el “problema del fin del mundo”, la ciencia representa una institución con una fuerza política importante que se ha legitimado a través de mecanismos como las patentes, por medio de las cuales se mide el impacto social y es un elemento de su evaluación.

Es importante mencionar que al realizar ésta investigación no se buscaba encontrar verdades absolutas, sino más bien reflexionar, analizar y comprender más acerca del tema de cómo se legitima el conocimiento, por lo tanto no hay conclusiones determinantes pues existe la apertura a que ésta pueda ser complementada o cuestionada en un futuro.

Bibliografía

Aguilera Portales, R. E. y González Cruz, J. (2011) *Derecho, Verdad y Poder en la teoría político-jurídica de Michel Foucault*. Revista de Filosofía A Parte Rei No.74. Madrid

Álvarez Buylla, E., y Piñeyro Nelson, A. (2013). *El maíz en peligro ante los transgénicos*. México: UNAM

Barnes, B. (1977). *El problema del conocimiento.*, Universidad Autónoma Metropolitana Unidad Iztapalapa Disponible en: <http://sgpwe.izt.uam.mx/pages/egt/Cursos/MetodologiaMaestria/Barnes.pdf>

Bartra, Armando. (2009). *Hacer milpa*, *Ciencias* No.92, octubre-marzo, 42-45.

Bourdieu, P. (1985). *¿Qué significa hablar? Economía de los intercambios lingüísticos*. Madrid: Akal S.A.

Casas, R. (1988). *Potencial de la investigación biotecnológica agrícola en México*. Revista Mexicana de Sociología, 121-146.

Cervantes Herrera, J., Cruz León, A., Salas González, J., Pérez Fernández, Y., y Torres Carral, G. (2016). *Saberes y tecnologías tradicionales en la pequeña agricultura familiar campesina de México*. Revista de Geografía agrícola, 129-142.

Del Castillo, L., Robert, M., Larqué, A., e Higuera, I. (02 de febrero de 2017). *Centro de Investigación Científica de Yucatán*. Obtenido de CICY: treinta años de labor científica y educativa. Disponible en: http://www.cicy.mx/Documentos/CICY/Ultimas_Noticias/CICY_30_Anos_de_labor_cientifica_y_educativa.pdf

Díaz, P. G. (2009). *Los límites del principio de indeterminación radical en Latour y el giro político de su filosofía de la ciencia*. (A. Ibarra Unzueta, Ed.) *Theoria And International Journal for Theory, History and Foundations of Science*, 23(3), 319-336.

Diéguez, A. (2004). *La ciencia desde una perspectiva postmoderna: Entre la legitimidad política y la validez epistemológica*. Actas de las II Jornadas de filosofía: filosofía y política, 177-205.

Enciso, A y Castillo, G.(2017) *Tribunal colegiado mantiene prohibición a 4 empresas de vender maíz transgénico*. La Jornada 25 de noviembre de 2017. Disponible en :<http://www.jornada.unam.mx/2017/11/25/politica/017n1pol> p. 17

Estrada, S. T. (2010). *La biotecnología en México: la situación de la biotecnología en el mundo y la situación de la biotecnología en México y su factibilidad de desarrollo*. México: I PN.

González de la Fe, T., y López Peláez, A. (2011). *Innovación, conocimiento científico y cambio social. Ensayos de sociología ibérica de la ciencia y la tecnología*. Madrid: Centro de Investigaciones Sociológicas.

Jover, J.N. (s/f). *La ciencia y la tecnología como procesos sociales. Lo que la educación científica no debería olvidar*. Organizaciones de Estados Iberoamericanos para la educación, la ciencia y la cultura. Disponible en: <http://www.oei.es/historico/salactsi/nunez02.htm>

Kreimer, P. (2011). *La evaluación de la actividad científica: desde la indagación sociológica a la burocratización. Dilemas actuales*, Propuesta Educativa Número 36 – Año 20 – Nov 2011 – Vol. 2 – Págs. 59 a 77. Disponible en http://www.propuestaeducativa.flacso.org.ar/archivos/dossier_articulos/60.pdf

Kuhn, T. (1962). *La estructura de las revoluciones científicas*. México: Fondo de Cultura Económica.

Latour, B. (1992). *La ciencia en acción*. España: Labor S.A.

Leff, Enrique. (2009). *Racionalidad ambiental: la reapropiación social de la naturaleza*, México: Siglo XXI

López Austin, Alfredo. (1984). *Cuerpo humano e ideología*, México, UNAM.

López Belda, A. E. (2014). *Transgénicos y Patentes: La apropiación de los recursos biológicos por parte de las Trasnacionales*. Centro de Estudios Sociológicos: UNAM.

Liotard, J. F. (1978). *La condición Postmoderna*. Argentina: Red Editorial Iberoamericana.

Mannheim, K. (1941). *Ideología y Utopía. Introducción a la sociología del conocimiento*. México: Fondo de Cultura Económica.

Medina, E. (s.f.). *Teorías y orientaciones de la sociología de la ciencia*.

Molina, F. (2015). *Eficacia y legitimidad en las prácticas científicas*. Argentina: EUDEBA.

Nieto-Galan, A. (2011). *Los públicos de la ciencia. Expertos y profanos a través de la historia*. Madrid: Ediciones de Historia S.A.

Orozco, J., Orozco Castro, L. A., Chaves Valbuena, F., y Chaves, J. F. (2004). *Construcción de indicadores en Biotecnología: región comprendida por cuatro países de América Latina y el Caribe: Colombia, Costa Rica, México y Venezuela*.

Colombia: OEA, oficina de ciencia y tecnología.

Ortega Ponce, C. y Arellano Hernández, A. (2008). *Relaciones sociales y de genes: el primer vegetal transgénico en México*. México: Miguel Ángel Porrúa.

Otero, E. (1998). *El programa fuerte de la sociología de la ciencia y sus críticos*. Revista Austral de las Ciencias Sociales, 89-94.

Padilla González, D.M y Fernández Nava, M.A. (2015). *Movimientos Sociales, maíz, despojo y cuerpo*. Ciudadanía Activa (4) 77-108. Disponible en: http://sgg.edomex.gob.mx/sites/sgg.edomex.gob.mx/files/files/Revista_desarrollo_politico/REVISTA%20CIUDADAN%2B%C3%ACA%20ACTIVA%204.pdf

Patella, G. (2005). Naturaleza, ciencia, democracia. Bruno Latour y las políticas de la naturaleza. *Argumentos de razón técnica* (8), 161-168.

Presidencia de la República. (2006) *Ley de Bioseguridad de Organismos Genéticamente Modificados*, México: Cámara de Diputados, Recuperada en noviembre 8, 2017, del sitio del Gobierno de México. Disponible en: <http://www.diputados.gob.mx/LeyesBiblio/pdf/LBOGM.pdf>

Rodríguez, C. E. (2017) *El sistema nacional de investigadores en número*. Disponible en: http://www.foroconsultivo.org.mx/libros_editados/SNI_en_numeros.pdf

S/A (2017) *Gobierno de España*. Disponible en: http://recursostic.educacion.es/bachillerato/proyectorfilosofia/web/f2publi1.php?id_ruta=18&id_etapa=3&id_autor=3

Serrano, E. (2016) *Habermas: Legitimidad y discurso práctico*: ITAM. Disponible en: http://biblioteca.itam.mx/estudios/estudio/letras25/texto3/sec_1.html

Solana, J. E. (Julio de 2002). Bruno Latour, los estudios de la ciencia, y la comprensión. *A parte Rei. Revista de filosofía*, 22, 1-16.

Stenzano Pérez, F. A. (junio de 2012). *Construcción de redes de transferencia ciencia-industria en el sector de biotecnología en México: Estudio de caso sobre las vinculaciones tecnológicas entre investigadores de CINVESTAV Irapuato y LANGE BIO y empresas del sector agro biotecnológico*. Estudios Sociales, 20(39), 10-39.

Páginas de internet

Biología., U. d. (02 de febrero de 2017). *CICY*. Obtenido de CICY: <http://www.cicy.mx/unidad-de-biotecnologia/introduccion>

Chapingo, U. A. (05 de enero de 2017). *Instituto de Horticultura*. Obtenido de Maestría en ciencias en Biotecnología Agrícola: https://chapingo.mx/horticultura/?link=maestria_biotecnologia

- Chapingo, U. A. (02 de febrero de 2017). *Página principal*. Obtenido de <https://chapingo.mx/web/>
- CONACyT. (03 de septiembre de 2017). *Consejo Nacional de Ciencia y Tecnología*. Obtenido de <https://www.conacyt.gob.mx/index.php/el-conacyt/sistema-nacional-de-investigadores>
- Desinformémonos. (20 de octubre de 2017). *Maíz transgénico en México: 4 años de una demanda colectiva que mantiene suspendida su siembra*. Obtenido de <https://desinformemonos.org/maiz-transgenico-mexico-4-anos-una-demanda-colectiva-mantiene-suspendida-siembra/>
- IBT, A. y. (22 de enero de 2017). *Instituto de Biotecnología UNAM*. Obtenido de Instituto de Biotecnología UNAM: <http://www.ibt.unam.mx/server/PRG.base?alerno:0,clase:ibt,tipo:doc,tit:Antecedentes,dir:ibt.antecedentes.html,pre:ibt>
- Irapuato, C. U. (21 de enero de 2017). *Cinvestav Irapuato*. Obtenido de <http://www.ira.cinvestav.mx/QuienesSomos/tabid/54/language/es-MX/Default.aspx>
- Irapuato, C. U. (28 de enero de 2017). *Office of innovation and technology transfer*. Obtenido de <http://www.ira.cinvestav.mx/oitt/indexes.html#partnerships>
- Solano, L. P. (14 de agosto de 2017). *La Jornada en línea*. Obtenido de El SNI en crisis de evaluación: Tagüña Parga: <http://www.jornada.unam.mx/2014/07/13/sociedad/033n1soc>

Anexo 1

La siguiente entrevista forma parte de una investigación denominada “La creación y legitimidad del conocimiento científico: el caso de la agrobiotecnología en México, un análisis desde la sociología” la cual pretende realizarse para obtener el grado de Licenciada en Sociología. La información obtenida durante la entrevista será utilizada únicamente para dicha investigación, por lo tanto usted puede decidir si se realiza de manera anónima o su nombre puede ser utilizado abiertamente.

Nombre:

Grado académico:

Fecha/hora de aplicación

Institución a la que pertenece:

PREGUNTAS GENERALES

1. ¿Por qué decidió estudiar biotecnología?
2. Sabemos que la biotecnología es muy amplia, ¿Cuál es su área de estudio?
3. ¿En dónde realizó sus estudios y qué grado tiene?
4. ¿Qué centro de estudios considera que es el mejor posicionado en esta ciencia en el país? ¿Por qué?
5. ¿Cuántas publicaciones tiene aproximadamente? ¿En cuántas investigaciones ha participado?

Preguntas relacionadas con la creación del conocimiento en BIOTECNOLOGÍA

6. En el trayecto de su carrera ¿ha podido constatar un cambio en la forma científica, social y educativa de la forma de enseñanza de la biotecnología y su impacto en la sociedad?
7. ¿En su opinión, cuál es el principal objetivo de la biotecnología como ciencia?
8. ¿Cuál es su opinión del desarrollo de la biotecnología en México?
9. ¿Qué se necesita para ser un biotecnólogo destacado en México?
10. ¿Qué proceso debe seguir una investigación para ser exitosa?
11. ¿Cuál cree usted es su principal labor como científico en el campo en el cual trabaja?

Preguntas relacionadas con la aplicación de la biotecnología dentro de la sociedad

12. ¿Cree que tiene algún compromiso social siendo biotecnólogo o considera que su compromiso es meramente con la ciencia?
13. ¿Cuál cree usted debiese ser la principal labor de un científico y de un biotecnólogo para el conocimiento y la sociedad a la cual pertenece?
14. ¿Qué procedimiento se debe seguir en su campo de investigación para ser reconocido por sus colegas como científico?
15. ¿Qué piensa del Sistema Nacional de Investigadores?, ¿pertenece a él?

16. ¿Cuántas publicaciones ha tenido a lo largo de su carrera? ¿En qué revista?
17. ¿Puede platicar acerca de la que considere su investigación más destacada o de la que más orgulloso se ha sentido?
18. ¿A lo largo de su carrera ha realizado alguna patente?
19. ¿La mayoría de sus investigaciones son financiadas por recursos de la universidad o por recursos privados?
20. ¿Usted como científico reconoce el conocimiento tradicional como válido?
21. ¿Cuál es su opinión acerca de los transgénicos? ¿en el caso especial del maíz?
22. ¿Considera que la biotecnología es una ciencia necesaria para el desarrollo de la sociedad?