



UNIVERSIDAD AUTÓNOMA METROPOLITANA, UNIDAD XOCHIMILCO
DIVISIÓN DE CIENCIAS SOCIALES Y HUMANIDADES
MAESTRÍA EN ECONOMÍA, GESTIÓN Y POLÍTICAS DE INNOVACIÓN

Integración de la Bioeconomía en las Políticas Públicas: El Sector Agrícola en Alemania y México

**Idónea Comunicación de Resultados para optar al grado de Maestra en Economía,
Gestión y Políticas de la Innovación presenta**

Anel Aranda Aguilar
Matrícula: 2143807169

Directores

Dra. Graciela Carrillo González
Dr. Marco Aurelio Jaso Sánchez

Ciudad de México a 10 de abril de 2017

A mi Santi, Arturo y Rafa

Muchas gracias a todas las personas que estuvieron involucradas en este trabajo. A todos los investigadores, compañeros y profesores que aportaron, discutieron y criticaron mi tema tan controvertido en el terreno académico y de interés actual.

Gracias a Arturo, por enseñarme a luchar por mis sueños, por mostrarme desde siempre que las cosas que valen la pena no son fáciles de conseguir y por motivarme a aprender cosas nuevas cada día: ¡Te amo por siempre papá! A mi siempre exigente y entregada mamá Rafa, por quererme desde el primer día de mi vida, por regañarme incansablemente durante todos estos años y por sus incontables noches de desvelo: ¡Eres lo más hermoso que la vida me permitió tener! A Marbeck por amarme y apoyarme durante 10 maravillosos años, por permitirme darme cuenta que nada es para siempre, que caerse duele pero hace que uno se levante con más fuerza: ¡Gracias a ti Flais porque ahora soy una persona más decidida y menos confiada! A mi hermoso y sentimental hijo Santiago, por mostrarme su amor infinito, por ser tan paciente mientras yo invertía el tiempo que le debí dedicar en escribir este trabajo. A mi hermano Eduardo y mi cuñada Tatis, por cuidar a mi hijo mientras yo estaba ausente, por ser los mejores padrinos para él y por estar siempre pendientes de nosotros. Finalmente, a toda mi familia Aguilar y Aranda por sus momentos de alegría y risas.

Agradezco también a Tania, Ciomara y Graciela (Q.E.P.D) por su infinita amistad, por escucharme, por ser parte esencial de mi día a día y amarme en el momento más triste de mi vida. Ustedes tres tienen un cachote en mi corazón.

A Andreas Pykas y Nicolas Vonortas por sus pláticas, enseñanzas y congresos, y por permitirme charlar, entrevistarlos y aprender de ellos. Y no menos importante agradezco a mis asesores Graciela y Marco por ser la guía en mis ideas, por exigirme tanta precisión en este trabajo terminal, por permitirme aprender tanto de ustedes y por ser unos investigadores tan informados, humanistas y cálidos.

ÍNDICE

INTRODUCCIÓN	5
Capítulo 1 BIOECONOMÍA: CONCEPTO, ANTECEDENTES Y ELEMENTOS	11
Concepto.....	11
Antecedentes	13
Retos de la Bioeconomía.....	16
Elementos	18
Biotecnología: Definiciones, características generales y generaciones.....	18
Capítulo 2 LAS POLÍTICAS DE CTI PARA LA BIOECONOMÍA EN EL MARCO DE LOS SISTEMAS DE INNOVACIÓN	22
Revoluciones Tecnológicas y Paradigmas Tecno-económicos	23
Revoluciones Tecnológicas y Paradigmas Tecno-económicos.....	23
Los Sistemas Nacionales de Innovación	25
Sistemas Sectoriales de Innovación y Producción	26
El Enfoque Sectorial de los Sistemas de Innovación	28
Las Políticas Públicas, las Políticas de CTI y las Políticas Agrícolas.....	30
Políticas Públicas.....	30
Política de CTI.....	30
Políticas Agrícolas	41
Capítulo 3 LA BIOECONOMÍA EN ALEMANIA.....	44
El Enfoque de la Bioeconomía en la Unión Europea	44
El contexto institucional para la Bioeconomía el Sector Agrícola en Alemania	46
Las políticas públicas en Alemania	46
El institucionalismo centrado en los actores.....	47
El análisis orientado al aprendizaje político	48
La Bioeconomía en Alemania	48
Condiciones para la Integración de un Sistema Sectorial de Innovación para la Bioeconomía.....	50
Estrategia Nacional de Políticas Bioeconómicas.....	50
Agricultura y silvicultura	52
Ejemplos de Bioeconomía	52
Capítulo 4 LA BIOECONOMÍA EN MÉXICO	59
El Enfoque de la Bioeconomía en México	60
El proyecto de Bioeconomía 2010	61
La Biotecnología en México	61
Dinámica de la Biotecnología en México	63
El Contexto Institucional para la Bioeconomía en el Sector Agrícola	65

Condiciones para la Integración de un Sistema Sectorial de Innovación para la Bioeconomía.....	66
Agricultura	67
Ejemplos	71
Capítulo 5 POSIBILIDADES DE LA BIOECONOMÍA EN ALEMANIA Y EN MÉXICO	74
Conclusiones Generales	77
Alcances.....	82
Capítulo 6 REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS	83
ANEXOS.....	88
Anexo 1: Mapa de las políticas Bioeconómicas en el Mundo	88
Anexo 2: Entrevista con la Dra. Marcela Amaro Rosales.....	89
Biografía	89
Entrevista	89

INTRODUCCIÓN

Actualmente los países enfrentan una amplia gama de retos ambientales, sociales y económicos que en las próximas dos décadas se agudizarán. Se espera que la población global aumente en un 12% al pasar de 7.4 mil millones en 2016 a 8.3 mil millones en 2030; en los Países Desarrollados (PD) el ingreso per cápita en promedio aumentará en un 57%, de \$ 5,900 USD en 2005 a \$ 8,600 USD. Ese aumento en los ingresos, incrementarán la demanda global por servicios de salud que incrementarán la calidad y duración de vida, así como la demanda por recursos naturales esenciales: comida, alimentación animal, ropa y casa, agua limpia, y energía. Con el fin de satisfacer la demanda futura, la oferta de recursos naturales tendrá que aumentar más rápidamente en el futuro que en el pasado (OCDE, 2009a, p. 22).

Sin embargo, al mismo tiempo que la demanda por los recursos naturales aumenta, la mayoría de los ecosistemas del mundo que permiten la vida de las sociedades humanas son sobreexplotados e insostenibles. Además el cambio climático podría exacerbar estos problemas ambientales afectando el suministro de agua creando sequías de manera más frecuente (OCDE, 2009a, p. 19).

La biotecnología¹ -herramienta primordial de la Bioeconomía- ha ofrecido soluciones tecnológicas para muchos de los problemas de salud y de escasez de recursos que enfrenta el mundo. Más aún, su aplicación en áreas como la producción primaria, la salud y la industria podrían resultar benéficas, al transformarse en una “bioeconomía”² emergente, donde la biotecnología contribuya a una participación significativa de los resultados económicos.

La áreas de la biotecnología donde puede darse la aplicación de las innovaciones tecnológicas son: la mejora del suministro y la sostenibilidad ambiental de los alimentos,

¹ La Biotecnología moderna es una actividad multidisciplinaria sustentada en el conocimiento de frontera que se desprende de distintas disciplinas, entre ellas: la biología molecular, la ingeniería bioquímica, la microbiología, la genómica y la inmunología (Amaro Rosales, 2013, p.21).

² El término “Bioeconomía” (BE) se refiere a un tipo de economía basada en el conocimiento, la innovación y la sustentabilidad (Hohenheim, 2015). La BE emergente es probable que sea global y guiada por los principios de desarrollo sustentable y la sustentabilidad ambiental.

la producción de fibra, la mejora de la calidad del agua, la energía renovable, la mejora de la salud de los animales y las personas, y el mantenimiento de la biodiversidad mediante la detección de especies invasoras. Sin embargo, las soluciones a los retos que plantea el cambio climático, la degradación de los ecosistemas, la pobreza y la salud pública mundial requerirán innovaciones en la gobernanza mundial, la política de innovación, los incentivos económicos, la interacción entre gobiernos³ y la organización de la actividad económica.

La revisión de las estrategias de política mundial para la aplicación del conocimiento generado en Bioeconomía (BE) revela que no existe tal cosa como “una única bioeconomía”, sino que cada país tiene su propia definición (Bioökonomierat, 2015, pp. 8-9). Por ello, la OCDE establece en su documento "La BE de 2030: El diseño de una agenda de política", una definición general de BE, además de una serie de metas alcanzables en materia de BE para 2030 en tres grandes áreas: el sector primario, salud y la industria. Dicho documento es únicamente la base para que cada país diseñe sus estrategias de BE con el conocimiento generado, las interacciones entre sus actores y sus políticas públicas actuales.

Los principales retos del siglo XXI incluyen el abastecimiento de alimentos y comida saludable para una creciente población mundial, el cambio climático y la pérdida de fertilidad del suelo y la biodiversidad. Uno de los mayores desafíos globales del siglo XXI en tiempos de cambio climático será el de sostener a una población mundial en crecimiento, tanto con alimentos suficientes y con materias primas renovables. Los retos son proporcionar una nutrición adecuada y saludable, asegurar recursos eficientes y suministros competitivos de energía y materias primas, la protección del clima y el medio ambiente para el desarrollo sostenible, y asumir la responsabilidad internacional y las oportunidades de la globalización.

Un enfoque prometedor para afrontar estos retos tiene el potencial de permitir la prosperidad económica con la compatibilidad ecológica y social, es el fortalecimiento de la BE basada en el conocimiento a través de la promoción estratégica de la investigación y la innovación (Federal Ministry of Education and Research, 2011, p. 5).

³ Incluyendo el nivel de cooperación internacional y la competitividad de las innovaciones tecnológicas

El contexto descrito con anterioridad permite plantear el objetivo de esta idónea comunicación de resultados, el cual es **identificar los instrumentos de política pública en el sector agrícola que permiten la incorporación de los objetivos de la Bioeconomía entre las prioridades nacionales**. Para cumplir con dicho objetivo, se exploraron los instrumentos tanto de la política agrícola como los de la política de ciencia y tecnología para Alemania y México. Asimismo, se analizó la horizontalidad de los programas para determinar el nivel de priorización que tiene la Bioeconomía en las agendas de ambos países.

De esta manera, se establece que la pregunta de investigación sea **¿de qué manera los instrumentos de política pública y de ciencia y tecnología están incorporando el conocimiento sobre Bioeconomía en ciencia y academia, desarrollo tecnológico y apoyos gubernamentales o empresariales realizados por Alemania y México?**

Los aspectos metodológicos utilizados para el alcance de los objetivos y la respuesta a la pregunta de investigación que se siguieron fueron por medio de un estudio de tipo exploratorio, principalmente porque el objetivo es examinar el tema de bioeconomía, un tema emergente de reciente interés en las agendas de distintos países. Este estudio exploratorio de la bioeconomía es un primer acercamiento a las políticas públicas de bioeconomía en Alemania y su aplicación en el sector agrícola establecido en la estrategia Nacional Bioeconómica 2030. Así como a las políticas públicas en México, su enfoque y los esfuerzos realizados en materia de BE.

La unidad de observación que se usó fue la política federal en el sector agrícola donde se utilizaron métodos de recolección de datos primarios y secundarios. Entre los métodos primarios, realicé una entrevista no estructurada a una investigadora en México, especialista en el sector agrícola. Entre los métodos secundarios, las publicaciones gubernamentales y no gubernamentales de política pública a nivel federal de Alemania y México, las publicaciones previas en materia de bioeconomía de la OCDE, de Eurostat, y las noticias recientes sobre Bioeconomía en ambos países de periódicos, revistas y redes sociales. Posteriormente, con la información recabada de ambos países construí tres mapas que ubicaron: país, sector, producto, actores y características del desarrollo en las

áreas de ciencia y academia, desarrollo tecnológico y apoyo empresarial/fondos gubernamentales.

Lo anterior me permitió estructurar un mapeo general de la incorporación en la agenda nacional de México y Alemania de la bioeconomía en el sector agrícola, lo que permitió identificar la aplicación que han hecho y las proyecciones para 2030 únicamente en la unidad de observación y los instrumentos de política pública que permitieron la aplicación del conocimiento generado en bioeconomía.

En este trabajo se encontró que el tema de la BE empieza a colocarse de una manera importante en el discurso y en la agenda internacional, sin embargo no existe una definición única sobre el concepto. A través de la exploración de los documentos sobre BE publicados por la OCDE, por el grupo europeo de BE y por los autores Staffas, Gustavsson y McCormick (2013) se lograron recopilar tres distintas definiciones de BE, mismas que permiten aproximarse a una conceptualización de las definiciones hechas por cada uno de los países.

A nivel internacional, se encontró la importancia que tiene la BE para el grupo G-7 y otros 30 países—incluidos México- (ver anexo 1). Las preguntas sobre qué es la BE, cuál es su importancia y qué alcances tiene, mismas que se convertirán en temas importantes para el debate en los años por venir. Algunos sectores de la BE han surgido y están creciendo, aunque todavía existen varias limitaciones importantes del futuro crecimiento en otros sectores.

En cuanto a las políticas públicas, se analizaron los elementos de la política agrícola y las políticas de CTI considerando tanto a los actores, como los distintos niveles de aplicación. Asimismo se describió el modelo de políticas públicas (agrícola y de CTI) contemporáneas en Alemania y México, con el objetivo de analizar la integración de la BE. Finalmente, con la información recabada sobre ambos países, se construyeron tres cuadros comparativos que ilustran el estado actual de los esfuerzos de ambos países hechos en ciencia y academia, desarrollo tecnológico y apoyo empresarial/gubernamental. La conclusión a la que se llega es que los instrumentos de política pública y de ciencia y tecnología están siendo incorporados en el conocimiento sobre Bioeconomía en ciencia y academia, desarrollo tecnológico y apoyos

gubernamentales o empresariales a través de la construcción de una definición de bioeconomía con base en su conocimiento sobre biotecnología. Además de la integración de los tres elementos que la conforman (biotecnología, transferencia y aplicación del conocimiento), la vinculación de sus actores, la estructura de sus instituciones y los apoyos a nivel federal y estatal que cada país determine.

En cuanto a la estructura de la tesis, el lector encontrará en el capítulo Uno la definición de la Bioeconomía contemporánea, los antecedentes y una introducción sobre la bioeconomía y biotecnología en la historia de la humanidad. En este capítulo se definieron los tres elementos necesarios para que exista la Bioeconomía: el conocimiento biotecnológico, el uso de la biomasa renovable y la integración entre el conocimiento y las aplicaciones de la biotecnología. Asimismo se presentaron los retos del siglo XXI para la Bioeconomía, mismos que serán determinantes en el diseño de las políticas públicas de los países.

En el capítulo Dos se realizó una revisión de la literatura sobre innovación, paradigmas tecno-económicos y sistemas de innovación de los autores más representativos, tales como Joseph A. Schumpeter, Thomas Kuhn, Carlota Pérez, Giovanni Dossi y Franco Malerba. Dicha revisión está hecha principalmente como una contribución para la apertura de nuevos caminos en el conocimiento y desarrollo económico de la BE y su aplicación concreta en los instrumentos de política pública de Alemania y México. Se analizan los elementos que aportan dichos autores para colocar a la BE como un elemento central en el paradigma que se viene construyendo hacia el siglo XXI.

En el capítulo Tres se describió la estrategia de bioeconomía en el sector primario para 2030 y el documento que plantea los factores del éxito de los países en la integración de la bioeconomía dentro de sus agendas de política pública. Igualmente, se describieron las políticas públicas, agrícola y de CTI en Alemania; se conceptualizó la reconfiguración de los sistemas nacionales de innovación en la República Federal Alemana y su estrategia nacional de políticas bioeconómicas. Además se presentan dos cuadros comparativos que consideraron la incorporación de la bioeconomía en ciencia y academia, desarrollo tecnológico y apoyo empresarial/gubernamental y se refuerza con una mapa de Alemania.

Esto se hizo con el objetivo de mostrar los avances en la aplicación de la BE a nivel federal y estatal.

En el capítulo Cuatro se analizó el contexto contemporáneo de las políticas públicas en México, se describieron las políticas agrícola y de CTI para analizar el grado de integración de la BE dentro de la agenda pública, y se analizó la dinámica de la biotecnología como instrumento central en la construcción de una definición de la BE. Asimismo, se presentan unos cuadros comparativos que consideraron la incorporación de la bioeconomía en tres distintas áreas: ciencia y academia, desarrollo tecnológico y apoyo empresarial/gubernamental. Esto último con el objetivo de mostrar los avances en la aplicación de la BT y el grado de integración de la BE a nivel federal y local.

En el capítulo Cinco se presentan las conclusiones finales con la información recabada de ambos países, así como también se reconocen los alcances que tuvo esta investigación.

Capítulo 1 BIOECONOMÍA: CONCEPTO, ANTECEDENTES Y ELEMENTOS

Concepto

Los términos de Bioeconomía Basada en el Conocimiento (KBE) y Bioeconomía (BE), durante los últimos años, han sido utilizados y discutidos cada vez con más frecuencia. De hecho, el número de artículos científicos publicados por año que incluyen "bioeconomía", "bioeconomía basada en el conocimiento" o "economía verde" en sus títulos, los resúmenes o palabras clave se ha incrementado notablemente. Pasando de 15,000 artículos en 2004 a casi 40,000 en 2014 de acuerdo con cifras de Scopus⁴.

En el debate actual, hay algunas diferencias en la forma en que se utilizan los términos KBE y BE. Con el fin de clarificar ambos conceptos tomaré en cuenta las definiciones de Urmetzer y Pyka (2014), los cuales señalan que la KBE debe contar con la creación y difusión de nuevos conocimientos como base para la innovación y el cambio de comportamiento en varios niveles; y que, en el debate actual, la BE requiere una transición socio-económico fundamental y debe comprender los cambios en la tecnología, así como en los mercados, las prácticas de los usuarios, la política, la cultura y las instituciones. Sin embargo, en este documento, los dos términos se utilizarán indistintamente debido a que ambos se refieren a la utilización de los recursos biológicos en la economía.

Una definición de BE la da la Organización para la Cooperación y Desarrollo Económico (OCDE) y se refiere a "la transformación del conocimiento de ciencias de la vida en productos nuevos, sustentables, eco-eficientes y competitivos (Staffas, Gustavsson, & McCormick, 2013, pp. 5-6)". Otra definición la obtenemos del Grupo Europeo de BE, el cual la define como "La BE incluye la producción y el uso de los recursos biológicos renovables, así como las actividades económicas, tanto dentro como entre los países, en relación con la invención, desarrollo, producción y uso de productos y procesos biológicos. Esto incluye la producción de alimentos y cultivos agrícolas no alimenticios, y los procesos tecnológicos que los convierten en alimentos, productos de origen biológico,

⁴ La mayor base de datos bibliográfica, de resúmenes y citas de artículos de revistas científicas.

los biocombustibles y la bioenergía”. Más específicamente, la BE encapsula numerosos sectores: la agricultura, la silvicultura, la pesca, la construcción, procesamiento de alimentos, la pulpa y el papel, la biotecnología, la tecnología del medio ambiente, los productos industriales, textiles, productos químicos y farmacéuticos, y el reciclaje y la recolección de residuos (Transnational Institute, 2015, p. 5).

Una definición más de BE es del Consejo Alemán de Bioeconomía (2010) y dice que “la Bioeconomía es la producción y la utilización de los recursos biológicos, el conocimiento y la tecnología y la inteligencia biológica con el fin de suministrar productos, procedimientos y servicios a todos los sectores económicos en el marco de un sistema económico sostenible”

La BE se considera como un mundo donde la biotecnología contribuye a una parte significativa de la producción económica. La BE emergente es probable que sea global y guiada por los principios de desarrollo sustentable y sustentabilidad ambiental.

De acuerdo con la OCDE la BE⁵ implica tres elementos: el conocimiento biotecnológico, el uso de la biomasa renovable, y la integración entre el conocimiento y las aplicaciones:

- a) El conocimiento biotecnológico se encarga de desarrollar nuevos procesos para la producción de una amplia gama de productos, incluyendo productos biofarmacéuticos, vacunas recombinantes, nuevas variedades de plantas y animales y enzimas industriales. Este conocimiento incluye una comprensión de ADN, ARN, proteínas y enzimas en el nivel molecular; de formas de manipular las células, tejidos, órganos u organismos enteros; y de la bioinformática para el análisis de genomas y proteínas (NZ MoRST, 2005). El desarrollo de este conocimiento requiere esfuerzos intensivos en I + D e innovación.
- b) El uso de la biomasa renovable y bioprocesos eficientes se encarga de lograr una producción sostenible. La biomasa renovable se puede obtener a partir de fuentes primarias como los cultivos de alimentos, hierbas, árboles, algas marinas, residuos domésticos, industriales y agrícolas. Los bioprocesos pueden convertir estos materiales en una gama de productos, incluyendo papel, biocombustibles, plásticos y productos químicos industriales.

⁵ De aquí en adelante, los términos “BE y KBB” serán sinónimos.

- c) La integración entre el conocimiento y las aplicaciones está basado en los campos de aplicación de la biotecnología: la producción primaria, la salud y la industria. La producción primaria incluye todos los recursos naturales vivos, como los bosques, cultivos de plantas, animales de granja, insectos, peces y otros recursos marinos. Las aplicaciones de salud incluyen productos farmacéuticos, diagnóstico, nutracéuticos y algunos dispositivos médicos. Las aplicaciones industriales cubren los productos químicos, plásticos, enzimas, minería, pulpa y papel, los biocombustibles, y las aplicaciones ambientales como la biorremediación para limpiar suelos contaminados (OCDE, 2009a, p. 23).

Antecedentes

Desde su aparición en la Tierra, el ser humano ha buscado “bienestar” por medio de la satisfacción de sus necesidades; así pasó de nómada a sedentario, a formar sociedades más complejas, de la recolección esporádica de plantas a la agricultura. En fin, el objetivo primario de ese cambio en su estilo de vida es satisfacer sus necesidades, sin embargo, cada día nos hemos vuelto más exigentes: exigimos aire limpio, alimentos libres de conservadores, casas con jardines y fuera de las ciudades, ríos limpios con enormes cantidades de peces, granjas donde no haya sufrimiento animal, huertos, flores, campos con cereales, alimentos libres de químicos, y un sin fin de cosas “naturales”. Pero, ¿cómo llegamos a exigir dichas cosas?, ¿en qué momento pasamos de comer lo que teníamos a nuestro alcance y nos volvimos más exigentes?, ¿qué nos llevó a tener alimentos transgénicos? y ¿qué nos está llevando de vuelta a lo orgánico, verde o natural?

Desde 1985 -de acuerdo con Rachel Carson en su libro *La Primavera Silenciosa* de 1962- durante los últimos 25 años, los humanos hemos explotado y sobreexplotado nuestros recursos naturales, hemos explotado la Tierra, hemos cambiado su orografía, su hidrografía, su clima y todo aquello en lo que sentimos que ejercer nuestro poder y aplicar nuestros conocimientos es necesario. Hemos tenido tanto impacto sobre ella que las consecuencias no se han hecho esperar, ahora tenemos contaminación del aire, de la tierra, de los ríos y del mar. Hemos liberado sustancias tóxicas sobre ellos, y repararlo no

será tan fácil. Como dijo Albert Schweitzer: "El hombre difícilmente puede reconocer los daños de su propia obra" (Carson, 1962, p. 2).

Desde mediados de 1940, cuando los humanos comenzamos a aniquilar a las plagas de nuestras cosechas se han creado más de 200 productos para matarlos, éstos se han vendido por décadas bajo distintos nombres (Carson, 1962) Esto ha provocado no solo contaminación del aire, de la tierra y de nuestros alimentos, sino también una guerra para evitar su uso, creando una espiral vorágine de más productos para contrarrestar los efectos de los anteriores. Así hemos pasado de los productos químicos creados en laboratorio para aniquilar a productos químicos para contrarrestar los efectos de los anteriores, a productos para alterar los gérmenes hereditarios de los que depende el porvenir de la especie.

Los humanos del presente aún no podemos comprender qué nos llevo a las consecuencias que estamos viviendo, todos nosotros hablamos de lo orgánico, de lo verde, de lo natural, de lo bio, sin darnos cuenta que nuestro día a día está lleno de satisfacción de necesidades que no coinciden con lo que decimos sobre nuestro bienestar. Por primera vez en la historia, los humanos estamos en contacto diario con peligrosos productos químicos, desde que nacemos hasta que morimos. Estos están distribuidos por todas partes y dentro de cualquier organismo, y deshacernos de ellos nos ha traídos consecuencias peores: más creación de nuevos productos químicos, enfermedades antes inexistentes, transmisión de enfermedades de la madre al hijo, alimentos transgénicos, etc.

Desde 1960 una vez que los ambientalistas identifican los efectos de los organismos transgénicos surge la discusión de los conceptos "verde, natural, orgánico, básico, bio" y del efecto precautorio discutido por Funtowicz en 1992 (Carson, 1962). Además se ha comenzado la discusión de los conceptos, se analizan las consecuencias de nuestro estilo de vida acelerado y exigente de más de cuatro décadas, pero sobre todo en el mundo entero se ha comenzado a controlar los efectos perjudiciales del uso de sustancias químicas para plantear soluciones paulatinas que nos lleven a contrarrestar lo que hemos hecho a nuestros recursos y a nosotros mismos.

Actualmente, dichas discusiones entre distintos expertos nos han llevado al abordaje de los verde y lo ambiental, donde la base fundamental es la biotecnología. Además, algunos expertos en ciencias como los economistas, los biólogos, los químicos, entre otros, no están del todo de acuerdo con los argumentos de los ambientalistas y ecologistas. Sin embargo, un punto en común entre los actores participantes de estas discusiones es que las sustancias que han impactado en nuestras vidas giran en torno al conocimiento generado en biotecnología. Por ello, en este documento se aborda dicho conocimiento como uno de los tres pilares para el surgimiento de un concepto aún más amplio como los es la bioeconomía.

De la discusión anterior surge la BE moderna, la cual tiene sus orígenes en los primeros usos comerciales de microorganismos recombinantes a principios de 1980. Desde entonces, un número creciente de productos y procesos en la producción primaria, la salud, y la industria se han producido a través de una creciente gama de biotecnologías (OECD, 2009c, p. 286).

Desde los orígenes del conocimiento biotecnológico moderno en la década de 1970 con la investigación sobre el ADN recombinante y anticuerpos monoclonales, ha habido un creciente interés en el desarrollo de una industria de la biotecnología. Se han realizado numerosos estudios para medir a la industria de la biotecnología, mientras que también se ha derramado energía en la promoción de iniciativas de políticas que buscan sacar provecho de nuevos conocimientos biotecnológicos.

A partir del inicio del siglo XXI en los discursos políticos de la OCDE y la Comisión Europea (CE), la biotecnología moderna y las ciencias de la vida están representadas como una bioeconomía emergente en la que el valor latente de los materiales biológicos y productos ofrece la oportunidad para el crecimiento económico sostenible (Birch & Tyfield, 2012, p. 299). Esta articulación de la biotecnología moderna y el desarrollo económico es un campo académico emergente ha producido numerosos "bio-conceptos", tales como bioenergía, biopolíticas y la misma bioeconomía.

Retos de la Bioeconomía

Los principales retos del siglo XXI incluyen el abastecimiento de alimentos y comida saludable para una creciente población mundial, el cambio climático y la pérdida de fertilidad del suelo y la biodiversidad. La BE basada en el conocimiento, también conocida como una BBE ofrece la oportunidad para hacer una contribución importante a dominar estos retos y al mismo tiempo para avanzar en la transición de una economía principalmente en el uso de materias primas de origen fósil a una economía basada en recursos renovables y eficientes en términos de materias primas (Federal Ministry of Food and Agriculture (BMEL), 2014, p. 8).

Uno de los mayores desafíos globales del siglo XXI en tiempos de cambio climático será el de sostener a una población mundial en crecimiento, tanto con alimentos suficientes y con materias primas renovables. Los retos son:

a) Proporcionar una nutrición adecuada y saludable

Se espera que la población mundial crezca a más de 9,5 millones de personas en 2050. Este crecimiento combinado con los cambios en las preferencias del consumidor serán, un desafío crítico en el futuro. Junto con lo anterior, las tierras cultivables disponibles en mundo están disminuyendo como resultado de la degradación del suelo y la expansión de las zonas residenciales, y el cambio climático exacerbará esta pérdida de superficie. Además en los países industrializados, la frecuencia de las enfermedades relacionadas con la nutrición -obesidad, diabetes, alergias, enfermedades cardíacas y vasculares, por ejemplo- están aumentando, haciendo mayores los costos para el sistema de salud.

b) Asegurar recursos eficientes y suministros competitivos de energía y materias primas.

La naturaleza finita de los recursos fósiles y el incremento relacionado en los precios significa que la demanda de las energías renovables y de materias primas irá en aumento. De todas las diversas fuentes de energía renovable, la bioenergía ha tenido hasta la fecha la mayor contribución a la electricidad, el calor y los combustibles. La biomasa también representa la única fuente de carbono renovable para su uso como una materia prima industrial. Además, los recursos biológicos tienen una gran reserva de

materiales naturales para fines industriales, que pueden ser producidos utilizando recursos limitados.

c) La protección del clima y el medio ambiente para el desarrollo sostenible.

El desafío radica en el empleo de efectivo y una producción agrícola adaptada que coloca una carga mínima en el aire, el suelo y el agua, el clima y los ecosistemas, para promover la diversidad biológica, y hacer un uso responsable de los recursos limitados, tales como el suelo, el agua y los nutrientes. Al mismo tiempo, la producción agrícola se ve afectada tanto por el cambio climático, además de ser un emisor de gases de efecto invernadero. El uso eficiente y ahorrador de los recursos naturales y su utilización sostenible -sin poner en peligro el sustento de generaciones-, son tareas urgentes para asegurar una alimentación suficiente para todas las personas.

d) Asumir la responsabilidad internacional y las oportunidades de la globalización.

El suministro de alimentos, energía y recursos, y la protección del clima y el medio ambiente son de interés nacional y un compromiso global. Hacer uso adecuado del progreso tecnológico es una obligación de la ciencia y la industria en igual medida. Para las empresas, los productos y los procedimientos innovadores proporcionan una oportunidad para el liderazgo tecnológico y la posibilidad de ayudar a dar forma a la transición necesaria para producción sostenible. Por otra parte, esta transición representa una oportunidad de beneficiarse de las asociaciones internacionales y los mercados de crecimiento debido a que el enfoque basado en el conocimiento y soluciones orientadas al mercado aumentan la competitividad de las economías mundiales (Federal Ministry of Education and Research, 2011, p. 4).

Los desafíos del siglo XXI nos muestran que, con la disminución de las tierras cultivables, mayores cantidades de biomasa tendrán que ser producidas de una manera competitiva y sostenible. Bajo esta premisa, será importante encontrar soluciones sistémicas, eficientes e integrales.

Un enfoque prometedor para este cambio estructural, que tiene el potencial de permitir la prosperidad económica con la compatibilidad ecológica y social, es el fortalecimiento de la

BE basada en el conocimiento a través de la promoción estratégica de la investigación y la innovación (Federal Ministry of Education and Research, 2011, p. 5).

Elementos

Autores como Carlota Pérez (2009, p. 143) y organismos internacionales como la Organización para la Cooperación y el Desarrollo Económico (OCDE) y la Comisión Económica para América Latina y el Caribe (CEPAL) han sido enfáticos en considerar a la biotecnología como parte de un conjunto de tecnologías emergentes.

En el capítulo sobre bioeconomía se profundizó el hecho de que de acuerdo con la OCDE la BE⁶ implica tres elementos. El primero de ellos es el conocimiento biotecnológico, el cual se encarga de desarrollar nuevos procesos para la producción de una amplia gama de productos, incluyendo productos biofarmacéuticos, vacunas recombinantes, nuevas variedades de plantas y animales y enzimas industriales. El segundo es el uso de la biomasa renovable y bioprocesos eficientes, los cuales se encargan de lograr una producción sostenible. El tercero es la integración entre el conocimiento y las aplicaciones, el cual está basado en los campos de aplicación de la biotecnología: la producción primaria, la salud y la industria (OCDE, 2009a, p. 23).

Biotechnología: Definiciones, características generales y generaciones

De los tres elementos anteriores de la BE se desprende la biotecnología, la cual es vista como una actividad multidisciplinaria resultado de la convergencia de las áreas que estudian los sistemas biológicos (microbios, plantas y animales). Entre estas disciplinas se encuentran: la biología molecular, la ingeniería bioquímica, la microbiología, la genómica y la inmunología.

La definición más general sobre Biotecnología, construida por Bolivar et al en 2002, indica que es el conjunto de técnicas que utilizan organismos o sustancias vivos para elaborar o modificar un producto, mejorar plantas o animales y desarrollar microorganismos para el uso específico del hombre. Asimismo, la biotecnología busca hacer un uso responsable y sustentable de la biodiversidad, mediante el desarrollo de tecnología eficaz, limpia y

⁶ De aquí en adelante, los términos “BE y KBB” serán sinónimos.

competitiva para facilitar la solución de problemas importantes en los sectores de la salud, agropecuario, industrial y medio ambiente (OCDE, 2009a, p. 23).

Existen dos clases de biotecnología: la tradicional y la moderna. La primera busca el empleo de organismos para la obtención de un producto útil en la industria; la moderna es la que emplea técnicas de ingeniería genética.

La importancia de la biotecnología se basa en que no es una actividad actual, sino que tiene una larga historia detrás de ella. La biotecnología ha sido importante desde la aparición de la humanidad en la Tierra. Por la importancia histórica, la biotecnología se divide en tres etapas. La primera etapa es la empírica, la cual nace con el establecimiento de las sociedades humanas, surge como la necesidad de desarrollar organismos para la alimentación, la industria y la expansión territorial; los eventos importantes en esta etapa fueron la domesticación de plantas y animales, el inicio en el desarrollo de la agricultura, la producción de bebidas alcohólicas y productos fermentados, la destilación de bebidas alcohólicas a partir de grano fermentado, la producción de lácteos y el descubrimiento del mundo microbiano utilizando microscopios. La segunda etapa es la de transición, la cual presenta la intervención de la ciencia y la técnica en el desarrollo de las industrias biotecnológicas a grandes imperios; los eventos importantes en esta etapa es el establecimiento de la base científicas de la biotecnología, el proceso de pasteurización, el desarrollo de vacunas y la postulación de las leyes de la herencia. La última etapa es la moderna, la cual se da por la conjunción de situaciones relevantes; la primera es la biología molecular en los años cincuenta, en esta situación se descubre la estructura del ADN y los mecanismos para traducir la información genética que se localiza en él; la segunda situación es que la ciencia se transforma en multidisciplinaria; los eventos importantes en esta etapa es el aislamiento del ADN por primera vez, la demostración de que los genes se hallan en los cromosomas, el descubrimiento de la penicilina, el desciframiento del código genético, el desarrollo de las técnicas de clonación del ADN y la formación de la primera compañía de ingeniería genética (Genentech) (García Fernández, 1994).

A pesar de que los avances en la biotecnología han permitido grandes avances en la ciencia y tecnología en las áreas de salud humana, agropecuaria, industrial, vegetal y alimento el problema actual es que la población crece mucho más rápido que el alimento.

Por todo lo anterior es que surge la inquietud de analizar la aplicación de la biotecnología en el sector agropecuario. En este sentido encontramos que su aplicación se da principalmente en el desarrollo de cereales resistentes a plagas, el desarrollo de animales resistentes a enfermedades y el desarrollo de plantas que funcionen como pesticidas. De manera más específica se tiene que en el campo agropecuario, la biotecnología tradicional ha ayudado a la domesticación de plantas agrícolas, la diversidad de las plantas y la genéticas para la selección y cruzamiento con el objetivo de satisfacer las necesidades humanas; en la biotecnología moderna ha ofrecido alterar o modificar las propiedades genéticas de los organismos con los cultivos transgénicos como soya, algodón, tabaco, papa y maíz (García Fernández, 1994).

La importancia de la Biotecnología, de acuerdo Jaffé y Trigo en 1993 –citados por (García Fernández, 1994)-, en el plano económico reside en el desarrollo de nuevos productos, en las posibilidades de manipulación de organismos y en sus productos, lo que permite diseñar procesos más eficientes en cuanto al uso de energía y materias primas y en el florecimiento de nuevos patrones de producción sostenibles.

La Biotecnología también se puede clasificar de acuerdo al área de aplicación con el cual se relacione. Existen tres tipos de Biotecnología:

- a. Roja: relacionada con la biomedicina, la actividad médica y con el estudio y aplicación de Biotecnología a la salud humana y animal
- b. Verde: relacionada con las aplicaciones a la producción agrícola
- c. Blanca: relacionada con las aplicaciones industriales (producción de microorganismos, fermentaciones, especialidades químicas y biotransformaciones) (Amaro, 2013, pp. 92-94)

Considerando la historia de la biotecnología y las generaciones se puede decir que el desarrollo en algunos de los campos en el subsector agrícola son las plantas genéticas con los OGM, en donde cada una de sus células llevan fragmentos de ADN; el

fitomejoramiento, la cual a través de la transformación genética pretende acelerar el crecimiento y vigor de las líneas homogéneas libres de virus y patógenos; y el desarrollo de biopesticidas y control biológico, con las feromonas, las hormonas y la bacteria *Bacillus thuringiensis* (García Fernández, 1994).

En este trabajo terminal de maestría el foco fue las aplicaciones de la biotecnología como una expresión fundamental de la BE, las cuales se investigaron principalmente para el área de la agricultura, misma que se da en el desarrollo de cultivos para los vegetales y biocombustibles, y en el uso de plantas en la biotecnología vegetal.

Capítulo 2 LAS POLÍTICAS DE CTI PARA LA BIOECONOMÍA EN EL MARCO DE LOS SISTEMAS DE INNOVACIÓN

En el mundo se han experimentado ciclos de estabilidad y/o crecimiento económico con la presencia de crisis recurrentes cada 50 años. Desde la perspectiva de autores como Pérez, C. (Pérez, 2004, pp. 32-33), las crisis tienen un papel central en la difusión de las llamadas revoluciones tecnológicas, lo que representa un salto “cuántico” en la potencial productividad para la totalidad o la mayor parte de la economía. Este patrón de onda larga sirve para definir una reestructuración socio-institucional nacional e internacional como antesala para la transición hacia un nuevo paradigma tecno económico, constituido por nuevos paradigmas tecnológicos.

El período actual (primeras décadas del siglo XXI) es una de esas transiciones (Pérez, 2004, pp. 33-38). Esto significa que el presente, es el período de creación de esas condiciones futuras y todos los actores sociales pueden y deben tomar parte activa en ese complejo proceso. Cuanto más profunda es la comprensión de las potencialidades y limitaciones de un "Paradigma tecnológico", mayor es la posibilidad de darle forma imaginativa y efectiva a través de acciones innovadoras en los ámbitos sociales e institucionales.

Al mismo tiempo que los economistas se preocupan por el desarrollo económico, los políticos y científicos buscan entender las diferencias en la organización de los distintos países. Los sistemas nacionales de innovación (SNI) ocupan un lugar central en las investigaciones y en la toma de decisiones que define el modelo económico propio de cada país. Por ello, resulta necesario entender cómo los países conforman sus sistemas de innovación, crean sus políticas públicas, diseñan sus instrumentos y aplican estos conocimiento en beneficio de sus habitantes. Más aún, el interés principal en este trabajo terminal radicó en explorar hasta que punto la BE se incorpora ya como un área prioritaria en atención a los problemas actuales que enfrentan los países.

En este capítulo se realiza una revisión de literatura sobre innovación, paradigmas tecno-económicos y sistemas de innovación de los autores como Joseph A. Schumpeter, Thomas Kuhn, Carlota Pérez, Giovanni Dossi y Franco Malerba, hecha principalmente

como una contribución para la apertura de nuevos caminos en el conocimiento y desarrollo de la BE y su aplicación concreta en los instrumentos de política pública.

Revoluciones Tecnológicas y Paradigmas Tecno-económicos

Revoluciones Tecnológicas y Paradigmas Tecno-económicos

Los enfoques tradicionales orientados al equilibrio que consideran mecánicas clásicas en ocasiones resultan insuficientes. En este sentido, Joseph Alois Schumpeter (1883-1950)⁷ anticipó que las variables económicas están en un proceso de cambio permanente. Schumpeter estableció que los procesos de desarrollo menores continuos son interrumpidos de vez en cuando por los grandes cambios discontinuo y que los factores importantes que conducen a desequilibrios tienen que ser considerados (Hanusch & Pyka, 2007).

A lo anterior se le considera como una revolución tecnológica, la cual se define como un conjunto de tecnologías, productos e industrias nuevas y dinámicas, capaces de sacudir los cimientos de la economía y de impulsar una oleada de desarrollo de largo plazo. Una Revolución Tecnológica es una constelación de innovaciones técnicas interrelacionadas, la cual suele incluir un insumo de bajo costo con un uso generalizado —como una fuente de energía o un material crucial—; nuevos productos, procesos, y/o una nueva infraestructura (Urmetzer & Pyka, 2014)

El principal vehículo de difusión de las ‘herramientas’ duras, blandas e ideológicas, cuyo conjunto modifica la frontera de óptima práctica para todos, se denomina ‘paradigma tecno-económico’⁸. Recordemos que cada transformación tecnológica trae consigo un

⁷ Uno de los primeros autores en destacar la importancia del papel de la innovación. En su libro "Teoría del Desarrollo Económico" (1912) no sólo describe el desarrollo económico como la interrupción del flujo circular normal causado por la introducción de novedades, sino que describe al empresario como el actor económico que comienza el desarrollo económico. En su siguiente libro "Capitalismo, Socialismo y Democracia" (1942) actualiza sus ideas considerando a los departamentos de las firmas industriales de I+D, donde la innovación se convierte en una ocupación de rutina (Hanusch & Pyka, 2007, p.4)

⁸Pérez (1985) y Freeman y Pérez (1988). El término ‘paradigma tecnológico’, como analogía kuhniana en el área del cambio técnico, fue usado por primera vez en 1972 por Ron Johnston, el cual aportó el concepto de “technological paradigm” (Johnston, 1972, p.122). Posteriormente el término fue retomado por Giovanni

importante cambio en la estructura de precios relativos, guiando a los agentes económicos hacia el uso intensivo de los nuevos insumos asociados a tecnologías más poderosas, a esto se le conoce como la *óptima práctica económica*. Esta “óptima práctica” es un ‘paradigma’ en el sentido kuhniano (Kuhn, 1962) debido a que define el modelo y el terreno de las prácticas innovadoras ‘normales’, prometiendo el éxito a quienes sigan los principios encarnados en las industrias núcleo. Entonces, cada revolución tecnológica, es una explosión de nuevos productos, industrias e infraestructuras, la cual conduce gradualmente al surgimiento de un nuevo paradigma tecno-económico capaz de guiar a los empresarios, gerentes, innovadores, inversionistas y consumidores, tanto en sus decisiones individuales como en su interacción, durante todo el período de propagación de ese conjunto de tecnologías (Pérez, 2004, pp. 32-35).

La comparación de las diferentes economías políticas ha ocupado a estudiosos y expertos en política durante muchos años. Los políticos y científicos tratan de comprender cómo las diferencias en la organización de los sistemas nacionales son responsables de ciertos resultados económicos y por qué un cierto tipo de modelo proporciona el éxito económico. Varios marcos teóricos se han aplicado para el análisis comparativo entre naciones, uno de ellos es el concepto de sistemas nacionales de innovación (SNI) (Bengt-Ake, 1992) (Pavitt, 1992, p. 317). El supuesto básico del enfoque de SNI es que las instituciones promueven directamente la adquisición y difusión de nuevos conocimientos dentro de un sistema socioeconómico (Bengt-Ake, 1992). De acuerdo con Freeman (2002, p. 194) dentro de este sistema, “influencias políticas y culturales así como la política económica ayudan a determinar la magnitud, dirección y el éxito relativo de la innovación”.

Dosi en 1982 para referirse a la lógica conductora de la trayectoria de tecnologías, productos e industrias individuales. La autora (Pérez, 1985) propuso usar el concepto con un sentido ‘tecno-económico’ y organicidad más incluyente para representar una suerte de metaparadigma, el cual abarcaría los principios fundamentales compartidos por todas las trayectorias individuales de un período. Actualmente el término paradigma está siendo ampliamente usado con un sentido poco preciso, para representar una ‘idea fija’ acerca de algo (Pérez, 2004).

En este sentido, el marco de los SNI⁹ ha sido la base para muchos trabajos teóricos así como para varios estudios empíricos y ha sido objeto de perfeccionamiento durante las últimas dos décadas. Tales estudios comparativos han sido sometidos al nivel de las economías nacionales, metiendo a cada país a una propia estructura, lo que hace que las diferencias entre los SNI dependan la trayectoria propia y sea imposible una única solución política para un problema común.

Además el papel de los SNI en un proceso de transición hacia un nuevo paradigma es determinante en el rol de los actores y sus vinculaciones, y el de los innovadores pioneros, los primeros seguidores y seguidores tardíos en cada sistema.

Los Sistemas Nacionales de Innovación

El propósito de que los países creen un Sistema Nacional de Innovación es crear una red de relaciones entre los agentes involucrados en la innovación. Para ello, cada país crea un Sistema de Innovación¹⁰ (SNI) con el objetivo de tener distintos actores, instituciones y organismos que “conversen entre sí” y diseñen políticas de innovación no solo que reactiven la economía del país, sino que influyan positivamente en el cambio técnico. La política de innovación incluye elementos de política de I+D, política tecnológica, política de infraestructura, política regional y política educativa (Edquist, 2002). Uno de los aspectos importantes cuando se habla de diseño de políticas se relaciona con el modelo de políticas que se utilizará, el tipo de instrumentos que se utilizarán y el rol de sus creadores y participantes.

⁹ Un sistema nacional de innovación son las interacciones entre diferentes agentes. La mayor parte de las definiciones consideran que un SNI engloba al conjunto de agentes e instituciones vinculados a la actividad innovadora en las fronteras nacionales, y las articulaciones que se establecen entre los mismos. (Lundvall B.-A. , 2007)

¹⁰ El reconocimiento de que la innovación depende de las interacciones entre distintos agentes dio lugar al concepto de “Sistema nacional de innovación (SNI). Este enfoque, introducido por Freeman (1987), Lundvall (1992) y Nelson (1993), se ha extendido alrededor del mundo. El concepto representa un marco conceptual para entender los procesos de innovación y es utilizado ampliamente por expertos de diversas disciplinas, organismos internacionales y formuladores de políticas como una guía en el diseño y la implementación de las políticas de ciencia, tecnología e innovación (PCTI) dentro de diferentes contextos nacionales (citado en Dutrénit, Capdevielle, Corona Alcantar, Puchet Anyul, Santiago, & O. Vera-Cruz, 2010, p. 63).

La literatura reciente sobre el cambio técnico y la innovación identifica dos principales conceptos de los sistemas de innovación. Por un lado tenemos los SNI, los cuales toman los límites geográficos como dados, hay variedad de los actores que lo involucran - empresas, universidades, las escuelas profesionales institutos públicos de investigación y el gobierno- y los vínculos entre ellos. Las fronteras nacionales implican: identificación de actores que comparten una cultura en común, historia, lenguaje, instituciones sociales y políticas. Hay un mayor énfasis en el papel del estado.

Una de las implicaciones de los SNI en los distintos países es que se concibe a la innovación como un proceso acumulativo, social e institucionalizado, donde cada país crea su propio SNI para abordar la problemática de innovación de manera sistémica, atribuida al contexto nacional, con cierto grado de aprendizaje y donde la difusión de la tecnología es un proceso necesario. Estas características hacen que cada país sea responsable de la creación de su SNI, considerando su contexto nacional y regional cuyos actores permiten o no crear redes de interacción.

Sistemas Sectoriales de Innovación y Producción

Los SNI pueden acotarse y verse desde un punto de vista sectorial¹¹. Los sistemas sectoriales tienen una base de conocimientos específicos, tecnologías, insumos y demanda. Los agentes son individuos y organizaciones en los distintos niveles de agregación, que interactúan a través de procesos como la comunicación, el intercambio, la cooperación, la competencia y mando; interacciones que están conformadas por las instituciones. Un sistema sectorial sufre cambios y transformaciones a través de la coevolución de sus diferentes elementos con el objetivo de adaptarse a su contexto institucional, social, económico, cultural, geográfico entre otros.

El análisis sectorial proporciona un nivel clave para los estudios de distintas disciplinas y considera dos tradiciones principales. La primera proviene de la literatura de la economía industrial. La estructura de Conducta-Tradición-Rendimiento, el enfoque de los costos de transacción, los modelos de costos hundidos, los modelos teóricos de los juegos de

¹¹ Un sistema sectorial es el conjunto de productos y de agentes que llevan a cabo en un mercado y no-mercado interacciones para la creación, producción y venta de productos.

estratégica, la interacción y la cooperación y el estudio econométrico de la industria, han hecho hincapié en las diferencias entre los sectores industriales en los contextos en los que los agentes económicos actúan. La mayoría de estos enfoques han considerado los límites sectoriales como estáticos y delimitados en términos de la similitud en las técnicas o de la demanda. A veces, la interdependencia estratégica se ha añadido como otro criterio para la delimitación de sectores. Estos estudios en la tradición de la economía industrial han examinado la estructura de los sectores en los términos de la concentración, la integración vertical y la diversificación. La dinámica de los sectores en términos de técnica del progreso, la entrada, el crecimiento de las empresas y así sucesivamente; la interacción entre las empresas en términos de comportamiento estratégico. Aunque se ha tenido avances significativos en esta tendencia no se ha hecho énfasis en la función de las organizaciones no empresariales, en los procesos de aprendizaje y construcción de conocimiento, así como en la transformación de las fronteras de los sectores, los productos y estructuras de los agentes.

La segunda tradición, es más heterogénea, ecléctica y dispersa, debido a que la mayor parte de los estudios de caso sectoriales se centran en una sola dimensión (por ejemplo, la innovación, las competencias de las empresas o la estructura de la producción). Como consecuencia, la posibilidad de contar con análisis integrados y consistentes de los sectores sigue siendo limitada.

La tercera tradición es el enfoque de los SNI que considera a la innovación como un proceso interactivo entre una amplia variedad de actores. En el proceso de innovación las firmas interactúan con otras firmas tan bien como otras organizaciones como las universidades, centros de investigación, instituciones financieras, agencias del gobierno.

La teoría evolucionista provee un amplio marco teórico para el concepto de sistemas sectoriales de innovación y producción. Aprendizaje y conocimiento son elementos clave en el campo del sistema económico. El aprendizaje, el conocimiento y el comportamiento implica la heterogeneidad de los agentes en la experiencia, las competencias y la organización y su desempeño diferencial persistente.

Para la teoría evolutiva el entorno y las condiciones en las cuales los agentes operan pueden diferir drásticamente. La teoría evolutiva subraya las principales diferencias en las

oportunidades de las condiciones relacionadas con la ciencia y las tecnologías. El aprendizaje, el comportamiento y las capacidades de los agentes es limitada y están "limitadas" por la tecnología, la base de conocimientos y el contexto institucional en el que actúan las empresas. Las empresas heterogéneas enfrentan tecnologías similares, buscando bases de conocimiento en entornos similares, que llevan a cabo actividades de producción similares y dentro del mismo marco institucional, comparten algunos rasgos de comportamiento y de organización comunes y desarrollan una gama similar de patrones de aprendizaje, comportamiento y formas de organización (Malerba, 2002).

En este documento se analizó la importancia de tratar también el enfoque sectorial debido a que se encontró que existen problemas estructurales en el suministro y en la eficacia de ciertos programas implementados por los dos países analizados. De esta forma si recordamos que un enfoque sectorial (ES) es una forma de trabajo conjunto entre las instituciones, las universidades y los actores clave implicados en el sector, podremos ampliar la apropiación de las políticas del sector público y las decisiones sobre la asignación de recursos dentro de un sector. Como lo establece Malerba (2002, p. 261), *“el propósito del enfoque sectorial es lograr una gestión eficaz y un desarrollo del sector mediante una creciente coherencia entre políticas”*.

El Enfoque Sectorial de los Sistemas de Innovación

A finales de los años setenta y durante la década de los ochenta, los países altamente industrializados impulsaron un movimiento de reestructuración económico industrial en el que la ciencia y la tecnología (CT) desempeñaron un papel crucial como factor para el desarrollo. Las estrategias de reactivación económica frente a las crisis se basaron en gran parte en el fortalecimiento de la capacidad de innovación científica y tecnológica de las naciones y de los mecanismos de aplicación y utilización de la innovación por parte de las empresas en diferentes sectores del aparato industrial. Los sectores industriales tradicionalmente dinámicos dejaron de serlo para dar paso a aquellos sectores intensivos en “conocimiento” y con altas tasas de innovación como la microelectrónica, las telecomunicaciones y la biotecnología.

En el nivel teórico, el surgimiento de lo que algunos autores llaman nuevo paradigma tecnológico ha dado lugar a una reflexión sobre el desarrollo científico y tecnológico que, partiendo de un amplio trabajo de investigación empírica en diversas ramas de la producción y en diferentes países, plantea nuevas perspectivas de análisis. Los nuevos enfoques económicos llamados evolucionistas del cambio tecnológico¹², lo abordan no como un fenómeno discreto y sujeto exclusivamente a las determinaciones del mercado, sino como un proceso de acumulación de conocimiento y “que depende del estado del arte de las tecnologías que están en uso¹³”. Para estos autores, el paradigma tecnológico define contextualmente los principios científicos y los materiales que han de utilizarse, las nuevas necesidades, los nuevos problemas para resolver, etc. Es decir, define las nuevas oportunidades tecnológicas y constituye un “patrón para la solución de problemas técnico-económicos”¹⁴

Desde esta perspectiva, el análisis de “trayectorias tecnológicas” de diferentes ramas industriales da cuenta de que cada vez existe un vínculo más estrecho entre conocimiento científico y oportunidad tecnológica, una mayor incorporación del conocimiento científico a las innovaciones del sector productivo y una mayor importancia de las innovaciones institucionales (realizadas en organismos gubernamentales, en universidades, en laboratorios de investigación y desarrollo, entre otros). Así, el fenómeno del desarrollo tecnológico es analizado como un movimiento acumulativo del conocimiento científico y tecnológico que se incorpora al sector productivo.

De esta forma el diseño de mecanismos e instrumentos para desarrollar y fortalecer los SNI se ha convertido en una prioridad dentro de las políticas económica e industrial en la mayoría de los países industrializados y en algunos países de industrialización reciente (Villavicencio, 1993, pp. 100-104)

¹² R. Nelson y S. Winter, *An Evolutionary Theory of Economic Change*, Cambridge Mass, 1982; G. Dosi et al., *Technical Change and Economic Theory*, Londres, Pinter Publishers, 1988.

¹³ G. Dosi, en G. Dosi et al., op. Cit., p. 222.

¹⁴ C. Freeman y C. Pérez, en G. Dosi et al., op. Cit., pp. 58-59

Las Políticas Públicas, las Políticas de CTI y las Políticas Agrícolas

Políticas Públicas

Existen varias definiciones de política pública, en este documento se considera la que nos proporciona William Jenkins (2010) “un conjunto de decisiones interrelacionadas tomadas por un actor o grupo de actores políticos preocupados por elegir metas y medios para alcanzarlas en una situación determinada, y en donde, en principio, los actores tienen el poder de alcanzar dichas metas”¹⁵. Jenkins también define a la política pública como “las acciones estratégicas que tiene como fin responder a las demandas y necesidades de la ciudadanía, o bien, solventar o mitigar los problemas públicos (Jenkins, 2010, p. 10)”.

La importancia de las políticas públicas en cualquier área de aplicación radica en que se requiere considerar a todos los agentes en la toma de decisiones, y para ello la información que uno tenga del otro es de suma importancia. En este sentido las políticas públicas que buscan influir en las decisiones de los agentes y los vínculos existentes entre ellos se subdividen en distintas políticas con distintos nombres. Una de ellas es la política agrícola, la cual es un “tipo o un subconjunto de la política económica que busca alcanzar los objetivos socioeconómicos vinculados al sector agropecuario, establecidos con anterioridad” (Garat, 2011).

La política agrícola es un aspecto central de la política económica debido a que la agricultura tiene un impacto directo en los recursos vitales, limitados y agotable como el agua, la tierra, los bosques y las reservas piscícolas. La importancia de que los países tengan una política agrícola radica en controlar el uso o abuso de dichos recursos.

Política de CTI

De acuerdo con Smits y Kuhlmann, 2004; Casper y Van Waarden, 2005 –citados en Villavicencio (1993)–, como parte de las políticas públicas, existen otro tipo específico de políticas que buscan establecer la estructura de los incentivos, llamada política de ciencia,

¹⁵ Jenkins, William. Policy Analysis: A Political and Organization Perspective. Inglaterra. Mortin Robertson and Company, 1978. P.15

tecnología e innovación (PCTI). La PCTI es una serie de instrumentos que buscan garantizar diversos aspectos como la disponibilidad, difusión y acceso al conocimiento científico y tecnológico, el acceso a la infraestructura para la investigación científica y tecnológica, la formación de recursos humanos, transferencia y asimilación tecnológica, fomento a la invención y la innovación (Villavicencio, 1993)

La PCTI resulta importante para el análisis de la BE debido a que su instrumentación toma en cuenta las condiciones vigentes de cada país para establecer los instrumentos necesarios para la aplicación de conocimientos dentro de cada área responsable, en este caso para la implementación de la BE.

La PCTI tiene la finalidad de establecer la estructura de incentivos para fomentar la participación de agentes públicos y privados en las diversas actividades que representa la investigación científica básica y aplicada, la investigación y el desarrollo tecnológico (I+D) y la innovación (Edquist, 2002); (Villavicencio & López, Los sistemas de innovación: regiones, sectores, redes y políticas, 2009).

La instrumentación de la PCTI requiere de tomar en cuenta las condiciones vigentes, los patrones de evolución de diversos factores de carácter estructural, la masa crítica de recursos humanos o de empresas susceptibles de innovar, así como el grado de consolidación alcanzado en ámbitos como la vinculación universidad-empresa, la investigación colaborativa, la transferencia y explotación del conocimiento por los diversos sectores que componen la economía. Por las razones anteriores, en la actualidad existen en el mundo distintas modalidades e instrumentos que se combinan con el fin de acelerar los procesos de producción, difusión y aprovechamiento del conocimiento científico y tecnológico.

La innovación es el proceso constante de aprendizaje que resulta de la interacción a nivel interno y externo, la cual involucra la aplicación y el uso de nuevas ideas y conceptos en la modificación de procesos, productos, servicios y prácticas con impacto en el desempeño de la organización, lo que implica cambio y cuyo fin es la resolución de un problema de la sociedad específico.

De acuerdo a la teoría de la innovación, existen tres modelos básicos para su análisis en relación con las políticas que se implementan.

- a. Modelo technology push (1950): Plantea que los avances científicos estimulan a la innovación, ya que son los abastecedores del conocimiento necesario para el desarrollo de procesos y productos tecnológicos. El modelo se plantea como una sucesión de etapas que tiene origen en el proceso de la ciencia básica, pasa al diseño e ingeniería, manufactura y más tarde al proceso de mercadeo y ventas que es el espacio de mercado.
- b. Modelo demand pull (1960): De acuerdo con Schmookler (1966) y Dosi (1982) se considera que las innovaciones son resultado de una demanda insatisfecha de los consumidores o usuarios. El estímulo a la innovación proviene de la demanda y a partir de allí es que se sigue un proceso secuencial definido por las siguientes etapas: necesidades de mercado, desarrollo, manufactura y ventas (Rothwell, 1994).
- c. Modelo de acoplamiento entre ciencia, tecnología y mercado o modelo interactivo (1970 y 1980): Ha sido llamado de distintas maneras pero lo relevante del modelos es la orientación que tiene. En primer lugar, el proceso de innovación deja de ser un proceso lineal, no existe un inicio definido. En segundo lugar, introduce relaciones bidireccionales entre los elementos que integran el proceso de innovación, comunicación y retroalimentación (Rothwell, 1994).

Estos tres modelos genéricos establecen la manera de implementación de las políticas. Sin embargo, es necesario recordar que cada país requiere del entendimiento de su contexto para poder diseñar sus políticas económicas para poder crear mecanismos desde el gobierno que direccionen la conducta de los agentes para el beneficio social y económico del país.

En un sentido más específico sobre las políticas económicas es que se crea la PCTI, la cual se compone de una serie de instrumentos de los que dispone el Estado para alcanzar objetivos enfocados a la creación de riqueza del país y está relacionado con el crecimiento de la productividad y la mejora de la calidad de vida de la sociedad. La PCTI busca garantizar a las empresas y a los consumidores un acceso adecuado y actualizado

a la tecnología al menor costo posible, fomentando la invención, la innovación y las mejores prácticas tecnológicas (Amaro, 2013, pp. 142-144).

La PCTI no sólo se ocupa del fomento de las actividades de investigación y desarrollo, sino también del uso eficiente de las tecnologías, esto significa la explotación de lo generado, ya que las invenciones son relevantes en la medida que se conviertan en innovaciones a través de su inserción en el mercado.

La PCTI es entonces, una política dirigida a la asignación de recursos y de reparto de recursos entre los actores del sistema, además de ser la encargada de establecer una estructura de incentivos que estimule a todos los actores involucrados en las actividades científicas y tecnológicas (Amaro, 2013, pp. 142-144).

En países donde el desarrollo científico y tecnológico es incipiente, la PCTI implementada por los gobiernos juega un papel fundamental, sobre todo en la creación de estrategias de vinculación entre los agentes que realizan investigación pública (universidades y centros públicos de investigación) y las empresas en el establecimiento de prioridades a largo corto, mediano y largo plazo y por lo tanto, una de las preocupaciones iniciales es el establecimiento de incentivos para los distintos agentes que componen un sistema científico, tecnológico y de innovación (Amaro, 2013, pp. 142-144)..

En términos generales, las políticas públicas y las de CTI se dividen en dos grandes grupos:

a) Políticas horizontales, donde no se distingue entre sectores, son consideradas como no discriminatorias y cuentan con una temporalidad definida. Los principales instrumentos que se usan son medidas de tipo regulatorio, creación de marcos institucionales y legales que garanticen la competencia.

b) Políticas Verticales, tienen una dirección determinada y tratan de resolver una serie de problemáticas específicas y bien localizadas, de manera que generalmente se dirigen (Amaro, 2013, pp. 142-144).

Modelos de política de CTI en el mundo

El modelo de política soviético (URSS) se basó en la planificación centralizada para impulsar el desarrollo científico-tecnológico. Además un centralismo burocrático resistente al cambio, los procesos de cambio tecnológico estuvieron determinados por la oferta y carencia de presiones para la competitividad con prioridad al sector nacional. (Johnston, 1972, pp. 15-106).

Yugoslavia tuvo modelos de política tecnológica con enfoque occidental centralizado con políticas liberales. En la década de 1950 y 1960 se implantaron reformas para resolver problemas de adopción de una política centralizada, como la vinculación investigación-educación superior-sector productivo, burocratización de la toma de decisiones y desarrollo científico-tecnológico (Villavicencio, 1993).

En Japón, el modelo se caracterizó por la intervención del gobierno en las políticas científico-tecnológicas globales y sus medidas proteccionistas en la posguerra. El avance tecnológico de Japón se debió a la actividad de I+D, su capacidad de identificar áreas clave de esfuerzo tecnológico e inversión, y además, por cambios sociales. Los logros del Ministerio se deben a las relaciones de diálogo y concertación con el sector industrial, comunidad científica y universitaria (Villavicencio, 1993). El sector industrial contribuyó al desarrollo del SNI mediante el rediseño de los sistemas de producción total para aumentar la competitividad. Los cambios en la distribución de las responsabilidades institucionales por objetivo a partir de enero de 2001, el fortalecimiento en los sistemas de educación y de capacitación¹⁶, la disminución de mandos jerárquicos en las organizaciones junto con un nuevo enfoque sobre los beneficios de no tener más un salario por antigüedad y empleo de por vida, además de informar a la sociedad sobre las decisiones de los sectores industriales y los empresarios han traído un cambio en la PCTI en Japón dentro de un ambiente dinámico global. La dirección del cambio, una de las diversas funciones involucradas en la formulación y la ejecución de la política científica y tecnológica, es cada vez más distintiva y transparente requiriendo prácticas más orientadas a las salidas y basadas en contratos (Sato, 2001).

¹⁶ Sobre todo en áreas de ingeniería y ciencias

Las características generales del modelo liberal-occidental para el desarrollo científico y tecnológico en EUA, Francia y Gran Bretaña hacen referencia a la descentralización de la política en el marco de economías abiertas. La política tecnológica parece ligarse a objetivos de soberanía nacional. Mejor descrita como orientada a la misión, la política se dirige hacia las innovaciones radicales necesarias para cumplir con las metas nacionales. El rasgo dominante es la centralización en la toma de decisiones y en las actividades de ciencia tecnología por parte del gobierno. La I+D se dirige hacia pocas industrias, generalmente, consideradas en estados tempranos del ciclo de la tecnología (Villavicencio, 1993, p. 113)

El modelo de políticas en Alemania, Suecia y Suiza se caracteriza por estar orientado a difundir las capacidades tecnológicas hacia la estructura industrial. Las dependencias gubernamentales tienen un papel limitado en la ejecución, este papel es delegado a asociaciones industriales o cooperativas de investigación controladas por la industria. Está diseñado para economías abiertas donde pequeñas y medianas empresas constituyen una importante fuerza política y económica, donde el gobierno es más un facilitador en el cambio tecnológico. Además procuran la alta calidad del sistema educativo y una estrecha vinculación entre universidades y la industria (Johnston, 1972, pp. 115-116).

En América Latina destacan la contracción de los gastos y las políticas de ajuste que afectan directa o indirectamente a los sistemas científico-tecnológicos, la disminución de la importancia de las ventajas comparativas tradicionales, desplazamiento constante de frontera tecnológica, reestructuración de las políticas industrial y científico tecnológicas. En los años ochenta se recalcó la importancia de las tecnologías adecuadas relacionadas con objetos nacionales de desarrollo, dotación de recursos, etc. Posteriormente, el discurso de la dependencia dio paso a uno de carácter desarrollista, vinculando una etapa de crecimiento económico sostenido y de cambio tecnológico general. Los sistemas científico-tecnológicos de la región no han podido consolidarse, su actual problemática es resultado del modelo de industrialización seguido por décadas (Johnston, 1972, p. 119).

Actores y agencia en los procesos de creación de políticas

Uno de los elementos clave para el diseño de las políticas de CTI son los actores y la agencia en los procesos de creación de políticas. Esto debido a que la elaboración e implementación de la política pública es rara vez de un solo actor o grupo de actores (Howlett y Ramesh 2003 en (Flanagan, Uyarra, & Laranja, 2011). Otros elementos del diseño de políticas son los distintos organismos e instituciones conformadores del sistema de innovación. La PCTI es el resultado de las interacciones de los actores racionales cuyas capacidades, preferencias y percepciones son en gran parte formadas por las normas dentro del cual interactúan. Por esta razón es que resulta necesario reconocer a los actores tanto en relación con los procesos de innovación como para los procesos que dan forma los problemas de política y soluciones. Hacer una distinción más clara entre los tipos de actores y de tipos de rol podría ser importante para el aprendizaje político, cultural, económico, social e histórico, debido en gran parte a que los roles pueden estar en tensión o contradicción con las expectativas o demandas de los otros actores o con limitaciones de las instituciones, esto debido a las heterogeneidades de los mismos.

El sistema científico-tecnológico también analiza la multiplicidad de interacciones de sus agentes en distintos niveles (nacional, internacional, local, regional, externo, etc.). Estas interacciones generan entradas en algunos casos salidas hacia otros. Un sistema científico tecnológico se consolida según su capacidad de regular los flujos e interrelaciones de los elementos que lo conforman, estas dos regulaciones garantizan el proceso continuo de producción de conocimiento, su reproducción y adaptación del mismo sistema ante nuevos retos. Una de las piezas claves de la innovación y de la movilización del sistema científico-tecnológico nacional es la vinculación que debe de crearse a nivel regional, sectorial, local y nacional de una manera ideológica, ya que el clima social determina el sentido innovador en un país (Johnston, 1972)

Tipos de instrumentos de la política de innovación

Otro de los integrantes del sistema científico-tecnológico son los gobiernos, las instituciones y los organismos públicos, los cuales han utilizado instrumentos de la PCTI para explorar la naturaleza política de la elección del instrumento y el diseño, para elaborar un conjunto de criterios para la selección y el diseño de los instrumentos en

relación con la formulación de la política de innovación (Flanagan, Uyarra, & Laranja, 2011). Sin embargo, lo importante es que los instrumentos requieren ser diseñados y combinados de manera que aborden los problemas del sistema de innovación, no solo tomen en cuenta la realidad o el contexto del país. Esta combinación de instrumentos es llamada combinación de políticas o *policy mix*.

Ahora bien, si la elección de los instrumentos es una decisión crucial para la formulación de una política de innovación, la identificación de los problemas y sus causas relacionadas con la actividad debe ser la base para la selección de los instrumentos de política. Los instrumentos deben estar diseñados, re-diseñados y adaptados a través del tiempo a problemas específicos en los sistemas de innovación. Por lo anterior, para implementar políticas es necesario hacer una elección adecuada y específica de los instrumentos, diseñar y personalizarlos al contexto en el cual van a operar tomando en cuenta los problemas específicos del sistema de innovación, y diseñar una combinación de instrumentos.

Para los creadores de políticas de CTI resulta un reto identificar los problemas específicos del sistema de innovación, por lo cual, existen dos tipos de fuentes de información que aportan información útil en la identificación de los problemas: los indicadores de innovación provenientes de estadísticas y encuestas. (Manual de Oslo y OCDE). Una segunda fuente de información son los ejercicios de predicción que producen análisis de tendencias en campos específicos de tecnología (Borras & Edquist, 2013).

Una vez identificados los problemas de innovación, los creadores de políticas eligen los instrumentos para la formulación de las políticas. Existen tres categorías de instrumentos: instrumentos regulatorios, los cuales usan herramientas legales para la regulación de interacciones sociales y de mercado. Instrumentos económicos y financieros, los cuales proporcionan incentivos específicos (o desincentivos) y de apoyo específico de actividades sociales y económicas. Instrumentos suaves o flexibles, los cuales se caracterizan por ser voluntarios y no coercitivos (Borras & Edquist, 2013). Se ha enfatizado la necesidad de tomar en cuenta el contexto de cada país, identificar los problemas con base en información proporcionada por las distintas fuentes de información formal tanto nacional como internacionalmente, por esto, también se requiere

ser cuidadoso al decidir sobre el instrumento para la formulación de políticas de innovación o la combinación de ellos. Cada instrumento tiene una lógica, la cual permite definir la estructura de las interacciones de la sociedad y la economía, las sanciones imputables en caso de incumplimiento, los incentivos o desincentivos, las recomendaciones o los acuerdos voluntarios que se establecerán entre los distintos integrantes del sistema de innovación.

Además del cuidado en la selección de instrumentos de política se deben prevenir los resultados que éstos tendrán en el sistema de innovación, esto debido a que no existen modelos ideales o instrumentos de política "óptimos" que se ajusten a todos los propósitos. La elección de un modelo de política o la combinación de éstos podrían no necesariamente estar relacionados con la naturaleza de la selección, personalización y la combinación de diferentes instrumentos de política orientados a la solución de problemas, sino a su implementación (Borras & Edquist, 2013).

Políticas en acción

Definidos los tipos de actores junto con sus roles y los instrumentos de la política de innovación del sistema científico-tecnológico, es necesario reflexionar sobre las políticas en acción. La experiencia de algunos países desarrollados (PD) demuestra que la coherencia del sistema científico-tecnológico se debe a la definición de objetivos y estrategias de largo plazo en coordinación con políticas globales. El establecimiento de mecanismos para garantizar la difusión y la utilización permanente de los conocimientos científicos y las innovaciones hacia los diferentes sectores del aparato industrial. La participación de diferentes actores e instituciones en el diseño de estrategias y políticas para el desarrollo de la CTI. La creación de instituciones gubernamentales o privadas que hagan labor de intermediarios. El establecimiento de políticas de corte más general que se relacionen con la gestión social de la ciencia y la tecnología, el fortalecimiento del sistema educativo, la política laboral, entre otros (Villavicencio, 1993)

Los diferentes modelos de políticas muestran que no hay políticas únicas, liberadoras, castigadoras o estándar, sino más bien las políticas que se han aplicado en los distintos países son combinaciones del intervencionismo estatal, intervencionismo de los

investigadores, intervencionismo de los actores, entre otros. Lo que se debe tomar en cuenta a la hora de diseñar y posteriormente aplicar la política científico-tecnológica es considerar a todos los elementos del sistema de innovación para garantizar la generación, difusión y utilización del conocimiento científico y tecnológico hacia el aparato industrial y la economía nacional.

La base lógica de las políticas

Las nociones de “fallas de mercado y de sistema” están en el corazón de las políticas de innovación intervencionistas modernas. Gustaffson (Gustaffson & Autio, 2011), propone ampliar la dicotomía de las fallas por una tricotomía, en donde incluye no solo las fallas de mercado y las sistémicas, sino una tercer falla de nivel social-cognitivo definida como emergencia inhibida.

La literatura ha identificado tres causas distintas para las fallas del mercado en la exploración y explotación del conocimiento: (1) la incertidumbre y el riesgo en las actividades de I+D; (2) la falta de rentabilidad adecuada a la innovación y los nuevos conocimientos; y (3) el fracaso del mecanismo de mercado para asignar el valor total de las externalidades. La unidad macro aquí es el mercado. La firma se considera entonces como un agente de nivel micro que exhibe comportamientos a nivel de unidad en respuesta a las propiedades de nivel macro. El enfoque de falla del mercado se dirige a la insuficiencia en la producción de conocimiento debido a los riesgos e incertidumbres asociados (Gustaffson & Autio, 2011). Sin importar el nivel en el que se producen, las fallas del mercado son generalmente concebidas como un fracaso de un determinado actor (o sistema) para invertir en actividades deseadas, como la investigación y el desarrollo.

En cuanto a las fallas del sistema, se enfatiza en la incapacidad o falta de voluntad de los actores para permitir el funcionamiento eficaz del sistema de innovación. Esto ha sido explicado por el alto costo y los riesgos asociados con la participación en las reconfiguraciones de exploración de las instituciones y redes. Aquí las organizaciones más profundamente están incrustadas en el conocimiento y los recursos dependencias, más baja será su propensión a alterar las trayectorias tecnológicas. Tales dependencias

se derivan de, por ejemplo, costos hundidos y costes de cambio. A nivel organizativo, esto se traduce en resultados de innovación no productiva desde una perspectiva de adaptación a nivel de sistema. A nivel del sistema, la inercia del sistema contribuye a un *lock-in* en las trayectorias tecnológicas y diseños dominantes que impiden la adaptación a nivel de sistema (Gustaffson & Autio, 2011).

La tercera falla de nivel social-cognitivo es definida como emergencia inhibida y aborda cómo las invitaciones anticipatorias estructuran y excluye ideas y actores. A nivel del sistema, el concepto de emergencia inhibido considera los mecanismos socio-cognitivos que limitan la interacción productiva entre los procesos a nivel macro y micro en la exploración y explotación del conocimiento. Desde la perspectiva de emergencia inhibida, las políticas de innovación deben tratar de facilitar un compromiso y una acción más restringida e institucionalmente incorpórea en campos tecnológicos emergentes. Estas políticas son importantes para facilitar la emergencia productiva en la exploración y explotación del conocimiento (Gustaffson & Autio, 2011).

Estos tres tipos de falla a nivel macro, meso y micro (tanto de la firma como de los individuos) nos lleva a replantear un enfoque más incluyente sobre la creación de políticas de CTI. Ahora no solo tenemos que tener en cuenta el contexto social, político, económico, organizacional y cultural de los países menos desarrollados (PMD) para la creación de políticas que ayuden a la creación de una sistema de innovación, sino también la de los investigadores con sus teorías, y los hacedores de políticas, mismos que tendrán el doble reto de “conversar en un lenguaje” común para que diseñen las políticas considerando todos los elementos macro (económico), del sistema, y sociales-cognitivos (cultura, educación). Aunque los tres mecanismos de falla están relacionados, éstos también dan lugar a distintos tipos y nuevas de las ineficiencias y limitaciones en la construcción, la producción y captura de valor de los conocimientos existentes y prospectiva.

En conclusión, podemos decir que los modelos de políticas de CTI en PD y PMD que cada región o país tiene cuentan con un contexto distinto, desde el económico, geográfico, cultural, político, entre otros. Por ello, uno de los principales problemas en el

diseño de políticas de CTI es el tomar mucho en cuenta o no el contexto de cada país; recordemos que los tomadores de decisión lo hacen en contexto de certidumbre y en un tiempo estático. Sin embargo, esto plantea una nueva problemática debido a que la historia refleja que las variables consideradas en cada momento no son estáticas, por el contrario, están en movimiento y están relacionadas con una multiplicidad de variables económicas, sociales, políticas y culturales. Por lo anterior, los países requieren de una perspectiva dinámica en la creación de políticas de CTI. Si bien a finales de los años 70 e inicio de los 80 se planteó reactivar la economía frente a las crisis con el fortalecimiento de los sectores intensivos en tecnología -microelectrónica, telecomunicaciones y biotecnología-, actualmente se requiere reactivarla nuevamente por medio de los descubrimientos científicos, esto indudablemente trae el surgimiento de un nuevo paradigma tecnológico-científico junto con nuevos enfoques económicos evolucionistas del cambio tecnológico. Por dichas razones, a finales de los años 80 y principios de los 90 los investigadores comenzaron a tomar en cuenta los instrumentos de políticas con distintos enfoques tanto en los actores, como en los distintos niveles de aplicación, con un enfoque basado en la combinación de políticas o “policy mix”, el cual implica voltear a ver las interacciones e interdependencias entre las distintas políticas, en un solo nivel de gobierno y cuya coordinación puede significar un mejor ajuste mutuo entre los actores y sistemas dentro de este sistema más amplio.

Políticas Agrícolas

A menudo las reformas de las políticas se realizan individualmente. Sin embargo, debido a que cada tema tiene repercusiones sobre los demás, a veces las reformas son más eficaces si son diseñadas y aplicadas conjuntamente. La política agrícola constituye tanto la visión de lo que el sector debería ser en el futuro como el mapa de ruta que muestra cómo alcanzar dicha visión. Su punto de partida es la situación actual de la agricultura y la problemática que enfrenta. La formulación de la política agrícola puede estar motivada por una situación de crisis agrícola o por otros problemas que llevan a la decisión de realizar cambios fundamentales. Cualquiera que sea el motivo para formular una política agrícola, para que sea exitosa usualmente se necesita el apoyo de los principales actores del sector, los agricultores (Norton, 2004).

Una de las características que definen la política agrícola es por quién y para quién es formulada. La estrategia debe representar el compromiso de las autoridades del sector de llevar a cabo determinadas reformas y, por ende, las estrategias más exitosas generalmente resultan de la colaboración entre diferentes instituciones y grupos de la sociedad.

Algunos pasos generales para formular la política agrícola consisten en: i) identificar las limitaciones específicas a superar (problemas a resolver) en cada área: ii) especificar los sub-objetivos operacionales en cada área para superar las limitaciones y alcanzar los objetivos generales; iii) redactar un conjunto de políticas para enfrentar estas restricciones y alcanzar los sub-objetivos. Es de vital importancia formular la justificación técnica de las políticas recomendadas, pues de otra manera se corre el riesgo de que la estrategia sea nada más que otro conjunto de opiniones (Norton, 2004).

Los Principios de la Política Agrícola

Además de establecer los objetivos y los medios de la política, el marco estratégico debe también tener en cuenta los principios que guían las medidas de política. En otras palabras, los objetivos de la política no se deben perseguir a cualquier costo. Los principios representan condiciones o límites a los tipos de acciones (medios) utilizables para intentar alcanzar los objetivos estratégicos (Norton, 2004).

Los cinco principios básicos para que una política agrícola sea sostenible en el largo plazo son:

- a) Sostenibilidad económica. La política agrícola debe encontrar maneras de procurar beneficios económicos reales al sector rural. Si bien la disciplina fiscal es importante, aquello significa, entre otras cosas, no sujetar pura y simplemente el sector a los recortes fiscales de los programas de ajuste estructural.
- b) Sostenibilidad social. La política agrícola debe también mejorar el bienestar económico de los grupos de bajos ingresos y otros grupos desaventajados, incluyendo las mujeres. De otra manera perdería su viabilidad social.
- c) Sostenibilidad fiscal. No se deben emprender políticas, programas y proyectos cuyas fuentes de financiamiento no sean plenamente identificadas. En una época

de creciente estrechez fiscal en todos los países, la aplicación de este principio incentiva la búsqueda de nuevas fuentes de ingresos fiscales y las maneras mediante las cuales los beneficiarios de las políticas, programas y proyectos puedan contribuir a su financiamiento, es decir, maneras de fomentar la recuperación de los costos.

- d) Sostenibilidad institucional. Las instituciones creadas o apoyadas por las políticas deberían ser robustas y capaces de sostenerse por sí solas en el futuro.
- e) Sostenibilidad ambiental. Se deberían aplicar políticas que fomenten el manejo sostenible de bosques y pesquerías y reduzcan a niveles manejables la contaminación de las fuentes de agua y la degradación del suelo (Norton, 2004).

Una taxonomía de las políticas agrícolas

Para poder trabajar, los productores necesitan tres cosas básicas: *incentivos* adecuados para producir, una *base de recursos* segura (tierra agrícola, agua) y *acceso* a los mercados de insumos y productos, incluyendo la tecnología. En consecuencia, la política agrícola consta de tres grandes componentes:

1. *Política de precios*, que en la economía de mercado está determinada en su mayor parte, pero no totalmente, por las políticas macroeconómicas.
2. *Políticas de recursos*, incluyendo la *política de tenencia de tierras* y las *políticas de manejo de los recursos* (tierra, agua, bosques y pesquerías).
3. *Políticas de acceso*, incluyendo el acceso a insumos agrícolas, mercados de productos y tecnología. La política financiera rural es una parte importante de la política de acceso, ya que la financiación es en muchos casos un prerequisite para obtener insumos y comercializar los productos (Norton, 2004).

Las divisiones entre estos tres grandes grupos de políticas no son rígidas, es decir una política de acceso puede también formar parte de la política de precios, o una política de recursos puede incluir al capital humano. Por lo cual, resulta necesario desde un primer momento tener muy claros los objetivos de las políticas agrícolas, sin embargo, sí resulta necesario mencionar que las buenas políticas facilitan el trabajo del agricultor y su acceso a los programas que las instituciones tengan vigentes.

Capítulo 3 LA BIOECONOMÍA EN ALEMANIA

Entre las primeras publicaciones de las estrategias y políticas nacionales de BE está la publicación del documento de la OCDE "La bioeconomía de 2030: El diseño de una agenda de política", el cual establece que el progreso en ciencias biológicas ofrece, hasta ahora, soluciones para muchos de los recursos de salud, las actividades primarias y la industria.

El documento plantea dos factores clave para la implementación de la BE. El primero es la velocidad a la que la investigación biotecnológica produce innovaciones exitosas, y el segundo son los cambios en las políticas regulatorias e institucionales. Es decir, si bien las tecnologías pueden proporcionar un motor para una mayor sostenibilidad de las economías, también se requiere de una agenda política para poner en práctica los resultados de las investigaciones e innovaciones que son la base de un BE. En este sentido, la OCDE también sugiere que tanto el sector público y privado tomen un papel activo en el diseño de tal agenda con el fin de maximizar el potencial de la BE (Staffas, Gustavsson, & McCormick, 2013, p. 2).

El Enfoque de la Bioeconomía en la Unión Europea

La utilidad y el potencial de la BE se han reconocido y aceptado por los miembros del G-7¹⁷ y en más de 30 países a nivel mundial. Ambos, la Unión Europea (UE) y la OCDE han proporcionado un gran impulso político en los últimos años y han pedido una mayor colaboración internacional para fomentar el desarrollo de una BE mundial.

En este sentido, las estrategias de política del G7 revelan que no existe "una única BE", sino que cada país tiene sus propias estrategias. Los países con pocos recursos naturales, tales como Alemania, Japón, Francia e Italia suelen centrarse en su liderazgo industrial y tecnológico. El Reino Unido, busca construir sobre su sector de servicios altamente desarrollada y su excelencia en ciencias biológicas para desarrollar industrias de alto valor. En contraste con la UE y sus Estados miembros, tanto en Canadá como los

¹⁷ El grupo de los 7 o G-7 lo integran Canadá, Francia, Alemania, Italia, Japón, el Reino Unido y Estados Unidos de Norteamérica. Estos países son las siete economías más avanzadas a nivel mundial reportadas por el Fondo Monetario Internacional.

EUA consideran la biomedicina no sólo como un sector, sino como motor de la BE. Sólo los EUA ha desarrollado una estrategia de BE el objetivo de liderazgo tecnológico y el desarrollo del mercado en las bioindustrias. Además, siendo los países ricos en recursos, los EUA y Canadá financian ampliamente las actividades de innovación en el sector de la producción primaria (Bioökonomierat, 2015, pp. 8-9).

La Estrategia de Bioeconomía Europea se adoptó el 13 de febrero de 2012, ésta se dirige a la producción de recursos biológicos renovables y su conversión en productos vitales y la bioenergía. Bajo la Dirección General de Investigación e Innovación, la Estrategia fue firmada también por varios otros servicios de la Comisión como la Dirección General de Agricultura y Desarrollo Rural, la Dirección General de Medio Ambiente, Asuntos Marítimo, y la Dirección General de Industria y Empresa.

El objetivo de dicha estrategia es centrar los esfuerzos comunes de Europa en la dirección correcta en esta parte diversa y rápidamente cambiante de la economía. Su principal objetivo es simplificar los enfoques de política existentes en este ámbito y gira en torno a tres pilares:

- Las inversiones en investigación, innovación y habilidades;
- Reforzada interacción de las políticas y los grupos de interés;
- Mejora de los mercados y la competitividad.

La estrategia propone respuestas a los retos a los que Europa y el mundo se enfrentan como que las poblaciones crecientes que deben ser alimentados, el agotamiento de los recursos naturales, los impactos de las crecientes presiones ambientales y el cambio climático. Asimismo la estrategia exige nuevos enfoques para provienen de la investigación y la innovación y es compatible con la ciencia y el liderazgo tecnológico para impulsar mejoras tangibles en el bienestar social, económico y medioambiental de Europa (Comission, 2015).

El contexto institucional para la Bioeconomía el Sector Agrícola en Alemania

El análisis contemporáneo de la políticas públicas en Alemania se basa tanto en explicaciones causales y bases cuantitativas, como en establecer el proceso de construcción social de las políticas públicas a través de la argumentativa del discurso político y el aprendizaje político. Por lo anterior, es que la integración de la BE en las políticas públicas del sector agrícola y de CTI de Alemania está teniendo un avance sólido, sustentado y con objetivos claramente establecidos.

El modelo de PCTI en Alemania –como se mencionó anteriormente- se caracteriza por estar orientado a difundir las capacidades tecnológicas hacia la estructura industrial. Las dependencias gubernamentales tienen un papel limitado en la ejecución, este papel es delegado a asociaciones industriales o cooperativas de investigación controladas por la industria. El gobierno es más un facilitador en el cambio tecnológico. Alemania procura la alta calidad del sistema educativo y una estrecha vinculación entre universidades y la industria.

Las políticas públicas en Alemania

El análisis de políticas públicas empieza en Estados Unidos a mediados de los años de 1960 y se extiende a Europa una década más tarde, primero en el Reino Unido y Francia, y luego en los países de habla alemana (Cortés, 2007, p. 10).

En Alemania, la implementación de las políticas públicas se lleva a cabo en los años de 1960, dada la necesidad política de asesoramiento calificado para emprender reformas estatales, reflexionar acerca de las políticas emprendidas en el marco del Estado de bienestar y comprobar su vigencia y el grado de efectividad de los *outputs* generados.

De acuerdo con el contexto político y académico alemán se pueden distinguir tres periodos en el análisis de políticas públicas. El primer periodo lo constituye el final de los años de 1960, en él subyace la pregunta *¿las políticas importan?* A partir de la respuesta a esta pregunta se indagó si los factores políticos, las estructuras administrativas, los procesos y las instituciones tenían o no una influencia en las políticas resultantes o si se

tenía que hablar únicamente de las determinaciones económicas en las políticas. Sin embargo, al finalizar este periodo la pregunta seguía sin contestarse, por ello las investigaciones y desarrollos teóricos en análisis de políticas públicas en Alemania permanecieron marginales durante los años de 1970 y se restringieron a interpretaciones locales de las teorías desarrolladas por los estadounidenses (Cortés, 2007, p. 316)

En el segundo periodo, que abarca los años de 1980, se restringe el determinismo económico y se logran varios análisis de comparación internacional que muestran que el resultado en las políticas es distinto, dependiendo de la inclinación política del partido o coalición que está en el poder. Durante este periodo se llegó a la conclusión que una diferencia en la política partidista incidía directamente en la política pública de tratamiento del desempleo (Cortés, 2007, p. 317).

En este documento nos centramos en el tercer período para poder comprender el contexto actual de la política pública en Alemania. Este tercer periodo abarca de finales de los años ochenta hasta la actualidad e implica la consolidación del análisis de la disciplina en el país, la cual recibe el nombre germano de *Politikfeldanalyse*. Vale la pena decir que en dicho país existe un grupo de académicos interesados en la consolidación de dicha disciplina como un campo formal de estudio (Cortés, 2007, p. 318)

Asimismo, el análisis contemporáneo de la políticas públicas en Alemania tiene dos corrientes. Por un lado se encuentran los que se basan en explicaciones causales y bases cuantitativas, y buscan la creación de modelos matemáticos, a los que se llama positivistas. En el otro extremo se encuentran los que se pueden denominar constructivistas, los cuales buscan establecer el proceso de construcción social de las políticas públicas a través de la argumentativa del discurso político y el aprendizaje político. El *Politikfeldanalyse* alemán tiene dos enfoques preponderantes: el institucionalismo centrado en los actores y el análisis orientado al aprendizaje político. El primero forma parte de los enfoques positivistas; el segundo, de los constructivistas.

El institucionalismo centrado en los actores

Este enfoque fue desarrollado por Scharpf y Mayntz tomando elementos de la teoría del neoinstitucionalismo y de la teoría de juegos. El neoinstitucionalismo sociológico,

desarrollado por March y Olson, se centra en el estudio del papel de las instituciones como dinamizadoras del comportamiento individual, pero a favor de una interdependencia entre instituciones sociales y políticas, que incluyen sistemas de reglas y dispositivos de decisión, al igual que sistemas de creencias, paradigmas, culturas y tecnologías. De la teoría de juegos se toman los modelos de probabilidad en los cuales se deben comportar los actores, dada una determinada gama de posibilidades y la probabilidad de encontrar medios para satisfacer sus objetivos.

Detrás de las acciones que afectan la política se esconde un modelo estático de funciones que permite desentrañar la tensión entre la normalización racional de las instituciones y la racionalidad orientada a objetivos de los actores. La primera impone las fronteras entre lo posible y lo deseable a la segunda. Las instituciones influyen desde el comienzo en algunas características del proceso de decisión. Las instituciones definen el número de actores que participan, cuáles son sus recursos de negociación y las reglas sobre las cuales se toman las decisiones (Cortés, 2007, pp. 320-321).

El análisis orientado al aprendizaje político

Este enfoque se concentra en los procesos de aprendizaje de los actores en un tiempo específico, asumiendo que el proceso de aprendizaje, basado en esquemas cognitivos, permite dar cuenta de los cambios e innovaciones en las políticas públicas. Su objetivo es explicar el cambio y la evolución en los procesos políticos, tomando como sujetos a los actores políticos que aprenden por medio de esquemas cognitivos¹⁸. Este enfoque hace hincapié en la construcción social de las políticas públicas a través de un proceso de aprendizaje (Cortés, 2007, pp. 322-323)

La Bioeconomía en Alemania

La BE¹⁹ ofrece la oportunidad de lograr un crecimiento económico en armonía con la protección de la naturaleza y el medio ambiente. Alemania, como un punto focal para la

¹⁸ El esquema cognitivo es un concepto propagado principalmente por Schissler, Tuschoff y Vowe, el cual explica que las percepciones inmediatas y los modelos de pensamiento no están necesariamente relacionados (Cortés, 2007).

¹⁹ El concepto de BE en Alemania cubre la economía agrícola, los sectores de fabricación y zonas de servicio asociadas que desarrollar, producir, procesar, manipular o utilizar cualquier forma de los recursos

tecnología y la investigación, se ha colocado en la vanguardia de este movimiento (Federal Ministry of Education and Research (BMBF), 2015, p. 2).

La nueva estrategia de investigación del Gobierno Federal, ha sido creada para ampliar las bases para el desarrollo de una BE basada en el conocimiento a nivel internacional. La Estrategia Nacional de Investigación Bioeconómica 2030 es un componente de la estrategia de alta tecnología y proporciona un impulso en la áreas de energía, clima y la salud, y nutrición, entre otros (Federal Ministry of Education and Research, 2011, p. 2).

En este sentido, Alemania estableció un consejo en 2009, el cual funciona como un consejo asesor independiente al gobierno para todos los asuntos relacionados con la BE. Este consejo se compone de expertos del mundo académico, la investigación del sector privado y de la investigación del departamento del gobierno federal. El papel del consejo de BE es contribuir a que Alemania tenga una posición de liderazgo en materia de BE. Dicho Consejo publicó el documento denominado "Estrategia Nacional de Investigación Bioeconomía 2030: Nuestra ruta hacia una economía de base biológica" (Staffas, Gustavsson, & McCormick, 2013, p. 11), donde se dan una serie de recomendaciones para las medidas que se aplicarán desde su publicación hasta 2030. Dicha estrategia se desarrolló bajo la dirección del Ministerio Federal de Educación e Investigación (BMBF), junto con otros seis ministerios. Las medidas aplicadas durante los tres primeros años de la Estrategia Nacional de Investigación han tenido éxito en la promoción de conceptos para la eficiencia de los recursos y la sostenibilidad para la industria, y en el aprovechamiento de las oportunidades asociadas con BE para la transformación social y económica prevista.

En la Estrategia Nacional de Políticas sobre BE, promulgada por el Gabinete Federal en verano de 2013, el gobierno alemán estableció una economía bio y sostenible. Además, esta estrategia -preparada bajo la dirección del Ministerio Federal de Alimentación y la Agricultura (BMEL)- tiene el objetivo de permitir el desarrollo coherente de la política. El

biológicos, como plantas, animales y microorganismos. Esto abarca numerosos sectores, como la agricultura, la silvicultura, la horticultura, la pesca y la acuicultura, las plantas y la crianza de animales, las industrias de alimentos y bebidas, así como la madera, papel, cuero, textiles, productos químicos y las industrias farmacéuticas, y los aspectos de la energía sector.

Consejo de BE Asociada aconsejó al gobierno federal en la elaboración específica y la aplicación de la Estrategia Nacional de Investigación. El Consejo de BE, que comenzó a trabajar en 2009, está formado por expertos de diversas disciplinas profesionales de la ciencia y de negocios, los cuales, preparan recomendaciones para el desarrollo de los futuros coordinadores de investigación, y promueven el diálogo civil con los actores sociales (Federal Ministry of Education and Research (BMBF), 2015, p. 7).

Condiciones para la Integración de un Sistema Sectorial de Innovación para la Bioeconomía

En el marco de los SNI y considerando que la biotecnología es uno de los tres elementos necesarios para que exista una BE, se analizan las lógicas cambiantes, que se reflejan en las reconfiguraciones territoriales alemanas. Como una industria basada en la ciencia emergente, la biotecnología plantea nuevas exigencias en el entorno institucional de un SNI. En las industrias basadas en la ciencia, las empresas están intensamente comprometidos en la cooperación con las universidades e institutos de investigación no universitarios ya que se basan en gran medida en el intercambio de conocimientos con la base científica nacional o internacional. La dependencia de los conocimientos científicos se debe principalmente a tres rasgos distintivos que caracterizan a esas industrias: los crecientes costos de la innovación, la creciente importancia de la interdisciplinariedad y la relación estrecha entre la investigación básica y la aplicación industrial, así como entre los productores y los clientes de las innovaciones. Por consiguiente, estas industrias requieren nuevos arreglos institucionales, entre otras cosas, para financiar innovaciones, para la transferencia de tecnología, y para la coordinación de las actividades de I + D extramuros (Kaiser & Prange, 2004, p. 396).

Estrategia Nacional de Políticas Bioeconómicas

En el verano de 2013, el Gabinete Federal promulgó la Estrategia Nacional de Políticas Bioeconómicas. En ella, se describen los objetivos, enfoques estratégicos y medidas para aprovechar los potenciales de valor añadido y la creación de empleo, en el contexto de economía sostenible, y para financiar el cambio estructural hacia una economía de base biológica. La estrategia, preparada bajo la dirección de la BMEL, actúa sobre una base

interministerial, dicha estrategia formula medidas no sólo para la política de investigación e innovación, sino también de forma explícita para la industria, la política energética y la agricultura; para la política climática y el medio ambiente; así como para la política de desarrollo. La Estrategia Nacional de Políticas Bioeconómicas se basa en la estrategia de sostenibilidad del gobierno federal y está vinculada a la Estrategia Nacional de Investigación Bioeconómica 2030, promulgada en 2010 (Federal Ministry of Education and Research (BMBF), 2015, p. 8).

El objetivo de la estrategia es tener un entorno fiable y favorable a la innovación que ayude a la industria a aprovechar el potencial de crecimiento de los mercados y las tecnologías innovadoras. Esto incluye nuevos métodos de fitomejoramiento²⁰, productos químicos especiales producidos por la biotecnología o el uso de algas para los productos alimenticios, farmacéuticos o para la producción de energía. La biotecnología industrial como una tecnología clave no sólo hace la sustitución de productos a base de petróleo posible, sino que también desarrolla nuevos tipos de productos que pueden ser fabricados utilizando recursos renovables. La biotecnología es un motor que impulsa la competitividad internacional y se planea realizar más avances en esta tecnología a través de la I+D.

Asimismo, la estrategia establece cinco campos de acción prioritarios para el desarrollo de una BE competitiva a nivel internacional basada en el conocimiento. Estos son: la seguridad alimentaria mundial, la producción agrícola sostenible, alimentos sanos y seguros, la aplicación industrial de los recursos renovables, y el desarrollo de los portadores de energía basadas en la biomasa. La seguridad alimentaria siempre tiene la prioridad más alta. Además, los enfoques holísticos son esenciales para resolver conflicto entre los objetivos de estos campos de acción, para dar la misma importancia a las cuestiones medioambientales, económicos y sociales, y que estos se integren en términos de soluciones sostenibles (Federal Ministry of Food and Agriculture (BMEL), 2014, p. 3).

²⁰ Se refiere al mejoramiento genético de plantas por medio de un conjunto de actividades destinadas a mejorar las cualidades genéticas de un cultivo.

En suma, la BE en Alemania contribuye a garantizar la seguridad alimentaria para una población mundial en crecimiento para mitigar el cambio climático y para la conservación de la fertilidad del suelo y la diversidad de especies.

Agricultura y silvicultura

La agricultura y la silvicultura son dos pilares fundamentales de la BE. La biomasa de origen vegetal, producida en prados, campos y bosques proporciona la base para una economía de base biológica. La ganadería, a su vez, representa un recurso esencial para el suministro de alimentos. Enfoques de investigación recientes y tecnologías contribuirán al progreso del desarrollo sostenible en este sector.

De acuerdo con la BMEL (2014) en Alemania, los hombres que trabajan en las granjas y en los bosques ha aumentado en los últimos años (Federal Ministry of Food and Agriculture (BMEL), 2014, pp. 38-39). Después de la Segunda Guerra Mundial, un agricultor podría alimentar a diez personas: hoy en día, el número es 147. Durante los últimos años, muchos agricultores han ampliado su área de actividad produciendo materias primas para la industria y biomasa para energía renovable. A partir de la biomasa agrícola, los fermentadores producen materiales de base para los plásticos de origen biológico y otros productos químicos sostenibles. Las plantas de biogás y de las centrales de cogeneración producen calor, electricidad y combustibles. Alrededor de la mitad de los agricultores alemanes también son propietarios de los bosques. La madera como materia prima se utiliza en diversos productos: madera, madera contrachapada, madera de ingeniería, compuestos sintéticos, madera, papel, cartón, pellets y briquetas de bioenergía (Federal Ministry of Food and Agriculture (BMEL), 2014, pp. 38-39).

Ejemplos de Bioeconomía

En Alemania, la aplicación de los campos de acción prioritarios establecidos en la Estrategia Nacional de Investigación Bioeconómica 2030 promulgada en 2010, se ha enfocado en tener un entorno fiable y favorable a la innovación que ayude a la industria a aprovechar el potencial de crecimiento de los mercados y las tecnologías innovadoras. Su aplicación se da de la siguiente forma:

	CIENCIA Y ACADEMIA	DESARROLLO TECNOLÓGICO	APOYO EMPRESARIAL
AVANCE DE LA AGRICULTURA DE PRECISIÓN	La Alianza Alemana de Investigación Agraria (DFA) es una red estratégica que reúne a los científicos de las instituciones públicas de investigación.	Tractores y cosechadoras se equipan con sistemas de sensores, ordenadores de a bordo y navegación por satélite. Los resultados se combinan con datos geográficos y fertilizan los campos de acuerdo con las características del suelo y la demanda de nutrientes, reduciendo así el uso de combustible, agroquímicos y fertilizantes.	El Ministerio Federal de Agricultura ha financiado el desarrollo inicial de la DAFA desde 2010 con la financiación de puesta en marcha.
AUMENTO DE LOS RENDIMIENTOS AGRÍCOLAS Y EL USO DE RECURSOS DE MANERA SOSTENIBLE	Alemania ocupa una posición favorable en la investigación de plantas, cuenta con 30 universidades, 25 institutos para la investigación agraria relacionados con las plantas.	Se desarrollan cultivos que cumplen con los requisitos de los enfoques innovadores de investigación futura como el grano de alto rendimiento, la remolacha azucarera y álamos de rápido crecimiento.	Las actividades de investigación son financiadas por el BMBF. Se incluyen fondos de la iniciativa “Biotecnología vegetal para el futuro”, así como del programa transnacional PLANT-KBBE. Instituciones públicas de investigación y empresas implicadas en el fitomejoramiento.
GENOMAS DE LA CEBADA Y LA REMOLACHA AZUCARERA	El mapa genético-molecular es un recurso para los investigadores y criadores de plantas permitiendo que las nuevas variedades se desarrollen más precisamente.	Desarrollo instrumental para el estudio de los efectos globales y de largo plazo del cambio climático, sin que haya conclusiones firmes de las condiciones regionales climáticas extremas.	Para desarrollar estas capacidades, el BMBF ha participado en la I+D a principios de 2013, financiado por la Red Alemana de Fenotipificación ²¹ (DPPN)
AGRICULTURA ECOLÓGICA: ABONO VERDE MÁS EFICAZ	El interés se centra en los resultados de nuevas investigaciones sobre el uso de la tierra y la fertilidad del suelo, y en aumentar el rendimiento de los cultivos.	Para los agricultores orgánicos, las operaciones de base biológica sostenible han sido el núcleo de su trabajo.	En el contexto de la BE, los proyectos federales de fondos gubernamentales, junto con la estrategia de la planta de proteínas están diseñados para dar lugar a un aumento de los cultivos ricos en proteínas.

²¹ Consiste en la búsqueda de plantas de acuerdo con características externas complejas o propiedades, y su registro sin dañar o destruir las plantas.

LA PROMOCIÓN DE LA PRODUCCIÓN DE ALIMENTOS MEDIANTE EL CULTIVO SISTEMÁTICO	Instituciones del gobierno federal y de los estados son responsables del cultivo de plantas forestales bajo la dirección del Instituto de Genética Forestal Thünen. Esta estrategia está prevista para 15 años, se aplica a 6 especies de árboles del proyecto Fit-ForClim.	La madera es una materia prima valiosa para varios sectores industriales, por ello el gobierno federal en 2012 publicó su Estrategia Forestal de 2020, que establece objetivos estratégicos para la producción sostenible de madera de los bosques, donde su cultivo juega un rol clave.	Fit-ForClim se financia a través del Fondo Climático Bosque de los Ministerios Federales de Agricultura y de Medio Ambiente.
FORTALECIMIENTO DE LA GANADERÍA SOSTENIBLE	Científicos examinan y colaboran con las industrias en la cadena de valor añadido, incluyendo la alimentación animal, producción de leche y salud de los consumidores. Se ha investigado que vacas, cerdos y otros animales de granja emiten gases como el metano; que la orina y heces contienen fósforo y nitrógeno.	La ganadería constituye un recurso indispensable para el suministro de alimentos de alta calidad para consumo humano. La conservación de recursos y especies adaptadas, y la crianza de animales son de gran importancia en la BE.	Para mejorar la creación de redes de conocimientos, el BMBF desde 2010 ha financiado una serie de competencias en Redes de Investigación Agraria y Alimentaria. Los proyectos transnacionales en la Red Europea de efectividad incluyen ANIHW: Salud y Bienestar Animal, que es financiado conjuntamente por el BMBF y BMEL.
ACUAPONIA Y LA AGRICULTURA URBANA	El Instituto Fraunhofer de Medio Ambiente, Seguridad y Tecnología de Energía (UMSICHT) investiga la combinación de tecnologías de invernadero con nuevos conceptos, ingeniería de procesos innovadores e investigación de materiales para satisfacer las necesidades de la agricultura.	Un objetivo de la acuaponía es combinar el cultivo de plantas y la crianza de animales en un sistema con instalaciones cerradas que re-utilice nutrientes, productos metabólicos, dióxido de carbono y agua. Otro objetivo es implementar la agricultura urbana para cubrir la demanda de productos de la región.	Este rubro cuenta con financiamiento del BMBF, el Instituto Leibniz de Ecología de agua dulce y Pesca Continental (IG). Las instalaciones para el cultivo cuentan con la financiación del BMBF, del Instituto Leibniz de Ecología de Agua Dulce y de la Pesca Continental (IG).

Fuente: Elaboración propia con información de (Federal Ministry of Education and Research (BMBF), 2015, pp. 39-48)

En la matriz anterior se puede observar que Alemania tiene prioridad en el avance de la agricultura de precisión, implementando una institución para mejorar el desempeño, la transparencia y la visibilidad internacional. Dicha institución, llamada DAFA trabaja con sus propios foros especializados sobre temas de ganadería, legumbres, praderas, acuicultura y el futuro de los sistemas de agricultura ecológica. Además, las técnicas

agrarias han mejorado la crianza de animales y la salud animal lo que contribuye a reducir el consumo de recursos. Igualmente, podemos observar que si bien existen fondos gubernamentales y federales, los participantes privados financian parte de los costos de sus proyectos y sub-proyectos.

En cuanto a la agricultura ecológica podemos notar que los agricultores aún cultivan con métodos que conservan los recursos, protegen el medio ambiente y minimizan las intrusiones en la naturaleza; cultivan el forraje para sus animales en sus propias granjas, evitan el uso de fertilizantes minerales solubles y sustancias químicas para la protección de las plantas, fertilizan con estiércol sólido o líquido y cultivan cosechas como habas, guisantes y trébol.

Igualmente, en cuanto al fortalecimiento de la ganadería sostenible se abordan problemas para reducir las emisiones de los gases producidos por los animales y ser aplicados como materia prima para otros productos.

Asimismo, debido a la amplia financiación para la aplicación de la política del gobierno federal en Alemania de la BE, su implementación también se persigue de manera individual por los estados federales como parte de sus programas de promoción de la investigación. En la siguiente tabla se resumen las estrategias que cada uno de los 6 estados en Alemania ha puesto en marcha para el sector agricultura en las áreas de ciencia y academia, desarrollo tecnológico y apoyo empresarial:

ESTADO	CIENCIA Y ACADEMIA	DESARROLLO TECNOLÓGICO	APOYO EMPRESARIAL /FONDOS GUBERNAMENTALES
NORTH RHINE-WESTPHALIA	Promoción para la creación de redes entre departamentos y en la integración de trabajo en las ciencias humanas y sociales para el desarrollo de "buenas" normas para la BE.	Desarrollo de biopolímeros y superficies funcionalizadas; productos biofarmacéuticos, y agentes de diagnóstico.	Apoyo al Centro Interdisciplinario de Ciencia Bioeconómica (BioSC), con la participación de universidades en Aachen, Bonn, Düsseldorf, y el centro de investigación Forschungszentrum Jülich.
BADEN-WÜRTTEMBERG	En julio de 2013 se puso en marcha el Programa de Investigación Bioeconómica. Las universidades de Hohenheim, Karlsruhe y Stuttgart apoyan a las empresas en I+D.	Durante cinco años, las inversiones están previstas en las áreas de biogás, la biomasa lignocelulósica y las microalgas.	El objetivo es financiar empresas transdisciplinarias conjuntas para mejorar las redes de posibilidades existentes en la región.
ALEMANIA NORTE	En la región de Weser-Emsland se fundó el Consejo de Estrategia de BE y Sistemas Agrarios Tecnológicos, el Instituto Alemán de Tecnologías de la Alimentación. La Universidad de Ciencias Aplicadas de Osnabrück han fundado un centro de BE Aplicada (CAB).	Los planes de trabajo del gobierno del estado de Schleswig-Holstein se centran en la biotecnología marina y en el desarrollo de la acuicultura innovadora.	Las redes se han formado y desarrollado a nivel regional. El gobierno del estado de Mecklenburg-Vorpommern ha iniciado su análisis de los potenciales de la BE para destinar recursos.
ALEMANIA CENTRAL	Leuna es el lugar por excelencia de la química tradicional donde en octubre de 2012 se estableció el Centro de Procesos Químicos-biotecnológicos (CBP). Los institutos Leibnitz en Halle y la Universidad de Halle-Wittenberg colaboran.	El CBP se centra en aumentar la escala de la Investigación del laboratorio a las fases piloto de instalación, que serán utilizadas por los socios de la ciencia y los negocios.	El estado de Sajonia-Anhalt y los tres Ministerios Federales de I, Agricultura y Medio Ambiente han proporcionado más de 50 mil euros. Desde 2012 reciben fondos del BMBF a través de la financiación del clúster de BE, para desarrollarla como un centro de coordinación.
BAVARIA	Los enfoques bioeconómicos están atrayendo principalmente la atención en el sector químico.	El grupo de especialistas en química Clariant opera una planta de demostración en Straubing para la conversión de la paja en biocombustible.	El gobierno federal financia innovaciones de producto y proceso para nuevos mercados internacionales.
HESSEN	Región beneficiada por fondos federales y estatales es el Centro de Microbiología sintético (SYNMIKRO) operado por la Universidad Philipps y el Instituto Max Planck de Microbiología Terrestre en Marburg.	El gobierno del estado, además, proporciona fondos para los esfuerzos en la biotecnología y la tecnología del medio ambiente.	Combinación de fondos del gobierno federal con fondos del estatales para el desarrollo de la excelencia científica y económica (LOEWE).

Fuente: Elaboración propia con información de (Federal Ministry of Education and Research (BMBF), 2015, pp. 7-10)

En Alemania del Norte en la región de Weser-Emsland las redes se han fortalecido a nivel local, se fundó el Consejo de Estrategia de BE y los Sistemas Agrarios Tecnológicos, el Instituto Alemán de Tecnologías de la Alimentación y la Universidad de Ciencias Aplicadas de Osnabrück. Los planes de trabajo del estado de Schleswig-Holstein se centran en la biotecnología marina y en el desarrollo de la acuicultura innovadora.

En Nordrhein-Westfalen se promueve la creación de redes y el desarrollo de "buenas" normas para la BE. Se desarrollan nuevos biopolímeros, productos biofarmacéuticos, y agentes de diagnóstico. El Centro Interdisciplinario de Ciencia Bioeconómica y algunas universidades cuentan con apoyo gubernamental.

Hessen se beneficia por fondos federales y estatales. Es el Centro de Microbiología sintético operado por la Universidad Philipps y el Instituto Max Planck de Microbiología Terrestre en Marburg.

La región de Leuna de Alemania Central es el lugar de la química tradicional, ahí colaboran los institutos Leibnitz en Halle y la Universidad de Halle-Wittenberg. Desde 2012 reciben fondos del BMBF para el desarrollo como un centro de coordinación.

En el 2013 Baden-Württemberg puso en marcha el Programa de I Bioeconómica. En las universidades de Hohenheim, Karlsruhe y Stuttgart se apoyan a las empresas en I+D. El desarrollo tecnológico y las inversiones durante cinco años están previstas en las áreas de biogás, la biomasa lignocelulósica y las microalgas.

En la región de Bavaria los enfoques bioeconómicos en el sector químico, atrajeron al grupo Clariant, cuya fábrica opera con biocombustible. El gobierno federal financia innovaciones de producto y proceso para nuevos mercados, internacionales.

Fuente: Elaboración propia con información de (Federal Ministry of Education and Research (BMBF), 2015, pp. 7-10)

De esta manera, tomando en consideración la matriz y el mapa con la información sobre los avances en ciencia y academia, desarrollo tecnológico y apoyos empresariales/fondos gubernamentales de la República Federal Alemana y su integración de la BE en la PCTI podemos decir que este país está teniendo un avance sólido y con objetivos claramente establecidos; las interacciones entre gobierno, academia y empresa están sustentadas en la información que se comparten entre ellos. Por ello, en Alemania se estableció en 2009 un consejo de BE formado por académicos, investigadores del sector público y del departamento del gobierno federal, el cual funciona como un consejo asesor independiente al gobierno. Dicho consejo en su documento de 2011 titulado "Estrategia Nacional de Investigación Bioeconomía 2030: Nuestra ruta hacia una economía de base biológica", incluye una serie de medidas para mejorar la eficiencia de los recursos y la sostenibilidad para la industria y el aprovechamiento de las oportunidades asociadas con la BE para la transformación social y económica. Asimismo en la estrategia se describen los objetivos, enfoques estratégicos y medidas para aprovechar los potenciales de valor añadido y la creación de empleo, en el contexto de economía sostenible, y para financiar el cambio estructural hacia una economía de base biológica; formula medidas no sólo para la política de investigación e innovación, sino también de forma explícita para la industria, la política energética y la agricultura; para la política climática y el medio ambiente; así como para la política de desarrollo.

En conclusión podemos decir que el análisis contemporáneo de la políticas públicas en Alemania se basa en explicaciones causales y bases cuantitativas. Además se busca establecer el proceso de construcción social de las políticas públicas a través del discurso político, el aprendizaje político y la integración de los distintos actores que participan en la creación de las mismas.

Capítulo 4 LA BIOECONOMÍA EN MÉXICO

El análisis contemporáneo de la políticas públicas en México demuestra que el modelo interactivo es el que domina, esto debido a que en nuestro país se enfatiza la importancia de vincular los agentes que ofertan recursos científicos y tecnológicos con los que demandan. Sin embargo, Amaro (2013) cita que en investigaciones como la de Jaso en 2005 muestran que en realidad domina un modelo technology- push, esto debido a que existe una gran concentración en las capacidades científicas básicas (Amaro, 2013, p. 147).

Aunado a lo anterior, la investigación sugiere que en México se han generado políticas horizontales, aunque en el discurso se apele a las políticas verticales. La evidencias en los instrumentos de evaluación utilizados revelan que no existe discrecionalidad en los mecanismos y en general las medidas son de tipo regulatorio sin que se constituyan como un marco institucional que determine incentivos (Amaro, 2013, p. 147).

Ahora bien, en materia de PCTI México cuenta con la ley de Ciencia y Tecnología y la Ley Orgánica de Conacyt de 2002; además, del Programa Especial de Ciencia y Tecnología²², que es el instrumento para la aplicación de la PCTI. El principal encargado de organizar parte de los recursos que se destinan para la CTI en el país es el Consejo Nacional de Ciencia y Tecnología (Conacyt) a través de una serie de instrumentos de fomento, apoyo y consolidación para los distintos actores del sistema nacional.

La integración de la BE en las políticas públicas en México existe únicamente en el discurso para el cumplimiento de las políticas públicas, lo más cerca que se tiene en este país es la base biotecnológica desarrollada hasta el momento, esto debido a que en México no se ha definido un plan integral, estrategias ni acciones que alienten el desarrollo de la biotecnología en el país, ni, mucho menos, se han establecido prioridades o áreas de interés. Aún cuando en los PECITIs sí mencionan áreas prioritarias, el

²² La Ley para el Fomento de la Investigación Científica y el Desarrollo Tecnológico de 1999 estaba incluida, sin embargo quedó derogada por la Ley del 2002. El marco normativo que coordina la planeación estatal de la CTI en México es tan reciente como esa Ley que data de finales de la década de 1990, las políticas de Estado que trascienden las medidas sexenales de corto plazo, están respaldadas por tales legislaciones, pero cuya operación data realmente de principios de la década del 2000.

desarrollo no se ha consolidado en el país debido a tres obstáculos principales: el primero es que en algunos programas, las áreas o son muchas o algunas están planteadas con términos demasiado generales; el segundo tiene que ver con las preferencias y visiones de los comités de pares evaluadores de las convocatorias de varios programas, así como con la lógica de los funcionarios que operan los programas, lo cual mantiene los apoyos a los temas habituales; el tercero tiene que ver con el hecho de que el fomento de un área prioritaria requiere la planeación de un esfuerzo estratégico integral, y no dejarlo únicamente en la enunciación de un documento de programa, pues de esta manera, la oferta de apoyo puede no corresponderse con las demandas, capacidades e intereses de la comunidad de CTI, ni tampoco con las competencias de gestión de los funcionarios en turno.

El Enfoque de la Bioeconomía en México

Tan solo en los últimos diez años, la BE ha logrado tener un lugar en las agendas de los países, no solo los del G-7, sino en más de 30 países incluidos México. En este sentido, México estableció como segundo eje -dentro de los cinco ejes- de política pública del Plan Nacional de Desarrollo (PND) 2007-2012 el desarrollo de una economía competitiva y generadora de empleo, mediante el sector rural; teniendo entre sus objetivos: elevar el nivel de desarrollo humano y patrimonial de los mexicanos que viven en las zonas rurales y costeras; abastecer el mercado interno con alimentos de calidad, sanos y accesibles, provenientes de nuestros campos y mares; y, mejorar los ingresos de los productores incrementando nuestra presencia en los mercados globales, vinculando con los procesos de agregación de valor.

Por su parte el cuarto eje, se refiere a la sustentabilidad ambiental como la administración eficiente y racional de los recursos naturales, de manera tal, que sea posible mejorar el bienestar de la población actual sin comprometer la calidad de vida de las generaciones futuras. Entre sus objetivos destacan: integrar la conservación del capital natural del país con el desarrollo social y económico; y reducir las emisiones de gases de efecto invernadero (GEI). Resulta imperativo conjuntar el crecimiento económico con la sustentabilidad ambiental, para asegurar un desarrollo sostenido a largo plazo.

En este contexto, el Programa Sectorial de Desarrollo Agropecuario y Pesquero 2007-2011, retoma el sentir del Plan Nacional de Desarrollo, al buscar mejorar los ingresos de los productores incrementando su presencia en los mercados globales, vinculándolos con los procesos de agregación de valor y la producción de bioenergéticos. Además se plantea revertir el deterioro de los ecosistemas, a través de acciones para preservar el agua, el suelo y la biodiversidad.

El proyecto de Bioeconomía 2010

El 28 de noviembre de 2008, se publicó la Ley Para el Aprovechamiento de Energías Renovables y el Financiamiento de la Transición Energética, la cual establecen su artículo 27 la creación del Fondo para la Transición Energética y el Aprovechamiento Sustentable de la Energía. El objetivo es contribuir a la conservación, uso y manejo sustentable de los recursos naturales utilizados en la producción primaria mediante el otorgamiento de apoyos que permitan inducir una nueva estructura productiva a través de la producción de biocombustibles y biofertilizantes y abonos orgánicos, el aprovechamiento sustentable de la energía y el uso de energías renovables (SAGARPA, FIRCO, 2013, p. 3).

Aún cuando el proyecto consideraba el conocimiento generado en biotecnología, la base biotecnológica y la interacción entre las aplicaciones, se desechó en la actual administración del presidente Enrique Peña Nieto (2012-2018) cuando cambió su gabinete político. En México, el desarrollo de la agricultura está a cargo de la SAGARPA, la cual cuenta con programas de fomento para incrementar la productividad de las unidades económicas rurales agrícolas mediante incentivos económicos (SAGARPA, FIRCO, 2013)

La Biotecnología en México

A partir de la entrada de México al TLCAN se realizaron una serie de modificaciones institucionales relacionadas con el sector agrícola, sobre todo las referentes al

extensionismo²³ y a la nueva forma de gestionar y canalizar los recursos para los agricultores a través de los diversos programas de SAGARPA.

Es con la Ley de Desarrollo Rural Sustentable (2001), que se plantearon nuevos esquemas de apoyo a la generación y diversificación del empleo, a la incorporación y la participación del sector en pequeña escala en el desarrollo nacional y se asignó prioridad a zonas consideradas débiles. Dicha Ley estableció que la SAGARPA es la encargada de coordinar los órganos ejecutores cuyos objetivos son la investigación agrícola, la generación de tecnología, la experimentación y el extensionismo (OCDE, 2011) Para lograr lo anterior, se planteó la generación de un Sistema Nacional de Investigación y Transferencia Tecnológica para el Desarrollo Rural Sustentable (SNITT) como responsable de la coordinación de las actividades del sector público como del privado en la investigación agrícola, el desarrollo de tecnología y la transmisión de conocimientos, los Comités Sistema Producto y el Sistema Nacional de Capacitación y Asistencia Técnica Integral (SINACATRI) como responsable de la capacitación y la transferencia de la tecnología (OCDE, 2011)

Otra de las modificaciones propuestas fue en relación a la forma de financiamiento del sector; se determinó que tanto Fundaciones PRODUCE como CONACYT son los encargados de distribuir y administrar fondos para la investigación en el sector agrícola, mientras que INIFAP, IES, CPI y organizaciones de agricultores son los ejecutores y beneficiarios de dichos apoyos, tratando de estructurarlo siempre alrededor de los Comités Sistema Producto. La investigación que se financia en el sector agrícola y alimentario es muy diversa y abarca muchas áreas de acción diferentes, pero sin duda alguna, mucha de ella tiene relación o es Biotecnología en sí misma.

Las características de la Biotecnología en los PD es distinta a las de los PMD; las grandes empresas en países como México no financian investigaciones a granel, por el contrario,

²³ Se refiere a un modelo dominante a través del cual se capacita, entrena, orienta y enseña a los productores sobre diversas técnicas, tecnologías y prácticas diversas. Este esquema ha evolucionado y ahora comprende mecanismos que pretenden ser más incluyentes con los productores al considerarlos como un ente propositivo capaz de ser partícipe en las soluciones que se requieren (Amaro Rosales & De Gortari, 2015).

son selectivas en cuanto al tema. Tampoco se cuenta con una amplia infraestructura que dote de los recursos necesarios a los centros universitarios de investigación para que se sitúen en la frontera de la investigación científica y son pocos los que cuentan con reconocimiento a nivel internacional. Y a pesar de que las empresas extranjeras reconocen el potencia de la investigación nacional, son pocos los proyectos financiados y aún menos los trabajos conjuntos de I+D (Amaro, 2013, p. 148).

Dinámica de la Biotecnología en México

En el caso de México el sector biotecnológico aún no es un sector consolidado; existen ciertas áreas que cuentan con un potencial claro de expansión y con la calidad para competir a nivel internacional. Pero aún es insuficiente la cantidad de personas, organizaciones e instituciones involucradas (Amaro, 2013, p. 96).

Al ser el Programa Especial de Ciencia y Tecnología el instrumento fundamental de planeación del gobierno federal, no se focaliza y existe demasiada generalidad. La definición de áreas claves de desarrollo, no tiene sentido si no se genera una estrategia propia para cada área propuesta. CONACYT al ser el encargado de algunas herramientas e instrumentos, tampoco establece criterios diferenciados de apoyo y ninguna de las áreas claves tiene prioridad sobre las otras, ya sea para programas, proyectos, financiamiento y mucho menos existe un programa especial. A diferencia de países como Alemania donde se apostó fuertemente por crear la llamada Bio-Región o los Bio-Clúster de algunos países europeos; o los programas focales hacia la Biotecnología agrícola en Canadá con fuertes incentivos mediante los derechos de propiedad y los mecanismos de comercialización. Lo que demuestran los países citados es que no solamente es necesario plantear las prioridades, sino la estrategia integral que incluya incentivos claros y modificaciones institucionales (Amaro, 2013, p. 146).

En México existen diversos tipos de empresas biotecnológicas divididas en cinco categorías: a) empresas de innovación biotecnológica; b) de innovación en ingeniería; c) de manufactura de productos biotecnológicos; d) de servicios técnicos y analíticos y e) consumidoras de productos e ingredientes biotecnológicos. De éstas cinco categorías, las primeras dominan la cadena de valor y marcan tendencia tecnológica a nivel mundial,

sectorial o regional dado que cuentan con características propias de investigación y desarrollo (I+D) que les permiten mejorar y generar procesos y productos. En esta categoría encontramos grandes empresas internacionales que cuentan con una larga trayectoria de I+D. Estas empresas no solo plantean una desventaja con respecto a las empresas que dominan en el sector, sino que también representan la oportunidad de aprovechar el conocimiento científico y tecnológico que ya ha sido desarrollado y probado (Amaro, 2014, p. 8).

De acuerdo a la información presentada por Quintero (2009) citado por Amaro (2014) existen en México alrededor de 695 empresas biotecnológicas en los sectores de alimentos (incluye bebidas), farmacéutica, medio ambiente, agrícola y pecuario. Aunque existen otros datos como los de Trejo (2010) –citado también en Amaro (2014)- que hablan de 303 empresas de Biotecnología de las cuales alrededor de 66 se enfocan a la agroindustria, 36 a los alimentos, 16 del área ambiental, 23 de fermentaciones, 18 pecuarias, 118 farmacéuticas y 26 de servicios. Sin embargo, no se distingue entre aquellas que sólo hacen uso de alguna técnica biotecnológica y aquellas que desarrollan procesos de I+D. De acuerdo con la exploración de Amaro (2013) se infiere que son alrededor de 70 empresas (incluyendo las subsidiarias de transnacionales) las que desarrollan I+D propia o bien que mantienen relaciones de vinculación con universidades o centros públicos de investigación. La mayoría de estas empresas son micro y pequeñas empresas concentradas en el sector agrícola que desarrollan mejoras en algunos cultivos o bien en fertilizantes. Existen también empresas de alimentos que en general realizan mejoras en los procesos de conservación y que en su mayoría son pequeñas y medianas. Por su parte, están las empresas farmacéuticas que aunque son pocas, han logrado los mayores avances en el desarrollo de bio-medicamentos en áreas muy específicas de la salud.

En general el panorama muestra pocas empresas, en su mayoría micro y pequeñas que no cuentan con laboratorios propios de I+D. Tampoco existen vínculos de colaboración constante con universidades u otras organizaciones que generan conocimiento científico y tecnológico. Pueden hallarse subsidiarias de transnacionales que dominan sobre todo en el sector agrícola, una empresa azucarera que está incursionando en el tema del

bioetanol y sólo el sector farmacéutico tiene representantes nacionales con proyección a nivel internacional, sin embargo no son elementos representativos del sector sino la excepción del comportamiento general (Amaro, 2013, p. 100).

El Contexto Institucional para la Bioeconomía en el Sector Agrícola

Con la administración federal (2006-2012), encabezada por el Presidente Felipe Calderón, se inició la visión de fomentar en el Estado mexicano una administración pública orientada hacia resultados. Basados en este nuevo enfoque se crea el Sistema de Evaluación de Desempeño (SED), el cual es un modelo de gestión que establece las directrices para que el gobierno federal evalúe sus programas, políticas y el desempeño de las instituciones y que define a las estructuras de gobierno.

Uno de los aspectos primordiales de cambio en este nuevo enfoque es la modernización administrativa en México y la obligación para que los tres órdenes de gobierno evalúen su administración con base en resultados.

Sin embargo, uno de los principales problemas que se tiene en México es la tendencia generalizada hacia la autocrítica institucional sobre los avances y retrocesos en las políticas públicas, y la escasa capacidad institucional de redefinir objetivos, estrategias y metas. Esta situación de México también existe en los países latinoamericanos (Ospina, 2000), esto debido a que a pesar de la inclusión del enfoque de las políticas públicas como parte de la gestión local, la consideración a los procesos de evaluación, monitoreo y seguimiento es muy escasa.

Además en el caso mexicano, las políticas públicas nacionales no necesariamente han promovido la creación de valor público, porque se considera que no ha sido una prioridad en la agenda gubernamental. La preocupación central tradicionalmente ha sido mantener la estabilidad de los indicadores macroeconómicos, dejando en segundo plano, la creación de políticas efectivas que pudieran reducir la inseguridad en México, así como otros problemas nacionales.

En resumen, podemos decir que el tipo de modelo de gestión y las políticas públicas en México han tenido dificultades para solucionar los grandes problemas nacionales que existen desde hace décadas. La causa no ha sido totalmente atribuida a un problema de capacidades para gobernar la complejidad social y política de México, sino el problema central se asocia a una concepción ideológica del papel del Estado, la regulación económica y la ausencia en los procesos de evaluación tanto de la gestión como de las políticas públicas con un enfoque estratégico y orientados hacia la competitividad y el bienestar. (Ramos, Sosa, & Acosta, 2011, pp. 75-84).

Condiciones para la Integración de un Sistema Sectorial de Innovación para la Bioeconomía

Existe un marco institucional en México para la Biotecnología, sin embargo esta débilmente planteado, sobre todo por la poca capacidad de sancionar y promover. Y a pesar de existir, no aporta incentivos claros para los agentes. Es más un problema de calidad y direccionalidad que de inexistencia; la generalidad de ciertas normas y el desconocimiento por parte de los actores ha sido parte fundamental de que no exista una retroalimentación positiva para el sector.

El marco institucional existente no genera incentivos adecuados, ya que no son claros y tampoco directos. La mayoría de las organizaciones y las leyes sólo se encuentran en el nivel de normar la conducta, pero significa sobre todo prescripciones, pero no incentivos ni reglas. No existen aún los mecanismos necesarios para que pueda potencializarse la actuación de los agentes del sector, éstos no los consideran incentivos en primer lugar por desconocimiento, pero sobre todo por el bajo impacto que tienen al no castigar ni premiar conductas favorables o no al desarrollo biotecnológico.

Finalmente, en el caso de nuestro país no existe sincronía y coordinación, esto es importante ya que si existiera un programa o plan nacional referente a la bioeconomía que considere la base y el conocimiento biotecnológico, podrían definirse más claramente lo que cada organismo y ley tiene como objetivo, límites y alcances. Esto debido principalmente a la serie de medidas planteadas en respuesta a problemas emergentes,

cortoplacistas, sin una visión clara y carentes de objetivos y metas, mismos que no permiten el diseño de una política clara enfocada al desarrollo del sector agrícola.

Agricultura

El contexto de la agricultura en México es variable. Primeramente es importante mencionar que este sector en México es pequeño, está a la baja con respecto a la economía total y ocupa cerca del 4% del PIB. Aún cuando esta cifra podría interpretarse como que el sector está minimizado, cabe la pena señalar que el sector emplea alrededor del 13% de la fuerza de trabajo, lo que representa unos 3.3 millones de agricultores y 4.6 millones de trabajadores asalariados y familiares no remunerados. En México, alrededor del 24% de la población total vive en zonas rurales (con datos del 2005), lo cual no es un dato menos importante (OCDE, 2011, p. 4).

En nuestro país la agricultura tiene eslabonamientos ascendentes y descendentes con otros sectores, lo que significa que ésta está cada vez más integrada con el resto de los sectores y de la economía, esto al comprar insumos intermedios y vender sus productos como insumos intermedios en otros sectores.

México ha tenido una larga historia de innovación agrícola que se remonta hasta la época precolombina, ya que el país ha sido el centro de origen de varios de los principales cultivos del mundo, de manera muy destacada el maíz y el frijol.

La era moderna del extensionismo y la investigación agrícolas comenzó a principios del siglo XX y el apoyo público se consolidó después de la Segunda Guerra Mundial con la creación de la Oficina de Estudios Especiales. A principios de la década de 1960, se fundó el Instituto Nacional de Investigaciones Agropecuarias (INIA, ahora INIFAP). Dicho acontecimiento coincidió con la era de la Revolución Verde, durante la cual el sistema de investigación agrícola de México contribuyó a la difusión mundial de genoplasma de trigo y de maíz de alto rendimiento. Durante este periodo, desde la década de 1960 hasta la de 1990, el gobierno mexicano desarrolló un sistema de extensión y transferencia de tecnología agrícola. La Secretaría de Agricultura y Recursos Hidráulicos (SARH) apoyó el extensionismo a través de la Dirección del Sistema de Extensión Agrícola y la investigación pro medios INIA. Las prioridades tanto en la investigación como en el

extensionismo durante este periodo fueron la sustitución de importaciones, la seguridad alimentaria y el apoyo de los agricultores de subsistencia. Eso significaba que el apoyo se concentró en los alimentos básicos, es decir, maíz, trigo, frijol, arroz y sorgo (OCDE, 2011, p. 17).

Desde 2001, la política agrícola y su aplicación han sido la base de la Ley de Desarrollo Rural Sustentable que apoya la generación y diversificación del empleo, garantiza la incorporación y la participación del sector agrícola en pequeña escala en el desarrollo nacional, y asigna prioridad a las zonas marginadas y a los sectores económicamente débiles de la economía rural. En el área de la investigación y el extensionismo, la Ley delega su aplicación a la SAGARPA, la cual coordina a los diversos órganos ejecutores, cuyos cometidos son la investigación agrícola, la generación de tecnología, la realización de pruebas y el extensionismo.

Asimismo, el Sistema Nacional de Innovación Agrícola ha tenido una serie de reformas durante los últimos 25 años, las cuales fueron impulsadas por la necesidad de una mayor eficiencia y eficacia en la prestación de servicios públicos, la reducción de la nómina del gobierno federal en el sector, y la necesidad de contar con un sector más competitivo. En el caso del extensionismo agrícola, las reformas provocaron la disolución del sistema de extensionismo nacional y se puso en marcha el programa para la creación de un mercado de extensión privada en todo el país, con el objetivo de apoyar la ejecución de los programas gubernamentales en el nivel local. En cuanto a la investigación agrícola, el Instituto Nacional de Investigaciones Forestales y Agropecuarias (INIFAP) fue designado en 2003 como un Centro Público de Investigación autónomo. Además, la creación de las Fundaciones Produce, instituidas en 1996, han sido una innovación institucional importante. Estas instituciones son dirigidas de forma privada, constituidas en el nivel estatal con un órgano de coordinación federal, la Coordinadores de las Fundaciones Produce (COFUPRO); el financiamiento de dichas instituciones se obtiene en un 50% por el nivel federal y el otro 50% el nivel estatal. De esta manera, las Fundaciones Produce son los agentes con mayor influencia para determinar el alcance, la prioridad y el contenido de la agenda del programa nacional de investigación agrícola (OCDE, 2011, pp. 4-5).

En nuestro país, los agricultores cuentan con asistencia técnica al acceder a los distintos programas de apoyo de la SAGARPA, es decir, no se cuenta con un servicio de extensionismo agrícola específico. Dicha asistencia tiene no solamente el objetivo de apoyar a los agricultores para ser más eficientes sino también de facilitar su incorporación a las cadenas de valor. En este sentido, el apoyo que los agricultores reciben del sector privado incluyen la planeación estratégica, la formulación de proyectos, el acceso a los recursos públicos, la asesoría técnica, las estrategias comerciales y la capacitación, entre otros (OCDE, 2011, p. 5). Sin embargo, el principal problema que se genera de este tipo de organización es que la fuerza que impulsa la demanda del acceso a estos servicios es el acceso a los programas de gobierno, cuya elegibilidad requiere más que solo asistencia técnica o intermediarios; un problema de carácter sistémico de tener este tipo de organización es la falta de una evaluación de impacto, esto debido a que desde la generación hasta la difusión de la tecnología en todas las instituciones (OCDE, 2011, p. 6)., es decir que al no existir una cultura de la evaluación, no se cuenta con un sistema de rendición de cuentas claras en todo el sistema.

En cuanto al financiamiento para este sector se puede decir que el sistema de investigación agrícola abarca una extensa gama de instituciones que incluye financiamiento; tales como, las Fundaciones Produce y el CONACYT, órganos ejecutores como el INIFAP, universidades e institutos de investigación y beneficiarios como las organizaciones de agricultores y las entidades de la cadena de producción (Comités Sistemas Producto). Además el sector público es la principal fuente de recursos para la investigación que realizan las instituciones en este sector. El INIFAP recibe financiamiento de la Secretaría de Hacienda y Crédito Público (SHCP) por conducto de la SAGARPA. Su situación legal le da autonomía técnica, operativa y administrativa. La Universidad Autónoma de Chapingo (UACH) es financiada por la SAGARPA, y otras universidades dependen de la Secretaría de Educación Pública (SEP). Fuera de estas fuentes, las instituciones de investigación compiten por financiamiento de fondos competitivos para realizar sus actividades. Este financiamiento procede de dos fuentes, el Fondo Sectorial CONACYT-SAGARPA y los recursos del Programa de Soporte de SAGARPA, que se canalizan mediante COFUPRO a las Fundaciones Produce (OCDE, 2011, p. 18).

Una propuesta para consolidar los servicios de extensión sería situarse dentro de una reforma general del sistema de innovación agrícola que incluya la política pública, el financiamiento y la aplicación, tanto en el sistema de investigación como en el de extensión. Una premisa básica de este plan es la identificación de funciones y responsabilidades en todos los niveles de gobierno, desde el federal hasta el local. En el ámbito nacional, el desarrollo de la estrategia general, el financiamiento y la evaluación de impacto son funciones importantes, mientras en los niveles estatal y local tienen una ventaja comparativa al evaluar las necesidades, identificar a los beneficiarios, y diseñar y ejecutar los programas en la práctica. Otra premisa es que, si bien en México se cuenta con muchos de los elementos de un sistema de innovación, carece del nivel de interacción institucional, la colaboración y los circuitos de retroalimentación que distinguen a los sistemas de innovación eficientes, por lo cual es necesaria una estrategia institucional que permita establecer y mantener esos vínculos –que comprende desde las instituciones de investigación y las empresas del sector privado, hasta los agricultores- (OCDE, 2011, p. 7).

Ejemplos

Tal como se mencionó, el 28 de noviembre de 2008 se publicó la Ley para el Aprovechamiento de Energías Renovables y el Financiamiento de la Transición Energética, cuyo objetivo fue el de contribuir a la conservación, uso y manejo sustentable de los recursos naturales utilizados en la producción primaria mediante el otorgamiento de apoyos que permitan inducir una nueva estructura productiva a través de la producción de biocombustibles y biofertilizantes y abonos orgánicos, el aprovechamiento sustentable de la energía y el uso de energías renovables (SAGARPA, FIRCO, 2013, p. 3). En dicha ley se pueden extraer los elementos a considerar para la integración de la BE en México en las tres categorías enlistadas:

CIENCIA Y ACADEMIA	DESARROLLO TECNOLÓGICO	APOYO EMPRESARIAL/ FONDOS GUBERNAMENTALES
Formación de recursos humanos especializados	Multiplicación de semillas, plantas y material vegetativo para la producción de insumos bioenergéticos	Fideicomiso de Riesgo Compartido (FIRCO) -apoyos directos- hasta 400 MDP Fideicomisos Instituidos en Relación con la Agricultura (FIRA) –garantías- hasta 200 MDP Financiera Rural (Apoyos directos y crédito) hasta 100 MDP
	Establecimiento de cultivos a nivel comercial para la producción de insumos e bioenergéticos	
	Apoyo a proyectos de plantas piloto y/o proyectos integrales, y proyectos innovadores de producción de insumos para bioenergéticos	
	Proyecto de uso de energía renovable en actividades productivas del sector agropecuario	
	Eficiencia energética en el sector Agroalimentario	
	Producción de biofertilizantes y abonos orgánicos	FIRCO (Apoyos directos)
	I+D tecnológico, validación de paquetes tecnológicos de cultivos agrícolas o de algas con potencial productivo para la obtención de biomasa utilizada en la producción de biocombustibles, energías renovables, eficiencia energética y energías alternas	Fondo Sectorial SAGARPA CONACYT hasta 100 MDP
	Proyectos específicos	Fondo de Capitalización e Inversión del Sector Rural (FOCIR) hasta 200 MDP

Fuente: Elaboración propia con información de (Secretaría de Agricultura, Ganadería, Desarrollo Rural, Pesca y Alimentación (SAGARPA), 2015)

En esta matriz se puede apreciar que las políticas públicas a nivel federal han puesto especial interés en la formación de recursos humanos especializados a través de distintos instrumentos como los programas de becas o el sistema nacional de investigadores. Esto ha significado un crecimiento de la masa crítica de científicos y profesionales, pero no existen los incentivos adecuados para que esos recursos humanos realicen investigación aplicada y desarrollo tecnológico con impacto en la producción de alimentos, mucho menos innovación.

En resumen podemos decir que la política pública en México se ha centrado en resolver problemas emergentes, poniendo énfasis únicamente en el desarrollo de capacidades científicas que si bien son una condición para los procesos de innovación, no son suficientes para solucionar problemas productivos o socioeconómicos.

La BE hasta el momento no es una prioridad en México, el acercamiento más próximo que se tiene a ella es la biotecnología, la cual ha sido considerada una de las cinco áreas estratégicas del conocimiento señaladas por el Conacyt dentro de los dos Programas Especiales de Ciencia, Tecnología e Innovación (PECYT 2001-2006 y 2007-2012). Ambos programas establecen líneas de acción reconociendo que la biotecnología ha sido desarrollada, principalmente, en centros e instituciones de investigación pública; por lo que es necesario fomentar la *articulación y la vinculación* entre estos centros de investigación y las empresas, para lograr el desarrollo de tecnología competitiva a nivel internacional, al menos en algunos campos, además de fortalecer y ampliar la red de laboratorios de detección de organismos genéticamente modificados de las diferentes instancias gubernamentales y *extender los lazos* con los laboratorios de las instituciones educativas y de investigación.

Recordemos que uno de los tres elementos que se requieren para que haya BE es la base biotecnológica; en México en el área de biotecnología aunque existen importantes capacidades científicas y una masa crítica de capital humano, ello no garantiza que haya transferencia del conocimiento científico producido en las instituciones de educación e investigación hacia los agentes del sector productivo. Los empresarios, investigadores, encargados de transferencia tecnológica de universidades y el análisis de la información documental sobre temas de vinculación universidad-empresa, revelaron que existe poca

colaboración entre las universidades o centros de investigación y las empresas, debido a trabas burocráticas y culturales que han impedido establecer relaciones para co-innovaciones entre dichos agentes (Amaro & Villavicencio, 2015).

En síntesis, si la dirección del sector de la Biotecnología en México es aún incierto, más lo es aún el de la BE, ya que ésta última no es un tema central de las políticas públicas. Si bien, la BE está incluida en el discurso y en el PECyTI, ésta no es una prioridad del estado mexicano, ya que no se desea dar continuidad a dicha tendencia. La valorización de la búsqueda de la sustentabilidad como parte de las políticas públicas y su inclusión en los programas dirigidos a apoyar a la agricultura en México ha implicado que se tome en consideración la convergencia de conocimiento en busca incrementar la producción, la diversidad y la seguridad alimentaria se apoye el uso de prácticas y recursos localmente disponibles y su combinación con insumos externos para su manejo, apoyada en la inclusión de las comunidades locales en todas las etapas (Amaro & De Gortari, 2015, p. 177) sin que hasta el momento este modelo sea aplicado con éxito.

Capítulo 5 POSIBILIDADES DE LA BIOECONOMÍA EN ALEMANIA Y EN MÉXICO

Con la finalidad de analizar en qué medida la BE se ha introducido en la agenda de las políticas públicas de fomento a la CTI en los países analizados, es necesario recuperar el concepto de paradigma en la medida en que unifica el entendimiento de un conjunto de actores diversos con relación a un problema y sus medios de solución. Este concepto, en el contexto de transición de un paradigma tecno-económico a otro nos permitirá valorar en qué medida los nuevos valores y metas de la política en cada país, plasmados en sus marcos normativos, han trascendido y permeado en sus sistemas nacionales y sectoriales de innovación, y analizar en qué medida se han generado sinergias entre los incentivos de los diversos programas, fortaleciendo el cambio, o si se mantienen las inercias del paradigma tecno-económico anterior.

En este sentido recordemos que un paradigma incorpora una perspectiva, una definición de los problemas relevantes que deben abordarse y los patrones de consulta con el fin de hacerles frente. Un paradigma implica una vista de las supuestas necesidades de los usuarios y los atributos de los productos o servicios que valoran. Igualmente abarca los principios científicos y técnicos pertinentes para el cumplimiento de esas tareas y las tecnologías específicas utilizadas. Un paradigma también implica patrones específicos de solución a los problemas técnico-económicos basado en principios seleccionados derivados de las ciencias naturales, en forma conjunta con las normas específicas destinadas a la adquisición de nuevos conocimientos relacionados. Finalmente, un paradigma incluye un entendimiento acerca de cómo y por qué funciona una práctica prevaleciente junto con la participación y redefinición de los distintos actores participantes, por lo tanto la aceptación de un nuevo paradigma no es solo cuestión de entendimiento ni de tiempo, es cuestión de apertura, de nuevas formas de realizar las cosas, de nuevas visiones y de prácticas aceptadas por los actores participantes.

A nivel internacional, se encontró la importancia que tiene la BE para el grupo G-7 y otros 30 países—incluidos México- (ver anexo 1). Las preguntas sobre qué es la BE, cuál es su importancia y qué alcances tiene, mismos que se convertirán en temas importantes para

el debate en los años por venir. Algunos sectores de la BE han surgido y están creciendo, aunque todavía existen varias limitaciones importantes del futuro crecimiento en otros sectores.

En cuanto a las políticas públicas, los países han adaptado los modelos de políticas públicas considerando distintos enfoques tanto en los actores, en los distintos niveles de aplicación, en su contexto histórico pasado y actual.

En el caso de México, a nivel federal se ha puesto especial interés en la formación de recursos humanos especializados a través de distintos instrumentos como los programas de becas o el sistema nacional de investigadores. Esto ha significado un crecimiento de la masa crítica de científicos y profesionales, pero no existen los incentivos adecuados para que esos recursos humanos realicen investigación aplicada y desarrollo tecnológico con impacto en la producción de alimentos, mucho menos innovación. Es decir, que la política pública se ha centrado en resolver problemas emergentes, poniendo énfasis únicamente en el desarrollo de capacidades científicas que si bien son una condición para los procesos de innovación, no son suficientes para solucionar problemas productivos o socioeconómicos. El rumbo del sector de la Biotecnología en México es incierta, más lo es aún el de la BE, ya que ésta última no es un tema central de las políticas públicas de nuestro país. Si bien, la BE está incluida en el discurso y en el PECyTI, ésta no es una prioridad del estado mexicano, ya que no se ha logrado hasta el momento dar continuidad a dicha tendencia iniciada en el sexenio anterior (2006-2012). La valorización de la búsqueda de la sustentabilidad como parte de las políticas públicas y su inclusión en los programas dirigidos a apoyar a la agricultura en México ha implicado que se tome en consideración la convergencia de conocimiento en busca incrementar la producción, la diversidad y la seguridad alimentaria se apoye el uso de prácticas y recursos localmente disponibles. El retraso en la integración del conocimiento biotecnológico, el uso de la biomasa renovable y la integración entre las aplicaciones de biotecnología que permiten una BE, nos lleva a pensar sobre que existen precondiciones o condiciones iniciales de la BE, misma que requieren de integración entre sí para permitir el despegue de este sector.

En el caso de Alemania, las políticas públicas y las de CTI están orientadas al aprendizaje de los actores. Por ello, es que el marco de los SNI y considerando que la biotecnología

es uno de los tres elementos necesarios para que exista una BE, la República Federal Alemana considera a los actores del SNI para analizar las lógicas cambiantes de una industria basada en la ciencia emergente. En las industrias basadas en la ciencia, las empresas están intensamente comprometidas en la cooperación con las universidades e institutos de investigación no universitarios ya que se basan en gran medida en el intercambio de conocimientos con la base científica nacional o internacional.

Conclusiones Generales

Rescatando los principales elementos del capítulo analítico comparativo previo, debemos enfatizar que un paradigma en general incorpora una perspectiva, una definición de los problemas relevantes que deben abordarse y los patrones de consulta con el fin de hacerles frente. Los paradigmas implican la consideración de las necesidades de los usuarios y de los atributos de los productos o servicios que valoran, abarcan los principios científicos y técnicos pertinentes para el cumplimiento de tareas y las tecnologías específicas utilizadas.

Un paradigma también implica patrones específicos de solución a los problemas técnico-económicos basados en principios seleccionados derivados de las ciencias naturales, en forma conjunta con las normas específicas destinadas a la adquisición de nuevos conocimientos relacionados, a lo cual se le llama *paradigmas tecnológicos*. Igualmente los paradigmas son los marcos cognitivos compartidos por los profesionales tecnológicos en un campo que orientan el avance de una tecnología (Constant, 1980). Los paradigmas tecnológicos también abarcan los aspectos normativos, como los criterios para la evaluación del desempeño, y por lo tanto proporcionan la mejor práctica y las maneras de juzgar lo que es mejor.

Utilizando esa perspectiva de paradigma es que cada país crea sus modelos de política económica y de PCTI, los cuales idealmente requieren la consideración del contexto económico, geográfico, cultural, político, entre otros, para la creación de las mismas. Sin embargo, la creación y el diseño de las distintas políticas económicas no es un tema sencillo, sobre todo porque cada país requiere de mucha información sobre todos los agentes que participan el diseño de sus políticas.

Algunas de las problemáticas que se han visto con regularidad en la creación y diseño de las políticas económicas reflejan que las variables consideradas al momento de la creación de las mismas son estáticas y temporales. Por esto es que se además de todo el conocimiento sobre políticas económicas y su aplicación se requiere de dinamismo y de una relación con una multiplicidad de variables económicas, sociales, políticas y culturales.

Un tipo de políticas económicas enfocadas en los diversos actores, en la promoción y la generación de nuevos conocimientos que cumplan con el ciclo de la innovación son las políticas de CTI. Éstas buscan la participación de los agentes en el proceso de innovación y generación de nuevo conocimiento. En este sentido, uno de los actores son las Universidades, las cuales son consideradas como un generador nato de conocimiento, que brinda un acervo aprovechable de distintas maneras, y con la promoción y el marco institucional adecuado, puede transferir y desarrollar conjuntamente conocimiento con otras organizaciones. Otro de los actores son las empresas, mismas que son un espacio en el que se genera conocimiento, capacidades y habilidades específicas que resuelven problemas en ciertos contextos.

Las consideración de las perspectivas económicas, ecológicas y sociales en la creación de políticas económicas en el mundo ha ampliado el panorama en la creación de políticas económicas con aplicación en la BE. Sin embargo, esta aplicación sólo pueden realizarse a través de un mayor conocimiento de los procesos, junto con las posibilidades técnicas asociadas y su interacción con el ecosistema, así como la comprensión de las implicaciones sociales.

En el caso de Alemania, la agricultura y la silvicultura son dos pilares fundamentales de la BE. La biomasa de origen vegetal, producida en prados, campos y bosques proporciona la base para una economía de base biológica. Además los enfoques de investigación actuales y tecnologías contribuyen al progreso del desarrollo sostenible en este sector. La República Federal Alemana cuentan con las redes de comunicación necesarias para que los actores y las instituciones “conversen entre sí”. Esto es debido a que su SNI se ha consolidado a través de la creación de instituciones y la triangulación con los actores participantes. En el caso de la integración de la BE en las políticas económicas, los actores e instituciones tienen el conocimiento sobre biotecnología, las aplicaciones del conocimiento en dicha área y los responsables de dicha aplicación necesarios para llevar a cabo ese proceso de transferencia y aplicación del conocimiento. Además, las instituciones participan activamente en la creación de capital humano con las universidades y los centros de tecnología que llevan o llevarán a cabo la transferencia del conocimiento.

Por su parte, en México el sector agrícola tiene poca participación en el PIB (4%), sin embargo, al contar con cerca del 24% de la población que vive en zonas rurales, el sector toma importancia para la economía del país. El tipo de política agrícola que se implementó para el sector es la del extensionismo, mismo que tiene más áreas de oportunidad que fortalezas. Así una de las segundas es que los programas de apoyo a los que los agricultores pueden acceder crean un problema en el sistema, generando la creación de pequeñas empresas o personas ajenas a las instituciones federales (Fundaciones Produce), provocando así que en la parte de la demanda esas pequeñas empresas cuenten con conocimientos limitados para poder acceder a los programas federales o estatales. Por el lado de la oferta, los institutos de investigación, los centros de investigación y las universidades no tienen programas establecidos para la transferencia de tecnología.

En cuanto al sector de la agricultura podemos decir que el hecho de que los sistemas burocráticos y centralizados estén siendo sustituidos por sistemas descentralizados cofinanciados por diferentes niveles de gobierno y por clientes, permite que los agricultores tengan la posibilidad de acceder a los apoyos de manera más local, lo cual permite que la participación de los mismos sea mayor, al existir un mayor interés de ellos y de su gobierno local. Sin embargo, con el tipo de definición de objetivos particulares que se establecen en nuestro país con la llegada y transición de una administración a otra, la definición de los objetivos de los programas no es clara, genera que los actores del sistema (universidades, empresas, empresarios, instituciones y agricultores) tengan que reaprender sobre la marcha y desarrollar capacidades de autogestión y de aprendizaje que les permita el acceso a los programas de gobierno federal y local.

Ahora bien, en este trabajo terminal se ha identificado que uno de los principales problemas que se presentan en México en cuanto a la aplicación de los programas de extensionismo agrícola es la falta de claridad en los objetivos institucionales, el reaprendizaje constante por parte de los actores debido al replanteamiento de los objetivos a nivel federal y local, y la falta de vinculación de los actores. En consecuencia, se identificó que la OCDE (2011) en su reporte titulado “Análisis del

Extensionismo Agrícola” sugiere a) crear un Consejo Nacional de la Agricultura dependiente de la SAGARPA, integrado por los diferentes agentes que participan en la innovación precedentes de los sectores público y privado, universidades y representantes de las cadenas de producción, entre otros. Dicho consejo requiere de integrar la política pública, el financiamiento, el establecimiento de prioridades nacionales y la evaluación de impacto en un solo organismo dedicado tanto a la investigación como al extensionismo (OCDE, 2011, p. 8); b) el nivel estatal y las dependencias locales serían los responsables de la administración y de llevar a cabo las actividades de extensión; c) para el programa dirigido a los agricultores se canalizarían los recursos federales mediante la COFUPRO a las Fundaciones Produce; d) resulta necesario volver a revisar el financiamiento de los programas de investigación del INIFAP y las universidades, debido a las limitaciones actuales tanto para la investigación estratégica y la transferencia de tecnología (OCDE, 2011, p. 8).

Esta serie de propuestas que la OCDE realizó, además de abordar distintos temas, como la diferenciación del servicio a partir de las necesidades de distintos segmentos de la población agrícola, también refuerza el componente de investigación del sistema al permitir que los institutos desarrollen programas de investigación estratégica, programas de capacitación y de transferencia tecnológica que los vincule con el extensionismo y la comunidad agrícolas. Además, dicho enfoque permitirá fortalecer el financiamiento básico a las instituciones mexicanas para crear programas de investigación que les dará acceso a la investigación, la tecnología y la innovación mundial. En el nivel federal, la política pública, el financiamiento, la reglamentación y la evaluación estaría a cargo de solo un organismo el cual, junto con la administración de recursos en el ámbito estatal por parte de los agricultores, para vinculación y extensión que fortalezca el sistema de innovación. En el nivel estatal, el servicio sería administrado por las organizaciones de agricultores y por gobiernos locales, con énfasis en la rendición de cuentas.

Asimismo, estos problemas institucionales y de creación de redes ha provocado a nivel más macro –BE- que las redes de actores e instituciones se encuentren en una fase de planificación y creación. De esta manera, las distintas áreas y disciplinas necesarias

para la aplicación de la BE en nuestro país están en una primera fase de entendimiento, lo cual únicamente provoca que hablar de la integración de la BE en México resulte estar a un nivel inicial de biotecnología y creación de capital humano especializado más que en el diseño de políticas económicas y políticas agrícolas.

En conclusión, en la medida en cada país sea capaz de diseñar, planear, implementar controlar y evaluar sus propias políticas públicas, de CTI y económicas de manera cuantitativa y cualitativa, y comprender la complejidad de cada sector –en este caso el agrícola- y el uso de la BT para su mejora, mayores serán sus oportunidades de integrar la BE en su propio beneficio, creando no solo una definición única de BE que le permita tener objetivos propios alineados con los objetivos internacionales, sino fortalecer su sistema de innovación nacional y regional con programas que permitan a los actores del sistema vincularse de una manera más coordinada y eficaz.

Alcances

En este trabajo terminal se reconoce que:

La biotecnología ayuda a reducir el hambre y la pobreza; que contribuye a la adaptación al cambio climático y a mantener la base de recursos naturales en el mundo; que las diversas aplicaciones de las biotecnologías agrícolas no se han utilizado ampliamente, al menos en México; y que la BT se aplica en nuevos cultivos como alimentos funcionales, ingredientes y aditivos, fertilizantes, pesticidas, empaques y recipientes.

En México, lo que pude encontrar es que la investigación y el desarrollo en materia de biotecnología agrícola requiere centrarse en las necesidades de los pequeños agricultores y productores. También se requiere elaborar una política nacional sobre el papel de la biotecnología en el desarrollo agrícola, mejorar las estrategias de comunicación y participación social, para estimular y fomentar la participación en los procesos de toma de decisiones sobre el desarrollo y uso de las biotecnología. Finalmente, se sugiere un intercambio tecnológico con otros países para avanzar con mejores resultados en el uso de estas tecnologías. Todas estos puntos pueden profundizarse en investigaciones futuras, esto con el objetivo de generar conocimiento y aplicación de este conocimiento biotecnológico y poder lograr su aplicabilidad en la BE y las políticas económicas de los países. Esta sugerencia se hace con base en la integración de los tres elementos que se hace de manera efectiva en Alemania.

Finalmente, quiero describir que los retos a los que me enfrenté fue la poca información sobre BE en México, esto me llevó a investigar el nivel anterior de BT, la aplicación de conocimiento biotecnológico y la transferencia de conocimiento que se lleva a un nivel inicial en nuestro país, por lo cual, los comparativos con Alemania resultaron imposibles de hacer, sin embargo, espero que esta investigación aporte los elementos necesarios para que en nuestro país se puedan diseñar políticas económicas que consideren a la BT en el sector agrícola como la base para la integración de la BE, y con ello se puedan crear los caminos necesarios para que su diseño, aplicación y ejecución se lleve a cabo de una manera más integral, eficiente, clara y eficaz.

Capítulo 6 REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS

Amaro, M. (2013). *Incentivos a la Innovación para la Biotecnología Agroindustrial-Alimentaria en México*. UAM Xochimilco, Ciencias Sociales. México: UAM Xochimilco.

Amaro, M. (2014). Retos y oportunidades para el desarrollo de la Biotecnología Agroalimentaria en México.

Amaro, M., & De Gortari, R. (2015). Convergencia, tecnología, aprendizaje e innovación agrícola. In A. Morales, R. de Gortari, & F. Stezano, *Convergencia de conocimiento para beneficio de la sociedad* (1ª edición ed., pp. 165-196). Mexico, Mexico: CONACYT.

Amaro, M., & Morales Sánchez, M. A. (2010). La Biotecnología en México, una aproximación desde los sistemas sectoriales de innovación. *Ide@s CONCYTEG* , 5 (64), 23.

Amaro, M., & Villavicencio, D. (jun de 2015). Incentivos a la innovación de la biotecnología agrícola-alimentaria en México. *Estudios Sociales* , 23 (45).

Bengt-Ake, L. (1992). *National Systems of innovation: Towards a theory of innovation and interactive learning (Editor)*, (Pinter, London, 1992. (L. Bengt-Ake, Ed.) London, The UK: Pinter.

Bioökonomierat. (2015). *Bioeconomy Policy (Part I). Synopsis and Analysis of Strategies in the G7*. Report, German Bioeconomy Council, Berlin.

Birch, K., & Tyfield, D. (2012). Theorizing the Bioeconomy: Biovalue, Biocapital, Bioeconomics or . . . What? *Science, Technology, & Human Values* , 38 (3), 299-327.

Borras, S., & Edquist, C. (2013). The Choice of innovation Policy Instruments. (L. University, Ed.)

Carson, R. (1962). *Primavera Silenciosa*. Boston, Estados Unidos: Houghton Mifflin Harcourt.

Comission, E. (26 de 11 de 2015). *Research & Innovation*. (European Comission) Retrieved 20 de 06 de 2016 from Bioeconomy Policy:
<https://ec.europa.eu/research/bioeconomy/index.cfm?pg=policy&lib=foodsec>

Constant, E. W. (1980). *The Origins of the Turbojet Revolution*. Baltimore: The Johns Hopkins University Press.

Cortés, S. (2007). El análisis de las políticas públicas en alemania. Desarrollo y perspectivas. *Ciencia Política* , 3 (1909-230X), 100-112.

Dosi, G. (1982). Technological paradigms and technological trajectories : A suggested interpretation of the determinants and directions of technical change. *Research Policy* , 11 (3), 147-162.

Dutrénit, G., Capdevielle, M., Corona Alcantar, J., Puchet Anyul, M., Santiago, F., & O. Vera-Cruz, A. (2010). *El sistema nacional de innovación mexicano: instituciones, políticas, desempeño y desafíos*. (U. C. Tiempo, Ed.) México, México: Textual.

Edquist, C. (2002). Innovation Policy, a systemic approach. In D. Archibugi, & B. Lundvall, *The Globalizing Learning Economy* (pp. 219-228). UK: Oxford University Press.

Fagerberg, J. (2004). The Oxford Handbook of Innovation. In J. Fagerberg, D. Mowery, & R. Nelson, *nnovation. A Guide to the Literature*. Oxford, UK: Oxford University Press.

Federal Mlnistry of Education and Research (BMBF). (2015). *Bioeconomy in Germany. Opportunities for a bio-based and sustainable future*. Federal Mlnistry of Education and Research (BMBF), Federal Mlnistry of Food and Agriculture (BMEL). Bonn and Berlin: BMBF, BMEL .

Federal Ministry of Education and Research. (2011). *National Research Strategy BioEconomy 2030. Our Route Towards a Biobased Economy*. Berlin: Federal Ministry of Education and Research.

Federal Ministry of Food and Agriculture (BMEL). (2014). *National Policy Strategy on Bioeconomy. Renewable resources and biotechnological processes as a basis for food, industry and energy*. BMEL. Berlin, Germany: Federal Government's office for dispatch of publications.

Flanagan, K., Uyarra, E., & Laranja, M. (2011). Reconceptualising the "policy mix" for innovation. *Research Policy* , 40 (5), 702-713.

Freeman, C. (1987). *Changes in the National System of Innovation* . Technology and Industry Ministerial meeting. Paris: OECD.

Freeman, C. (2002). Continental, national and sub-national innovation systems—complementarity and economic growth. *Research Policy* , 31, 191-211.

Garat, L. (2011). Política Económica y Política Agrícola. *Apuntes de la Bolilla* .

García Fernández, H. (1994). Capítulo 4. In H. García Fernández, *Biotecnología: La Lampara de Aladino: ¿Cómo se llegó a la moderna Biotecnología?* (Colección Viaje al Centro de la Ciencia ed., pp. 31-36). México, México: CONACyT.

Gustaffson, R., & Autio, E. (2011). A Failure Trichotomy in Knowledge Exploration and Exploitation. *Research Policy* , 40, 819-831.

Hanusch, H., & Pyka, A. (2007). The Principles of Neo-Schumpeterian Economics. *Cambridge Journal of Economics* , 30.

Hohenheim, U. (26 de Junio de 2015). *Bioeconomy*. (U. Hohenheim, Producer)
Retrieved 29 de Junio de 2015 from Bioeconomy at Hohenheim: <https://bio-oekonomie.uni-hohenheim.de/startseite?&L=1>

Jenkins, W. (2010). *La Formulación de Políticas en la OCDE: Ideas para América Latina*. Retrieved 16 de may de 2016 from Policy:
http://siteresources.worldbank.org/EXTLACREGTOPPUBSECGOV/Resources/OECD_IDEAS_spanish.pdf

Johnston, R. D. (1972). The Internal Structure of Technology,. *Sociological Review* , 18 (S1), 117-130.

Kaiser, R., & Prange, H. (2004). The reconfiguration of National Innovation Systems—the example of German biotechnology. *Research Policy* , 33, 395-408.

Kuhn, T. (1962). *The Structure of Scientific Revolutions* (Vol. 2). (I. E. Science, Ed.) Chicago, Illinois, USA: The University of Chicago Press.

Lundvall, B.-Å. (1992). *National Systems of Innovation: Towards a Theory of Innovation and Interactive Learning*. Londres, The UK: Pinter.

Lundvall, B.-A. (2007). National Innovation Systems -Analytical Concept and Development Tool. *Industry and Innovation* , 95-119.

Malerba, F. (2002). Sectoral systems of innovation and production. *Research Policy* (31), 247-264.

Nelson, R. R. (1993). *National Innovation System: A Comparative Study*. Oxford, The UK: Oxford University Press.

Norton, D. R. (2004). *Política de desarrollo agrícola: conceptos y principios*. Roma, Italia: FAO.

NZ MoRST. (2005). *New Zealand Ministry of Research, Science and Technology*. Retrieved 4 de Julio de 2015 from Biotechnologies to 2025:
www.morst.govt.nz/business/biotech-to-2025/

OCDE. (2009a). Defining the Bioeconomy. *The Bioeconomy to 2030: Designing a Policy Agenda* , pp. 19-30.

OECD. (2009b). *Bioeconomy Executive Summary*. Retrieved 7 de July de 2015 from OECD: <http://dx.doi.org/10.1787/9789264056886-2-en>

OECD. (2009c). Conclusions: On the Road to the Bioeconomy. (O. Publishing, Ed.) *The Bioeconomy to 2030: Designing a Policy Agenda* , pp. 285-294.

OECD. (2009d). The Bioeconomy of 2030. *The Bioeconomy to 2030: Designing a Policy Agenda* , pp. 193-233.

OCDE. (2011). *Análisis del Extensionismo Agrícola en México*. París: OCDE.

Pavitt, K. (1992). National Systems of innovation: Towards a theory of innovation and interactive learning. (L. Bengt-Ake, Ed.) *Research Policy* , 24 (2), pp. 320-320.

Pérez, C. (1985). Microelectronics, Long Waves and Structural Change: New Perspectives for Developing Countries. *World Development* , 13 (3), 441-463.

Pérez, C. (2004). Revoluciones Tecnológicas y Paradigmas Tecnoeconómicos. In C. Pérez, *Revoluciones Tecnológicas y Capital Financiero. Dinámica de las grandes burbujas financieras y las épocas de bonanza*. (pp. 32-47). México, DF, México: Siglo XXI Editores.

Pérez, C. (Septiembre-diciembre de 2009). Ventana de oportunidades después la crisis financiera. *Cuadernos del Cendes* , 26 (72), pp. 133-145.

Pérez, C., & Freeman, C. (1988). Structural Crises of Adjustment, Business Cycles and Investment Behaviour. In G. Dosi, *Technical Change and Economic Theory* (pp. 38-66). London, The UK: Francis Pinter.

Ramos, J., Sosa, J., & Acosta, F. (2011). Capítulo 3: La evaluación del desempeño en México: experiencias y retos para el desarrollo local. In J. M. Ramos, J. Sosa, & F. Acosta, *La evaluación de políticas públicas en México* (1ª ed., p. 165). México: El Colegio de la Frontera Norte; Instituto Nacional de Administración Pública, A.C.

Rothwell, R. (1994). Towards the Fifth-generation Innovation Process. *International Marketing Review* , 11 (1), 7-31.

SAGARPA, FIRCO. (2013). *Convenio Modificado de Concertación del Proyecto de Bioeconomía 2010*. SAGARPA, FIRCO. México: SAGARPA.

Sato, Y. (2001). The Structure and Perspective of Science and Technology in Japan. In P. Laredo, & P. Mustar, *Research and Innovation Policy in the New Global Economy* (pp. 79-114). Massachussets, USA: E. Elgar.

Schmookler, J. (1966). *Invention and Economic Growth*. Cambridge, MA, USA: Harvard University Press.

Schumpeter, J. A. (1950). Chapter VII: The Process of Creative Destruction. In J. A. Schumpeter, *Capitalism, Socialism and Democracy* (3rd edition ed.). New York, USA: Harper Torchbooks.

Secretaría de Agricultura, Ganadería, Desarrollo Rural, Pesca y Alimentación (SAGARPA). (2015). *Proyecto de Bioeconomía 2010*. Retrieved 14 de May de 2016 from Fideicomiso de Riesgo Compartido (FIRCO): <http://www.firco.gob.mx/proyectos/Bioeconomia/Paginas/Proyecto-de-Bioeconomia.aspx>

Sociales, I. d. (2015). *Dra. Marcela Amaro Rosales*. Retrieved 30 de May de 2016 from Docencia: http://www.iis.unam.mx/indexcontent.php?_module=658

Staffas, L., Gustavsson, M., & McCormick, K. (02 de May de 2013). Strategies and Policies for the Bioeconomy and Bio-Based Economy: An Analysis of Official National Approaches.

Transnational Institute. (2015). *The Bioeconomy. A primer*. Transnational Institute. Ideas into Movement. European Comission: TNI and Hands on the Land.

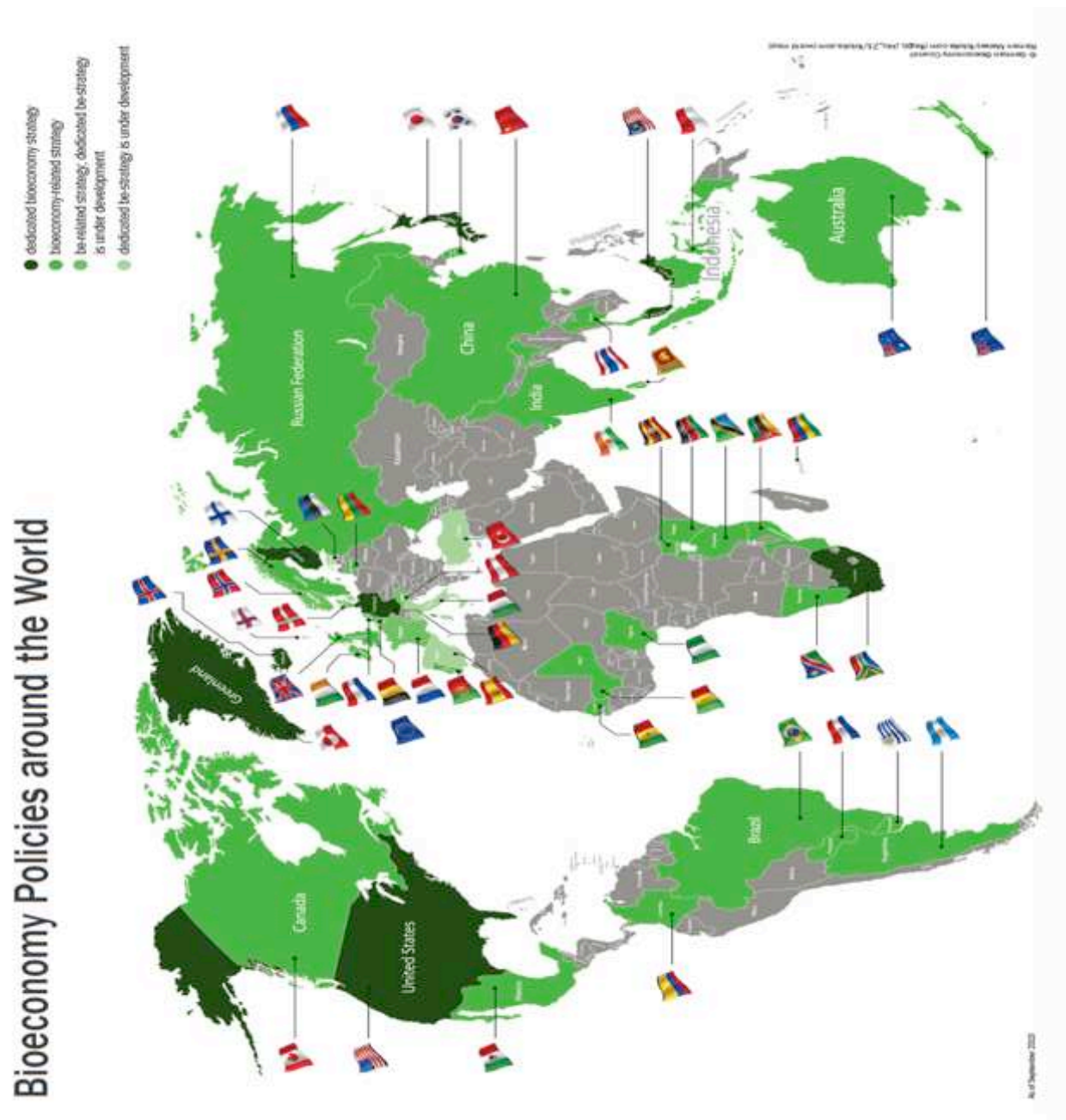
Urmetzer, S., & Pyka, A. (2014). Varieties of Knowledge-Based Bioeconomies. (E. a. Faculty of Business, Ed.) *CC Innovation and Knowledge* (91), 38.

Villavicencio, D. (1993). Los Paradigmas de la Política Tecnológica. In J. Micheli, & C. N. Tecnología (Ed.), *Tecnología y Modernización Económica*. México, México: UAM.

Villavicencio, D., & López, P. (2009). *Los sistemas de innovación: regiones, sectores, redes y políticas*. México, México: Conacyteg/CCS/Plaza y Valdés.

ANEXOS

Anexo 1: Mapa de las políticas Bioeconómicas en el Mundo



Fuente: (Bioökonomierat, 2015)

Anexo 2: Entrevista con la Dra. Marcela Amaro Rosales

El 26 de mayo de 2016 realicé una entrevista semiestructurada a la Dra. Marcela Amaro Rosales, con el objetivo de indagar más sobre el sector agrícola, las políticas públicas, los lineamientos de SAGARPA y la biotecnología en México.

Biografía

Licenciada en Economía por la Universidad Nacional Autónoma de México, Maestra en Economía y Gestión de la Innovación y Doctora en Ciencias Sociales por la Universidad Autónoma Metropolitana. Ha sido ponente en distintos congresos nacionales e internacionales sobre ciencia, tecnología e innovación con temas referentes a las políticas públicas, regulación, vinculación y percepción social de la biotecnología en México. Además de participar como investigadora para organismos como el Banco Interamericano de Desarrollo (BID), la Unión Europea, la Secretaría de Economía (SE) y distintos organismos privados. Es miembro de la Red Temática de Investigación Complejidad, Ciencia y Sociedad auspiciada por el CONACYT (Sociales, 2015).

Entrevista

Anel: Me gustaría primeramente que me contarás sobre ti y sobre tus investigaciones.

Dra.: Durante la maestría hice una tesis sobre vinculación Academia-Empresa en biotecnología en el ramo farmacéutico. Ya en el doctorado mi investigación es justamente sobre biotecnología agrícola y alimentaria en tres estados, yo hice Sonora, Guanajuato y Yucatán. Un poco bajo el enfoque de los sistemas regionales y sectoriales de innovación. Hice mucho trabajo sobre políticas públicas y regulación, que era una de las cosas que más afectaba el desempeño innovador. A partir de ahí me dediqué más a la parte agrícola, los últimos tres años he estado haciendo más investigación en el sector agrícola. Después hice un post doctorado y una investigación sobre políticas de transferencia tecnológica para el sector agrícola. Ahora colaboro en la SAGARPA en un área de desarrollo tecnológico, capacitación y extensionismo agrícola. Ya nos quedamos como asesores externos y somos responsables de todo, desde establecer los lineamientos, del programa, quienes participan, acabamos de terminar la evaluación de los proyectos que sometieron y estamos proponiendo que sea haga una evaluación al programa. Esto porque es un programa nuevo, hubo cambios en la dirección y la nueva directora está enfocada en las capacidades,

pascuales en este programa se tiene como servicios, cursos, asesorías y están en el interés de ampliarlo a toda la cadena productiva, es decir que sea una visión un poco más integral. Es interesante porque ha sido el único lugar en el que realmente yo he encontrado que haya una política particular, no tanto para la innovación, un poco más para la transferencia tecnológica. Yo por ejemplo, investigué mucho lo que es INIPAM, pero hay graves problemas justo en el proceso de transferencia. También en la SAGARPA hay un área que tiene que ver con tecnologías biotecnológicas pero más enfocado a la energía. Tenemos un artículo que está por publicarse sobre extensionismo agrícola, este programa funcionó dos años y se volvió un botín político, la cantidad de dinero que da la SAGARPA es tremendamente mayor a la de otras instituciones. Las personas que están envueltas muchas veces en grupos de presión, estatal. Afortunadamente mi artículo no se había publicado y pude modificar las conclusiones, porque son muchas inercias, hay gente que en el afán de integrar capacitación innovación en las políticas lo hace y tienen la idea pero es luchar contra muchas cosas, desde delegaciones estatales, dinámicas de grupos de productores, grandes organizaciones agrícolas.

Durante este tiempo he entrevistado a organizaciones agrícolas, mi interés era justamente si algunas de ellas integraban procesos biotecnológicos. Encontré algunas, son muy pocas, y es biotecnología muy básica (de injertos, procesos orgánicos que en algunas veces recuperan prácticas biotecnológicas). Ahora estoy en el área de mejoramiento de suelos porque muchas prácticas lo están tomando.

Anel: Lo que me decís es muy interesante porque me parece que están apenas en el área de biotecnología, ¿tu como considerarías o si has visto la inclusión economía en este sector agrícola entendiéndola como esa parte de la base de la BE, el conocimiento y la transferencia de ese conocimiento que nos maneja la OCDE?

Dra.: Yo creo que están pañales, yo creo que no hay casi nada. Mi experiencia con la gente de la SAGARPA es nada, lo más avanzado que hay es pensar en innovación, pero la innovación con una idea muy general, nada muy específico, ni siquiera en el discurso de las políticas que general.

Anel: ¿Tú conoces este plan de la Bioeconomía 2010 de SAGARPA?

Dra.: Si lo conozco y ahí se quedó. Uno de los graves problemas es la continuidad de la gente está a cargo. Yo en el programa en el que estaba el objetivo es generar capacidades, y cada vez que hablabas con alguien se trataba de generar capacidades. En un tiempo corrieron al director y toda un área se eliminó, la nueva directora no tiene ni idea de que están haciendo el programa, actualmente ya nadie habla de capacidades y todo se trata de eslabón a mi productivo. Mi impresión con el plan es que se quedó en qué era un plan que estableció alguien, que lo escribieron, que

soltaron una lana para escribir una propuesta pero que no ha tenido implementación en ningún tipo de política y ningún tipo de programa dentro la SAGARPA. En mi experiencia de trabajo con ellos el plan no está integrado, ni siquiera lo consideran. Lo consideraría si alguien de los directivos dijera nos interesa y ahora le vamos a dar por acá. Pero de las cuatro-cinco subdirecciones que hay una está enfocada en capacitación, una está enfocada en servicios de asistencia, otra tiene que ver con bioenergía. El plan no enraizó ni generó un sentimiento de vamos a empezar con esto.

Anel: Regresando a tu experiencia sobre biotecnología, ¿existe un departamento de I+D en SAGARPA?

Dra.: No, en teoría SAGARPA está enlazado con INIFAP y Inca Rural. SAGARPA lo que hace es establecer lineamientos, programas y herramientas para distribuir el dinero, ellos generan esto. Todo los procesos de transferencia tecnológica se los dejan a INIFAP, ellos sí tienen un área de investigación, tiene un área de vinculación y además tienen estos campos experimentales que debe ser uno por estado. La SAGARPA les otorga los fondos y el INIFAP conjuntamente con el SNIT –Como un sistema Nacional de investigadores pero para el sector agrícola-, establecen demandas conjuntas, hacen programas y le piden el dinero que les da SAGARPA, pero está totalmente desligados, muchas veces duplican esfuerzos o hay cosas que no se hacen. Inca Rural es el órgano ejecutor, si bien SAGARPA establece la política pública y los programas, quien se encarga de llevarlo a cabo en el plano de gestión administrativa es Inca Rural. Ahí hay grandes problemas, por ejemplo, una de las cosas que yo veía era que se establecía un programa la gente lo tenía muy claro pero quien evaluaba los proyectos era Inca Rural, en este tránsito Inca Rural evaluaba lo que quería y lo que entendía, entonces muchas veces los programas apoyan lo que no buscan apoyar. Entonces no hay ningún tipo de comunicación, no existe ningún eslabonamiento para no duplicar esfuerzos, hacer una política coordinada, eso es un verdadero problema.

Anel: En tu experiencia en SAGARPA me dices que ellos hacen la política pública, ¿Cómo la diseñan y cuál es el enfoque?

Dra.: Todo está basado en el Plan Nacional de desarrollo (PND), si el PND establece ahora vamos a fomentar la transferencia tecnológica, en teoría todas las acciones deben de estar para fomentar eso. Existe un plan especial para sector agrícola. Lo que hacen ahí es establecer grandes líneas durante el sexenio, todo programa que se desarrolle debe cumplir alguna de esas grandes líneas necesariamente, en SAGARPA le llaman componentes, es una cosa muy administrativa en realidad que no creo que haya un grupo que se sienta a definir las directrices, muchas veces la dinámica se los lleva. Constantemente te enfrentas a muchas trabas administrativas, sino cumplies vienes sobre ti Hacienda o Contraloría. La política o el establecimiento de ésta se pasa

por de fault, se terminan haciendo ajustes rápidos sobre lo que no funcionó ya en el camino.

Anel: ¿Entonces tú consideras que la política pública es más orientada a resultados o un policy mix?

Dra. Totalmente orientada a resultados y además a cubrir el indicador que te pide hacienda, porque si están sujetos a muchas de la Contraloría y además la presión de grandes grupos, los cuales si muestran desacuerdo te piden el dictamen de su evaluación con todas las veces que te reuniste porque los rechazas. Entonces están sujetos a cumplir con la Contraloría interna y externa y el indicador de hacienda, llamado marco lógico, el cual es un sistema de evaluación para todas las dependencias públicas, es una cosa muy sencilla pero burocrática también, por ello están muy preocupados en tener indicadores para eso. Yo creo que no hay un verdadero reconocimiento establecer lineamientos de política pública, es como si el tiempo estuviese encima de ellos y tuvieran que cumplir con lo urgente, que es repartir el dinero, no hay visión, definitivamente la política está en función de quién sea el secretario y cuál sea su objetivo particular y lo que le importe impulsar, y como en teoría todo cabe dentro del Plan Nacional de desarrollo les da para moverse para cualquier lado.

Anel: ¿Cuál es el caso más exitoso de desarrollo biotecnológico en México?

Dra.: En México es el algodón en el Norte, ha sido el caso más aceptado de desarrollo biotecnológico, hay casos exitosos de desarrollo biotecnológico del algodón en México. Existe una serie de indicadores económicos que muestran el antes y el después de haberse insertado en procesos biotecnológicos. Para el maíz es un tema totalmente porque habría que distinguir desde variedades hasta zonas, el tipo de conocimiento, por eso creo que es problemático junto con otros como el tomate, la soya. En el algodón por el contrario no causa tanto problema por qué no se compromete con la parte alimentaria, todos los demás tienen una carga cultural muy fuerte.

Una de mis conclusiones en lo de mis documentos es que no hay biotecnología en el sector agrícola, revisamos indicadores como patentes, centro de investigación, programas, recursos humanos, etc., cuando empiezas a conocer más qué es la biotecnología, no está tan fácil. El principal problema es de inversión, hacer cosas realmente importantes en biotecnología requieren de mucho dinero y las empresas mexicanas no lo tienen, ni siquiera las más exitosas. Nosotros hemos concluido que no hay un sector biotecnológico, existen capacidades, existen investigadores, hay un par de empresas, las demás te dicen pero cuando vas a evaluarlos resulta que no cumplen con el indicador de biotecnología, entonces al final resultaron ser 50 empresas que sí tienen capacidades cumplen con algunos indicadores pero que no todo es

biotecnología. Esto es una realidad que choca con lo que hemos escrito, con lo que hemos leído, y pensar que con ese contexto se puede desarrollar una BE basada en biotecnología pues lo dudas mucho. Otro problema es que muchas de las empresas declaradas como biotecnológicas solamente declaran para acceder al recurso, cuando las vas a encuestar no cumplen con los indicadores. De hecho las empresas más importantes en Bio en México son en farmacéutica, química, veterinaria y agroindustriales más que en agricultura.