



# **Biotecnología en construcción, el papel de los grupos empresariales en México**

*Marcela Amaro Rosales\**

## **Resumen**

La biotecnología es una tecnociencia que involucra la convergencia de una multiplicidad de actores. Dadas sus características en relación directa con la vida, medio ambiente, economía y sociedad es fundamental estudiar las dinámicas asociadas a cada grupo y espacio social. El objetivo de este artículo es caracterizar y analizar el tipo de actores empresariales relacionados con la biotecnología y cómo éstos han contribuido a la construcción social del fenómeno tecnológico en México, específicamente, nos preguntamos ¿cuál es el discurso simbólico que han construido dichos grupos sobre la biotecnología? y ¿cuáles son los valores, reglas y normas que tiene cada asociación empresarial? La metodología es de corte cualitativo e implicó el análisis de cuatro grupos organizados de empresarios de

\* Instituto de Investigaciones Sociales, Universidad Nacional Autónoma de México. Correo electrónico: <marcela.amaro@sociales.unam.mx>

Esta investigación ha sido financiada como parte del Proyecto PAPIIT UNAM IA300620 “Capacidades tecnológicas, instituciones e innovación en la biotecnología agro- industrial y farmacéutica en México”.

biotecnología en México a través de la realización de entrevistas y observación participante. Los resultados muestran que existen importantes diferencias entre los grupos analizados en las construcciones simbólicas del discurso, a partir de su posición y relevancia basada en una posición asimétrica de poder.

## **Palabras clave**

CONSTRUCCIÓN SOCIAL – BIOTECNOLOGÍA – GRUPOS EMPRESARIALES

## **Introducción**

La biotecnología moderna es una ciencia y a la vez una tecnología que implica el desarrollo de herramientas especializadas para la manipulación y modificación de elementos vivos: células, bacterias, plantas y animales (OECD, 1989).

Como objeto de estudio, en México ha sido ampliamente investigado desde las ciencias sociales, quienes se han interesado en procesos como la transferencia tecnológica, la vinculación universidad-empresa, la regulación y los derechos de propiedad, entre otros temas (Barajas, 1991; Morales, Amaro y Stezano, 2019; Pérez, 2016; Solleiro y Briseño, 2003). Así como la construcción de redes, la generación de conocimiento y el impacto de la tecnología en diversos tipos de actores sociales (Aerni, 2001; Amaro, Corona y Soria, 2009; Antal, 2008; Arellano y Ortega, 2005; Casas, Chauvet y Rodríguez, 1992; Castañeda *et al.* 2014; Chauvet, 2015; González, 2018; Lazos, 2014; Massieu, 2009 y Rubio, 2010).

Sin embargo, aún es necesario profundizar en el análisis de procesos sociales como la aceptación e integración en innovaciones biotecnológicas por la sociedad, la

complejidad relacional entre actores, los grupos de poder, las jerarquías y el capital social involucrado en el desarrollo científico y tecnológico y su impacto en los procesos y productos innovadores, en las políticas públicas y en los marcos regulatorios.

Dado el anterior panorama se plantea que si bien existen importantes avances en el estudio de la biotecnología y en particular en México, es plausible integrar análisis con marcos de referencia alternativos y/o conceptos que pueden complementar a los estudios sobre ciencia, tecnología y sociedad. De manera que este trabajo busca contribuir con el estudio de los grupos empresariales, los cuales han sido escasamente investigados y cómo es que éstos se posicionan y construyen discursos que incluyen valores, normas y reglas sobre la biotecnología.

Se plantea el análisis de la biotecnología como una tecnología en construcción, la cual depende en gran medida de la producción de conocimiento en las universidades, y al mismo tiempo al desarrollo y uso de aplicaciones que las empresas hacen. Pero cabe destacar que, por las propias características de la biotecnología, el Estado es un actor determinante ya que establece una serie de incentivos al desarrollo deseable y barreras a lo no deseable social, económica y medio ambientalmente. En este sentido, el papel de las asociaciones empresariales es importante ya que la mayoría de ellas busca incidir de manera directa e indirecta en las decisiones sobre distintos temas relacionados con la biotecnología.

Analizar la construcción social y cultural de la biotecnología implica el estudio de diversos grupos de actores y de las dinámicas que entre ellos se dan, en específico el tipo de participantes y la influencia que pueden tener en la toma de decisiones en distintos niveles. Dada la complejidad metodológica que ello implica, se ha optado por identificar a los actores relevantes y analizarlos por su asociación

y/o filiación. El objetivo de este artículo es caracterizar y analizar el tipo de actores empresariales relacionados con la biotecnología y cómo éstos han contribuido a la construcción de social de dicha tecnología en México, específicamente, nos preguntamos ¿quiénes son los actores relevantes en términos de grupos empresariales de la biotecnología en México? ¿cuál es el discurso asociado a los valores, reglas y normas que tiene cada asociación empresarial? Para llevar a cabo lo anterior, se analizan cuatro grupos organizados de empresarios de biotecnología en México a través de la realización de entrevistas y observación participante, además del análisis hemerográfico, bibliográfico y audiovisual de cada organización.

El trabajo se organiza de la siguiente manera: en el primer apartado se presenta una propuesta de articulación teórica basada en el análisis de actores, reglas y normas para entender el proceso de construcción social de la biotecnología en México. En el segundo apartado se presenta la propuesta metodológica y se especifica la selección de los actores relevantes. En el tercer apartado se retoman las principales categorías que permiten el análisis de los cuatro estudios de caso basados en el análisis de los grupos de empresarios biotecnológicos en México. Finalmente se presentan las conclusiones.

## **La construcción social de la biotecnología: actores, reglas y normas<sup>1</sup>**

<sup>1</sup> La corriente teórica de la construcción social de la tecnología ha sido un referente importante para analizar la relación entre tecnología y cultura. El trabajo seminal de Wiebe E. Bijker, Trevor J. Pinch y Thomas P. Hughes (1987) *The Social Construction of Technological Systems* representa un punto de

Usualmente se piensa a la tecnología como artefactos o construcciones físicas con las cuales se puede interactuar de diversas maneras. Sin embargo, existen tecnologías que van más allá del artefacto físico y que están basadas en procesos o técnicas complejas como la biotecnología.<sup>2</sup> La cual consiste en la intersección y convergencia de distintas disciplinas científicas como la biología molecular, la ingeniería bioquímica, la microbiología, la genómica y la inmunología (Bolívar, 2004; Trejo, 2010). Estas disciplinas permiten el estudio integral de sistemas biológicos que abarcan desde los microbios hasta las plantas y los animales (Bolívar, 2004).

La biotecnología ha sido considerada como una tecnología paradigmática dado que representa ventajas tecnológicas y económicas importantes, basadas en el uso productivo de seres vivos, sus productos y partes, ya que esto permite una extensa difusión y aplicación en muchas industrias, y particularmente en todas las actividades productivas basadas en procesos biológicos (OECD, 1989). Las características mencionadas han modificado a nivel internacional la concepción

partida para esta investigación ya que nos permite retomar el concepto de “grupos sociales relevantes”, sin embargo, se pretende ir más allá de dicha teoría integrando al análisis la propuesta teórica-metodológica de corte institucional, la cual será explicada ampliamente en el tercer apartado del artículo.

<sup>2</sup> La biotecnología ha acompañado al desarrollo de la humanidad y se ha complejizado con el uso de técnicas y herramientas modernas. Actualmente se considera que existen tres generaciones de biotecnología y la última de ellas implica diversas técnicas que van desde la recombinación del ácido desoxirribonucleico (ADNr), hasta métodos de modificación genética como el CRISPR/Cas9 (Trejo, 2010).

sobre la biotecnología y el posible impacto que potencialmente tiene en los espacios científicos, tecnológicos, sociales, culturales y económicos.

Con respecto a las definiciones previas, es necesario destacar varias cosas. La primera de ellas es que la biotecnología moderna tiene como base una técnica o procedimiento sofisticado que permite modificar elementos de los organismos vivos para lograr ciertos fines específicos. Y la segunda es que está compuesta por una técnica industrial de base científica, donde dichas técnicas representan entidades culturales de carácter abstracto: “son sistemas de acciones intencionalmente orientadas a la transformación de objetos concretos para conseguir de forma eficiente un resultado valioso” (Quintanilla, 2017: 47). La biotecnología es conocimiento, habilidades, reglas e instrucciones, en síntesis, *know that y know how*, lo cual se desarrolla en un contexto social específico para responder a preguntas y problemas culturalmente aceptados (Amaro, 2020).

Desde el enfoque de los estudios de la ciencia, la tecnología y la sociedad y de la economía de la innovación, la biotecnología mexicana ha sido un fenómeno de análisis recurrente. Las aportaciones de dichos estudios son significativas ya que nos han permitido identificar la distintos tipos de actores y la complejidad de las relaciones entre estos y otros procesos asociados a la producción y uso de la biotecnología, entre una gran diversidad de temas (Amaro y Villavicencio, 2015; Casas, Chauvet y Rodríguez, 1992; González y Castañeda, 2008; Guzmán, 2020; Massieu *et al.*, 2000; Rubio, 1991; Wagner, 1998). Sin embargo, como se mencionó previamente, poco se ha trabajado sobre los grupos empresariales en el país.

Es por ello por lo que, en este artículo se propone retomar como idea central que la ciencia y la tecnología son resultado de los componentes sociales, los intereses políticos, los consumidores, los estereotipos y la mercadotecnia (Pinch,

2015), entre otros aspectos. Cada elemento y proceso social contribuye de distinta manera con los resultados de la tecnología y con su forma final.

En ese sentido, la propuesta de este trabajo es integrar la idea de que la biotecnología es producto de una cultura específica que provoca cambios interculturales (Santos y Díaz, 2015). Más allá de la definición propia de biotecnología, se propone conceptualizarla como el conjunto de “conocimientos, habilidades y materiales necesario para modificar el orden de algún conjunto de formas de energía o para lograr conversión de energía” (Adams,1983: 31 citado en Díaz y Santos, 2015: 54 y 55). De manera que se pueda entender como una tecnología que, a través de su control, le permite a la sociedad construir simbólicamente significados, preguntas relevantes y soluciones necesarias.

La tecnología es adoptada y usada de manera distinta por cada grupo social (Pinch, 2015) y su desarrollo es resultado de la toma de decisiones de los actores involucrados en el proceso. Lo anterior significa que el desarrollo tecnológico se construye por actores sociales, las relaciones entre esos actores, la dinámica y la estructura de poder en que están inmersas esas relaciones. Ya que esas relaciones de poder buscan imponer una hegemonía de significados (Díaz y Santos, 2015).

Lo anterior es sumamente relevante para el estudio de la biotecnología, porque sin duda, aquellos que tienen la capacidad de producirla, ejercen poder sobre e imponen significados de esta en la sociedad. Lo anterior apunta a la importancia de estudiar grupos sociales relevantes y las interacciones dentro del grupo y entre grupos en la lucha no sólo por el desarrollo tecnológico, sino en la prevalencia de sus significados y símbolos frente a los de los otros y así poder establecer un paradigma al que se circunscriban la mayor parte de los actores e influir en la toma de decisiones.

En el sentido aquí planteado, para poder analizar a los *actores relevantes*<sup>3</sup>, definidos como: instituciones, organizaciones e individuos –organizados y no organizados– que se identifican y se distinguen por los significados compartidos sobre un artefacto técnico o una tecnología (Pinch y Bijker, 1984; Díaz y Santos, 2015); es necesario integrar el marco institucional ya que este nos permite especificar dos cosas. La primera de ellas es que, a partir de la diferencia entre institución, entendida como las reglas del juego, y organización como los jugadores (North, 1990) se puede establecer una jerarquía que subsane las críticas hacia el concepto de Pinch y Bijker (1984) las cuales apuntan al problema de no diferenciar las particularidades en términos de los distintos niveles de influencia y poder de cada grupo o actor relevante (Díaz y Santos, 2015) y en segundo lugar, la teoría institucional permite jerarquizar a cada grupo social en su propia arena de acción y por tanto, es posible identificar atributos y estrategias de cada organización.

Entendemos a las instituciones como sistemas duraderos de reglas y convenciones sociales establecidas e incrustadas que estructuran las interacciones sociales (Hodgson, 2001). Estructuras sociales que surgen a partir de la interacción reiterada de los agentes que las constituyen, logrando equilibrios evolutivos estables a partir de la conformación de expectativas comunes (Aoki, 2001). Esto permite analizar a las organizaciones empresariales biotecnológicas a partir de ser consideradas como actores que construyen reglas, que a su vez determinan su posición y discurso simbólico sobre la biotecnología y a través de ello, logran injerencia en mayor o menos medida en la toma de decisiones.

<sup>3</sup> La idea de actores relevantes proviene de la categoría “grupos sociales relevantes” de Pinch y Bijker (1984).



Finalmente, vale la pena establecer la distinción entre reglas formales e informales. Las primeras se encuentran codificadas en estatutos, reglamentos o constituciones políticas, y requieren la fuerza de un agente externo para sancionar su cumplimiento; y las reglas informales incluyen las normas, convenciones sociales y reglas morales, cuya característica principal es que generalmente no necesitan coerción estatal para hacerse cumplir (North, 1990). En este sentido, las reglas informales pueden equipararse a lo que se conoce como “cultura” definida como el conjunto de creencias, ideas, valores, reglas y pautas de comportamiento que caracterizan a una sociedad (Quintanilla, 2017). Para esta investigación, esta precisión es relevante ya que se considera que la cultura es el sistema de significados que permite que un grupo dote de sentido al mundo y sepa cómo actuar en él (Hill, 2015). Este sistema de significados fluye a través de las expectativas, normas, tabúes, reglas, símbolos y estructuras discursivas, las cuales le permiten al ser humano coordinarse, reproducir significados y modificarlos. En este contexto, la tecnología permite vincular la acción social con la esfera productiva.

Lo anterior ha dado lugar a la discusión acerca del papel del denominado empresario *schumpeteriano* o innovador, lo que significó reconceptualizar la figura del hombre de negocios; caracterizándolos como individuos encargados de realizar nuevas combinaciones, sin aversión al riesgo, dado que ese riesgo lo puede correr el capitalista o inversor, pero sobre todo consiente de que el principio de la economía es el proceso de destrucción creativa, lo que da lugar a un constante movimiento técnico y tecnológico que debe concluir en innovaciones.

Esto obliga a reflexionar acerca de las características de los empresarios biotecnológicos en México. Si bien, estos se encuentran inmersos en un sistema

más amplio del empresariado mexicano, se pueden presentar particularidades que moldeen las decisiones y objetivos de este subgrupo.

En este sentido, se propone el análisis de las asociaciones empresariales, partiendo del supuesto que, como actores relevantes, comparten significados y símbolos sobre lo que representa la biotecnología, además pertenecer a la misma posición social o de poder en la arena de acción que participan. Lo más probable es que no sea así, y haya diferencias entre los propios miembros de cada asociación empresarial, pero por ahora no es objetivo de esta investigación indagar más allá de sus coincidencias como grupo social relevante.

En el siguiente apartado se ahonda más en dicha propuesta metodológica que nos permitirá operacionalizar el marco aquí planteado con los estudios de caso.

## **Arenas de acción como propuesta metodológica**

La propuesta metodológica de este trabajo plantea retomar el esquema de Elinor Ostrom (2005) donde especifica que existen tres tipos de enunciados institucionales: estrategias compartidas, normas y reglas. Este marco de análisis nos permite tratar de manera particular al trabajo cualitativo, sobre todo a las entrevistas y la observación participante. Cabe mencionar que esta investigación es de corte cualitativo, resultado de la realización de veinte entrevistas, la asistencia a dos reuniones de agremiados, documentos constitutivos oficiales de las asociaciones y fuentes secundarias.

La proposición metodológica consiste en retomar los estudios de caso y establecer correspondencia entre la evidencia y las variables que componen una arena de acción. En la figura 1 se muestra el esquema metodológico en el cual nos

basamos. Por un lado, se tienen variables exógenas compuestas por las condiciones materiales y biofísicas, los atributos de la comunidad y las reglas. Las cuales se interrelacionan directamente en las arenas de acción donde se desarrollan las situaciones entre los participantes, lo cual resulta en una serie de interacciones que permiten establecer criterios de evaluación de los resultados y retroalimentar el proceso ya sea modificando alguna de las variables exógenas o impactando en la arena de acción (Poteete, Janssen y Ostrom, 2012). El esquema metodológico cobra sentido si consideramos que lo que se hará es identificar a los actores relevantes, en este caso organizaciones de empresas biotecnológicas, su arena de acción consiste en la construcción de espacios de poder y legitimidad simbólica social y los resultados son las dinámicas que de allí se desprenden.

En este artículo se presentan cuatro estudios de caso, cada uno de ellos representa a una organización de empresas biotecnológicas en México. Dichas organizaciones son las únicas que existen en el país y tienen perfiles tecnológicos y organizacionales distintos. Para poder identificar dichas diferencias será de utilidad recurrir a la clasificación de empresas biotecnológicas de la Organización para la Cooperación y el Desarrollo Económicos (OECD, 2005) y de Trejo (2010), ya que a partir de ella se pueden determinar características y rasgos tecnológicos y organizacionales que servirán para establecer qué tipo de actores –empresas y empresarios– componen a cada organización.

1. Empresas de Innovación Biotecnológica: Se caracterizan por desarrollar patentes, publicar parte de sus resultados en revistas especializadas, generalmente cuentan con protocolos establecidos para la transferencia tecnológica y buscan constantemente nichos de oportunidad. Son empresas que más que lograr

desarrollos, logran avances científicos y tecnológicos que venden o licencian a otras empresas. Este tipo de empresas surgen por iniciativa de académicos o grupos de investigación, pero que se mantienen al margen de las universidades.

2. Empresas de Innovación en Ingeniería: Suelen adoptar tecnología y tienen la capacidad de escalar procesos, desarrollar ingeniería básica, de aplicaciones de procesos y productos y de productos finales. Por lo que una de sus habilidades principales es analizar la factibilidad técnica de procesos y productos. Son consideradas como empresas de interfase entre las de innovación y las de aplicación industrial y comercial.

3. Empresas de Manufactura de Productos Biotecnológicos: Se dedican al desarrollo o la adaptación de procesos de producción a gran escala, generalmente se dedican a la producción de insumos de muy diversos tipos. A su vez, estas empresas se dividen de acuerdo con su grado de tecnificación y a lo que producen.

- a. Primer nivel, menor escala y mayor tecnificación
- b. Segundo nivel, mayor escala y tecnificación
- c. Tercer nivel, alto desarrollo tecnológico y altos estándares de inocuidad y sanidad
- d. Empresas de Servicios Técnicos y Analíticos
- e. Empresas Consumidoras de Productos e Ingredientes Biotecnológicos

De acuerdo con la clasificación presentada anteriormente, las empresas con mayor valor agregado son las que realizan innovación, las de innovación tecnológica y las de manufactura respectivamente (Amaro y Sandoval, 2019). Las dos primeras se encuentran sobre todo en países desarrollados y en menor medida en países en vías de desarrollo, ya que en éstos últimos dominan las empresas manufactureras pero adaptadoras de tecnología y las consumidoras de productos biotecnológicos

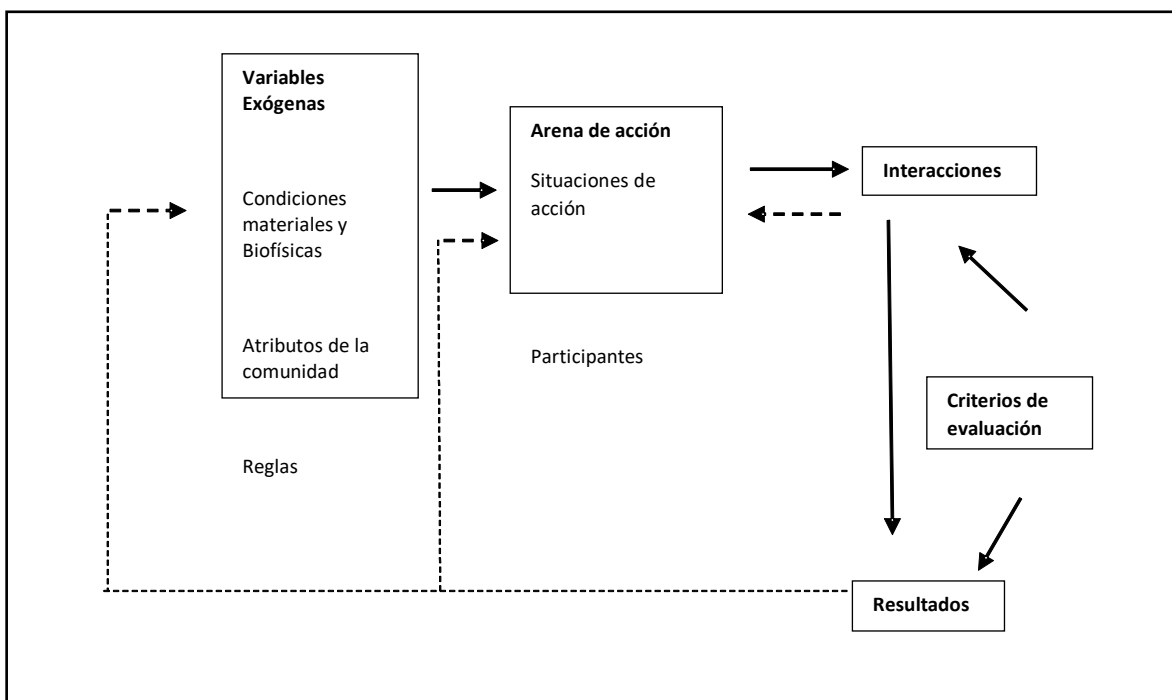
(Gonsen, 1998; Stezano y Oliver-Espinoza, 2019). Se menciona esto porque se ha identificado que aquellas empresas que capturan el mayor valor agregado tienen una posición dominante como jugadoras del juego. Ello tiene implicaciones para el análisis propuesto aquí, porque influyen en la jerarquía y posición en la toma de decisiones.

Cabe señalar que en México son pocas las empresas que se dedican a la prestación de servicios técnicos y analíticos, pero esta labor generalmente la desarrollan los centros públicos de investigación o, en ocasiones, algunos laboratorios universitarios (Amaro y Natera, 2020).

Metodológicamente se considera a la biotecnología como un sistema concreto y abierto dado que se analizan sus componentes –participantes–, estructura –condiciones, atributos, reglas e interacciones– y entorno –contexto social y otros sistemas.

Todos los sistemas se componen de subsistemas, en este caso, cultura es un subsistema dentro del sistema biotecnología, las particularidades del análisis aquí planteado consisten en que el subsistema cultura está inserto dentro del sistema biotecnología, pero este a su vez es un sistema con características sociales particulares que puede o no compartir con otros sistemas equivalentes, por ejemplo, las reglas y atributos de una comunidad pueden ser similares entre México y Estados Unidos, o sea que comparten composición y estructura, pero probablemente no interacciones ni resultados (véase figura 1).

**Figura 1. Sistema de Análisis basado en arenas de acción**



Fuente: Ostrom (2005)

Es por ello por lo que especificar las características de los actores de la biotecnología en México es fundamental para poder identificar las particularidades en la dinámica y en la construcción de cada arena de acción. Obsérvese que se plantea un diagrama en el cual hay constante retroalimentación o coevolución del sistema con los subsistemas que lo componen. Por eso es de especial interés ubicar las regularidades, las cuales son estructurales, por tanto, independientes del tiempo o bien la dinámica, la cual sí depende del tiempo (Quintanilla, 2017), además de la relación entre sistema y subsistemas. La figura 1 nos permite ordenar la información cualitativa mencionada al inicio del apartado y así construir para cada grupo empresarial estudiado una estructura interna de la arena de acción, lo que a su vez contribuye a la integración del análisis empírico con la propuesta teórica (Poteete, Janssen y Ostrom, 2012).

## **Cuatro asociaciones de empresas biotecnológicas en México**

De acuerdo con la información presentada por González y Quintero (2009), existen en México alrededor de 695 empresas biotecnológicas en los sectores de alimentos y bebidas, farmacéutica, medio ambiente, agrícola y pecuario. Sin embargo, no se distingue entre aquellas que sólo hacen uso de alguna técnica biotecnológica y aquellas que desarrollan procesos de investigación y desarrollo (I+D). Basados en la exploración propia, se infiere que son alrededor de cincuenta a sesenta 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 llevan a cabo 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 otra parte, están las empresas farmacéuticas que, aunque son pocas, han logrado los mayores avances en el desarrollo de biomedicamentos en áreas muy específicas de la salud (Amaro y Sandoval, 2019).

En general el panorama muestra pocas empresas, en su mayoría micro y pequeñas que no cuentan con laboratorios propios de I+D. Pueden hallarse subsidiarias de transnacionales que dominan sobre todo en el sector agrícola, y sólo el sector farmacéutico tiene representantes nacionales con proyección a nivel

internacional, pero no son elementos representativos del sector sino la excepción del comportamiento general (Stezano, 2019).

Con el objetivo de caracterizar la construcción social y cultural de la biotecnología en México, se optó por analizar del tipo de empresariado que existe en el país y se decidió enfocar el estudio en las cuatro asociaciones empresariales existentes, dado que se han reconocido como actores sociales relevantes y ya que el interés de esta investigación es identificarlas y analizar el discurso asociado a los valores, reglas y normas que tiene cada una de ellas.

Para poder lograr el objetivo aquí planteado, se presentan en este apartado las cuatro organizaciones empresariales biotecnológicas de México, comenzando con una descripción de sus objetivos –planteadas por ellas mismas. Este elemento descriptivo permite observar cómo es que las propias organizaciones han ido construyendo un discurso que les permite agruparse y compartir significados. Una vez planteado esto, se hace el análisis basado en las arenas de acción para así determinar los valores y símbolos de cada grupo y así poder identificar la posición, jerarquía e influencia. La primera de ellas es Agrobio México, la segunda es la Asociación de Empresas de Biotecnología Industrial Mexicana A. C. (EMBIOMEX), después el Consejo Mexicano de Agrobiotecnología A. C. (COMABio) y finalmente la Asociación de Innovadores Universitarios.

Agrobio México es una asociación civil que agrupa a las principales empresas desarrolladoras de la biotecnología agrícola con presencia en México, las cuales se dedican al desarrollo, producción y comercialización de productos innovadores para la agricultura basados en la mejora genética de semillas (Agrobio México, 2018). De acuerdo a la clasificación presentada previamente, Agrobio México se compone por empresas del área de innovación biotecnológica, sin embargo, en México la mayoría



de ellas no realiza I+D sino que distribuyen y comercializan los productos innovadores desarrollados en otros países. En el escenario mundial son empresas poderosas que cuentan con recursos financieros y capacidad de negociación, por lo tanto, con poder económico.

De acuerdo con sus propios estatutos, sus principales objetivos como organización son:

- Sensibilizar a la sociedad sobre los beneficios de la aplicación responsable de la biotecnología agrícola mediante el flujo de información relevante con bases científicas sólidas.
- Representar a la industria de la biotecnología agrícola para colaborar con las autoridades en el desarrollo de políticas y regulaciones nacionales que fomenten el cuidado del medio ambiente y la salud, además de la inversión y la transferencia de tecnología.
- Promover el vínculo entre productores, el sector académico y la industria biotecnológica, con el fin de reforzar el conocimiento y la investigación científica en biotecnología agrícola.

Para lograr sus objetivos han implementado una serie de actividades como la colaboración estrecha con productores y centros de investigación y desarrollo en biotecnología agrícola del país; organización y coordinación de eventos sobre temas como la evaluación de riesgos y el monitoreo de los cultivos genéticamente modificados, de la seguridad e inocuidad de los productos derivados, la regulación internacional de los organismos genéticamente modificados y los aspectos socioeconómicos asociados a la aplicación de la biotecnología en México; el desarrollo de materiales informativos para fomentar el conocimiento de sus

aplicaciones actuales y potenciales entre los diferentes sectores y la participación en los eventos más relevantes de los sectores agropecuario, industrial, gubernamental, académico y de salud (AgroBIO México, 2018).

En el análisis realizado a los documentos institucionales que promueven como parte de la difusión, destaca la visión positiva de la biotecnología, sobre todo la agrícola. En documentos como “Con mejor maíz habrá mejor país”, “Beneficios de los cultivos genéticamente modificados”, “Mitos y realidades de la biotecnología agrícola” y “Conoce los beneficios sociales, económicos y ambientales del algodón GM” o en artículos como “Evitar los OGM no sólo es anti-ciencia, es inmoral” o “Biotecnología moderna como una herramienta para la productividad del campo mexicano” se observa claramente la construcción favorable que tratan de transmitir sobre la biotecnología y la forma en que buscan posicionarse. Los valores y reglas que se identifican son:

- biotecnología = productividad;
- biotecnología = beneficios sociales, económicos y ambientales
- biotecnología = mejora

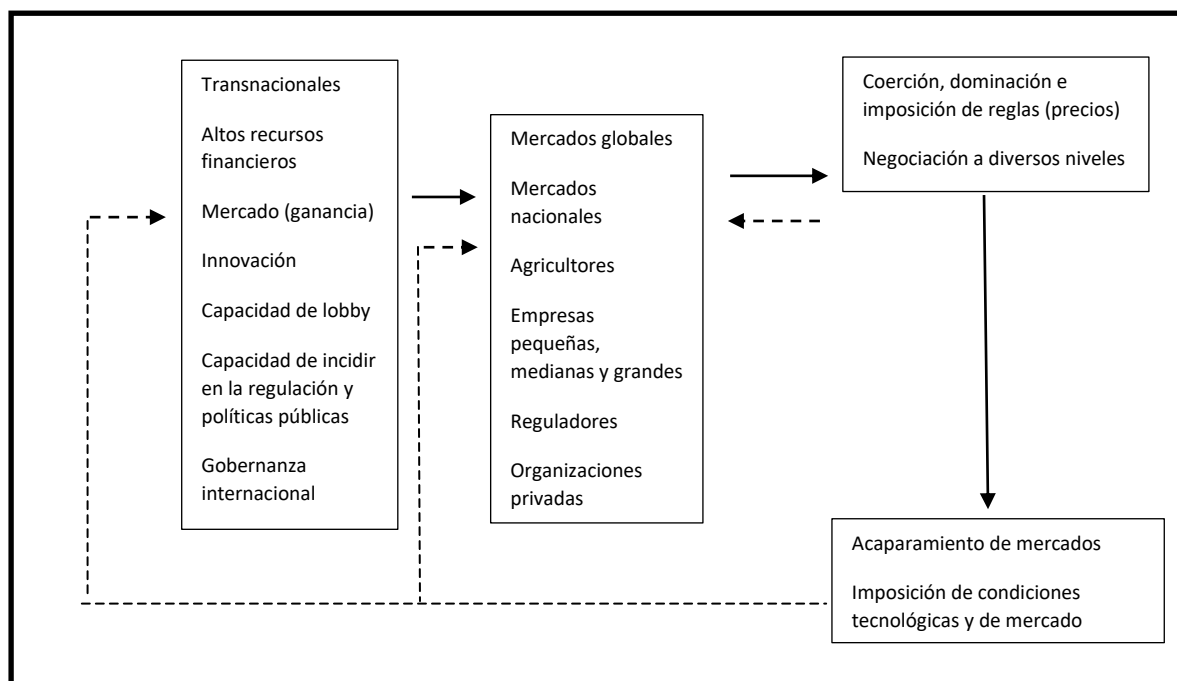
En términos simbólicos construyen un imaginario que invoca a la biotecnología como un proceso de modernidad y progreso donde los avances científicos que se destacan reportan siempre mejoras diversas como en la noticia “Consiguen científicos mexicanos tomate que disminuye la hipertensión” o “Maíz transgénico daría mayor soberanía” lo cual apunta a la construcción discursiva y al establecimiento de reglas informales –cultura– proclive al desarrollo biotecnológico.

Esta asociación ha sido muy cuestionada por diversos grupos sociales y activistas en el país ya que entre sus miembros se encuentran empresas como Bayer CropScience, Dow AgroSciences, Monsanto, DuPont Pioneer y Syngenta, las cuales son las empresas más importantes a nivel mundial en el tema de la biotecnología agrícola, por lo tanto, han tratado de incidir de diversas maneras en la definición de políticas públicas y en la reglamentación para los cultivos transgénicos especialmente. Si bien, estas empresas no son propiamente mexicanas, es importante considerarlas como un actor clave ya que su posición de poder y negociación las sitúa en un lugar privilegiado, donde han ejercido su poder económico para incidir directamente de diversas maneras.

Por ejemplo, en México se ha establecido un proceso de consultas públicas a través de la Comisión Federal de Mejora Regulatoria (COFEMER) cada vez que se presenta una propuesta de modificación al marco legal de regulación de los organismos genéticamente modificados y consultas públicas gestionadas por el Servicio Nacional de Sanidad, Inocuidad y Calidad Agroalimentaria (Senasica) cuando se trata de permisos de liberación al ambiente de organismos genéticamente modificados. En ambos casos, las opiniones que se presenten deben estar fundamentadas en criterios científicos y tecnológicos lo que implica un nivel de organización y financiamiento importante, ya que no cualquiera puede participar en ellas. Esto se traduce en mecanismos de participación cerrados y donde asociaciones como Agrobio México pueden participar y lo hacen, ya que tienen la infraestructura y las redes para ello, por lo que los sitúan en una posición privilegiada que les permite directa e indirectamente participar en el proceso de toma de decisiones de la política y de la regulación. Esto sin duda es una posición de poder determinada por su capacidad de incidir en las decisiones gracias a los recursos

financieros y a las redes que han articulado con diversos actores como científicos y organizaciones que coinciden con sus normas. Desde el esquema de Ostrom (2015) la posición de esta organización podría visualizarse de la siguiente manera, como se muestra en la Figura 2:

**Figura 2. Arena de acción de Agrobio México**



Fuente: Elaboración propia con base en entrevistas

Dada la composición de las empresas que conforman la asociación se puede decir que dominan los valores del mercado global, la competitividad, la ganancia y la innovación. En el discurso, esto se traduciría en beneficios para los productores y consumidores ya que esto les permitiría enfrentarse a problemas como la seguridad alimentaria, la escasez, plagas y enfermedades, así como riesgos medioambientales.

La segunda asociación que se analiza es la Asociación de Empresas de Biotecnología Industrial Mexicana A. C. (EMBIOMEX) la cual tuvo su origen en el llamado Programa Nacional de Biotecnología Productiva (PNBP) 2006-2012, el cual

fue impulsado por un grupo de empresarios nacionales junto con la Secretaría de Economía. Entre sus objetivos principales se encontraba la promoción y progreso de empresas de base biotecnológica, la creación de más empresas de este tipo, incidir en diversas áreas industriales donde la biotecnología pueda ser usada y el desarrollo, adopción y difusión de diversas biotecnologías. Para lograr lo anterior, se convocó al gremio nacional de industriales de la biotecnología buscando tener un impacto sectorial y productivo de largo plazo.

Si bien la Secretaría de Economía apoyó la creación de dicha asociación, el funcionamiento y posterior financiamiento correría a cargo de los agremiados. Esto los llevó a plantear como principios rectores la idea de promover un enfoque holístico para impulsar agendas segmentadas sectoriales, respaldo de proyectos biotecnológicos, búsqueda del desarrollo, fomento y aplicación de la biotecnología industrial y mecanismos de vinculación con diversos tipos de agentes. Tres meses después de su creación, la asociación agrupaba a cinco empresas: Metco, Agroenzymas, Sigma, ENMEX y PROBIOMED. Cabe mencionar que a pesar de estar dirigida a empresas fundamentalmente, uno de los más importantes impulsores fue el Dr. Sergio Trejo, investigador del Centro de Investigación en Biotecnología Aplicada (CIBA-Tlaxcala) del Instituto Politécnico Nacional quien en 2010 presentó un estudio financiado por la Secretaría de Economía, denominado: “La biotecnología en México: situación de la biotecnología en el mundo y situación de la biotecnología en el México y su factibilidad de desarrollo” (Trejo, 2010) y quien gracias a su relación con la Dra. Lorenza Martínez –Subsecretaria de Industria y Comercio de la Secretaría de Economía– y con Héctor Álvarez de la Cadena –fundador y presidente de la empresa Metco– consideraron que era necesario y estratégico generar una plataforma en la que convergieran la investigación biotecnológica y la industria para

aprovechar diversos mecanismos de financiamiento público, en especial el Fondo Sectorial de Innovación (CONACYT-FINNOVA). Pero, sobre todo buscaban generar comunicación entre el sector académico y el empresarial para construir un programa rector para el impulso de la biotecnología.

De manera que como primer objetivo se buscaba articular la relación entre diversos actores y apoyar en diversas actividades a las empresas en temas como la propiedad intelectual, el desarrollo de proyectos de I+D, la divulgación, pero sobre todo generar una cultura proclive a la innovación.

De acuerdo con el Dr. Trejo (2012) la asociación buscaría ser interlocutora entre el gobierno y la industria ya que los motivaba la idea de aprovechar el contexto creciente de asentamiento de clústeres biotecnológicos en el país. A pesar de ser una iniciativa interesante que buscaba agrupar a las empresas mexicanas de biotecnología, esta fue perdiendo interés e impulso dado el cambio de gobierno. La falta de recursos y organización paró los esfuerzos realizados y aunque no se desintegró la asociación, esta no mantuvo el ritmo esperado. Así, en 2016 decidieron hacer el intento nuevamente ahora tratando de integrar a un grupo de empresas del sector agroalimentario liderado por Francisco Mayorga quien fuese titular de la Secretaría de Agricultura, Ganadería, Desarrollo Rural, Pesca y Alimentación durante 2005-2006 y 2009-2012 quien también es dueño de diversas empresas como Industrias Melder y Mexicana Industrial de Insumos Agropecuarios (Semillas Caloro). Con este nuevo intento, el liderazgo que había mantenido Héctor Álvarez de la Cadena se vio mermado ya que al tratar de integrar a estas nuevas empresas ganó espacio Francisco Mayorga, con quien se pudo establecer poca comunicación y se generaron tensiones que no permitieron que ambos grupos empresariales se agruparan, ya que a pesar de realizar varios esfuerzos de reconfiguración conjunta,

como la identificación de más empresas mexicanas que estuviesen interesadas en afiliarse a la asociación, el esfuerzo fue fallido ya que no tenían claros los objetivos como asociación y varias empresas convocadas no lograron ver cuál era el beneficio que obtendrían de su participación, sobre todo porque pertenecían a diversos sectores, por mencionar un ejemplo, a las del sector agrícola les preocupaba la regulación, mientras que a las farmacéuticas los temas de propiedad intelectual y a pesar de que podían compartir otras demandas, no establecieron comunicación efectiva. Esto da muestra de que, a pesar de ser una organización relevante, al no poder construir un discurso conjunto que agrupara normas y reglas compartidas no lograron posicionarse e incidir como grupo en la toma de decisiones. Por el contrario, perdieron visibilidad y poder al no lograr mantener cohesión a través de sus reglas informales.

Ello condujo a que se separaran los esfuerzos; por un lado, se organizaron las empresas agroalimentarias en un nuevo proyecto denominado Consejo Mexicano de Agrobiotecnología, A. C. (COMABio) integrado por ocho empresas: Agri Best, AliBio, NSIP, Lidag, Altus Biopharm, Gruindag, Biofábrica Siglo XXI y Berni Labs, las cuales tienen un perfil tecnológico particular porque si bien no son empresas enfocadas a la I+D, si cuentan con áreas dedicadas a esto, las cuales generan innovaciones que buscan sobre todo sustituir insumos químicos y/o tradicionales para mejorar la productividad del sector agroalimentario. La mayoría de ellas no cuenta aún con las capacidades tecnológicas para ser líderes a nivel mundial, pero si son exitosas a nivel regional y algunas a nivel nacional.

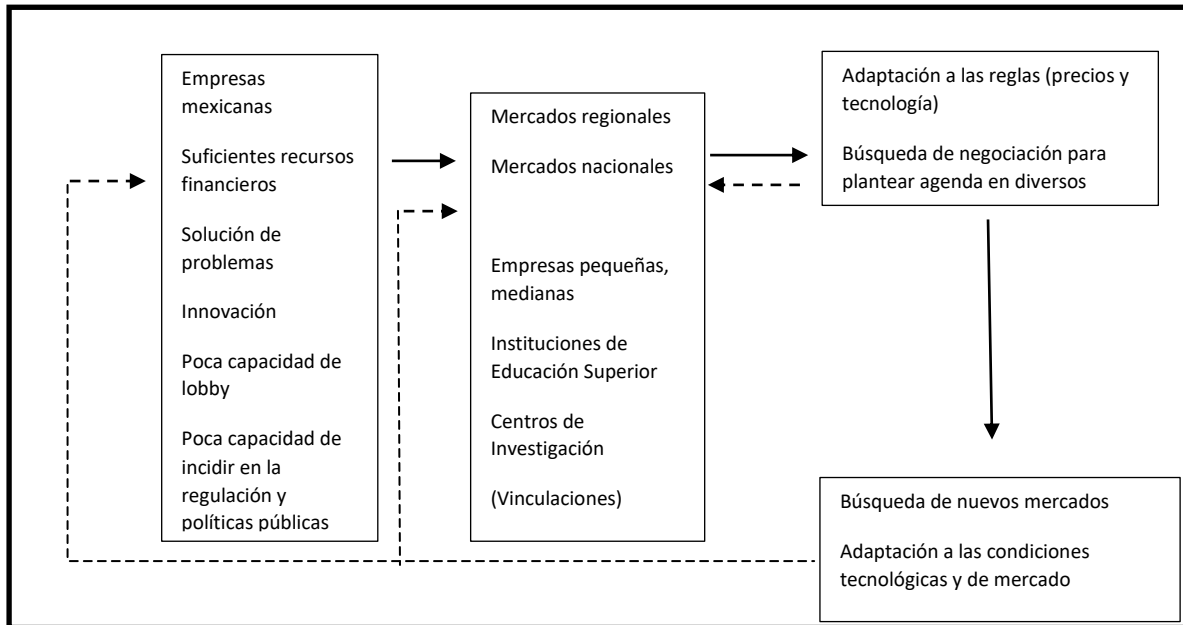
Al interior del país, estas empresas pueden considerarse como importantes competidores en sus sectores, a pesar de enfrentar a las grandes empresas que se agrupan en Agrobio México. Cabe mencionar que EMBIOMEX no se desintegró, ya

que mantuvo a sus agremiados iniciales, y actualmente buscan lograr establecer una nueva estrategia, basada en el impulso de empresas innovadoras, de hecho, consideramos que lo más distintivo y simbólico de este grupo empresarial es apelar a la formación de empresas nacionales con un fuerte carácter innovador. En ese sentido, se encuentran en un proceso de reorganización para crear nuevas reglas y normas compartidas que les permitan posicionarse e incidir en la toma de decisiones (veáse Figura 3), tanto a nivel de la regulación como en las políticas públicas del sector, las cuales han sufrido cambios importantes con la administración del gobierno en turno de Andrés Manuel López Obrador,<sup>4</sup> sobre todo porque el Consejo Nacional de Ciencia y Tecnología (CONACYT) esta a cargo de una científica que se ha mostrado como fuerte opositora al desarrollo biotecnológico, sobre todo al relacionado con los transgénicos.

### **Figura 3. Arena de acción de EMBIOMEX**

<sup>4</sup> López Obrador asumió el cargo de presidente de los Estados Unidos Mexicanos el 1° de diciembre de 2018.





Fuente: Elaboración propia con base en entrevistas

La tercera asociación es COMABio, quienes declaran que sus objetivos son: “Enriquecer la industria con oportunidades de asociación en redes que faciliten la investigación, la educación, y la creación de las políticas públicas para el sano crecimiento de la industria en principio y para todos los temas de biotecnología vegetal y animal; facilitando las relaciones gubernamentales federales y estatales en asuntos normativos, regulatorios y a través de los medios más ágiles para sustentar y potenciar la competitividad de la industria agrobiotecnológica mexicana” (COMABio, 2018).

Como se observa, buscan crear vínculos con actores como las instituciones de educación superior (IES) para desarrollar proyectos conjuntos, representar los intereses de las empresas del sector agroalimentario, difundir sus productos e incidir en la formulación de políticas públicas, sobre todo en el establecimiento de un marco regulatorio certero a sus intereses.

Dada la conformación sectorial, es probable que puedan tener un mayor impacto, sobre todo porque cuentan con capital social para ello, sólo se debe mencionar que detrás de esta iniciativa ha estado el empresario Alfonso Romo, hombre cercano al gobierno Obradorista, quien ha estado desde hace tiempo interesado en impulsar la agrobiotecnología desde distintos frentes, de hecho la historia se remonta al grupo Pulsar, la creación de Seminis, la compañía más grande a nivel mundial de semillas de frutas y vegetales, es inversionista fundador de Synthetic Genomics, una compañía que desarrolla y comercializa tecnologías genómicas sintetizadas, además de Nature Source Improved Plants (NSIP) es líder en la aplicación de tecnologías para el mejoramiento genético y desempeño en los procesos de propagación aplicando técnicas propias de algoritmos con especial foco en cultivos tropicales, como café, plátano, banano, agave, cacao, entre otros; Agromod, primer y más grande productor mundial de papaya maradol y la empresa Enerall, con el fin de instrumentar el avance de la tecnología para la transformación de suelos a través de la utilización de microbios, lo que permite al usuario transformar suelos improductivos en suelos cultivables.<sup>5</sup>

A pesar de que el Ing. Romo ha optado por tener un bajo perfil en el Consejo, éste ha sido consultado en distintas ocasiones para la toma de decisiones, lo que significa que cuentan con el apoyo de un importante actor dentro del espacio político nacional. Esto revela que la posición de un grupo relevante también está fuertemente influida por el tipo de actor individual que lo compone.

<sup>5</sup> Información obtenida de diversos medios de comunicación: La Jornada, El Universal, El Economista, El Financiero, Expansión y Líderes Mexicanos.

Haciendo un análisis de la construcción simbólica y los valores que promueven destaca un sentimiento nacionalista al incentivar la participación de empresas mexicanas, reconocen la importancia de establecer relaciones con las instituciones de educación superior, ponen especial atención a los problemas de la regulación y también establecen la conexión entre biotecnología y competitividad (véase Figura 4).

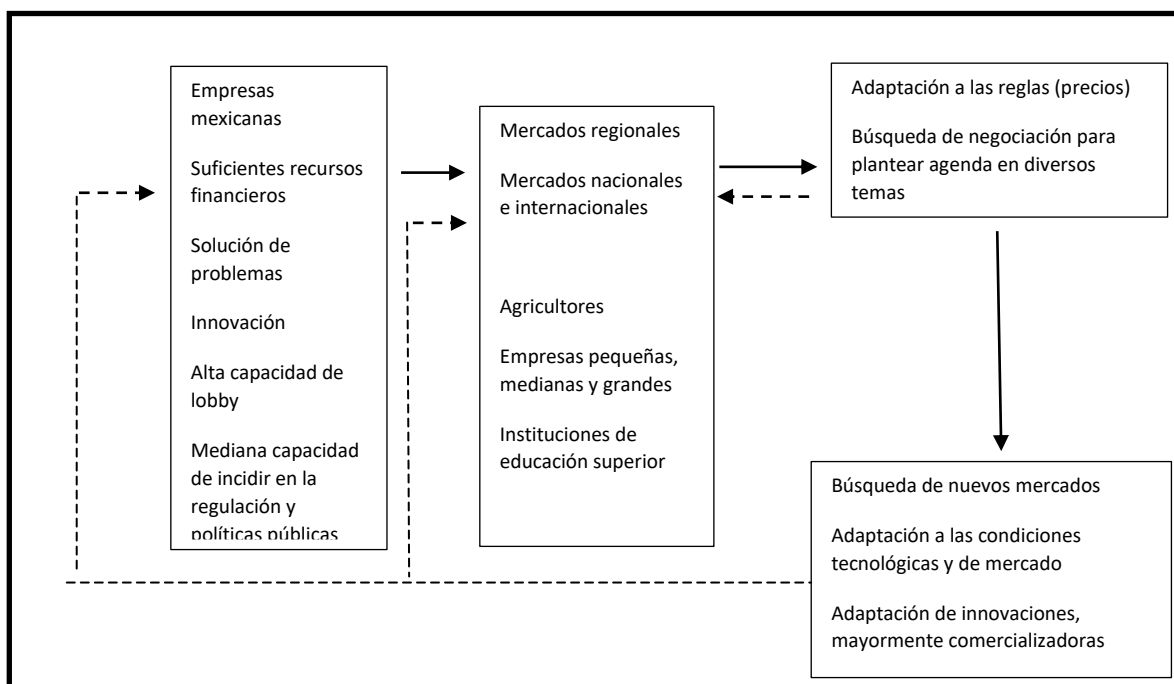
Cabe mencionar que en los documentos oficiales destaca la identificación de problemas relacionados con la producción de alimentos y la posibilidad de que el país enfrente algún tipo de crisis al no contar con las mejores semillas, insumos y procesos tecnológicos.

Incremento de la demanda global de alimentos → crisis alimentaria → mayor productividad → biotecnología

Devastación ambiental (agua, suelo, clima y biodiversidad) → mejora por procesos biotecnológicos

De la misma manera que en el caso de Agrobio México han construido un discurso, normas y reglas que apuntan hacia una visión favorable y positiva de la biotecnología, aunque evitan mencionar temas controvertidos como los transgénicos.

**Figura 4. Arena de acción de COMABIO**



Fuente: Elaboración propia con base en entrevistas

Finalmente, se presenta la última asociación empresarial, la cual se formó en 2013 bajo el nombre de Asociación de Innovadores Universitarios la cual está integrada por académicos e investigadores del Instituto de Biotecnología (IBT) de la Universidad Nacional Autónoma de México (UNAM) que fundaron alguna empresa de base científica o tecnológica. En total son diez empresas, varias de ellas inscritas en el Registro Nacional de Instituciones y Empresas Científicas y Tecnológicas como Grupo Quae, Laztek y Agro&Biotecnia.

Su idea es fomentar una cultura de emprendimiento entre la comunidad científica y lograr consolidar proyectos con impacto social (Báez y Villafán, 2015). Dicha asociación tiene la función de asesorar a jóvenes de posgrado en el proceso de innovación, transferencia tecnológica y creación de empresas. Además de crear una red de laboratorios universitarios, establecer un modelo de mentores para

emprendedores y sobre todo la creación de sinergias con diversos organismos para fomentar la vinculación (Báez y Villafán, 2015).

Sin embargo, a pesar de ser una asociación empresarial, han tenido mayor impacto en la vida académica ya que sólo un par de empresas han logrado comercializar sus productos y convertirse en negocios rentables, esto debido a que no cuentan con las capacidades necesarias para transitar de un emprendimiento universitario a un negocio comercial, además de que no existen estrategias por parte de la UNAM para apoyarlos en el proceso; de acuerdo a diversas experiencias relatadas por los diversos investigadores y emprendedores, el camino no es fácil de recorrer, sobre todo por los mecanismos legales que no les permitían convertirse en empresarios y aún existen conflictos sobre cómo pueden explotar o garantizar la comercialización, dado que la mayoría son investigadores de tiempo completo.

El caso más exitoso es el de Agro&Biotecnía que bajo el respaldo del Dr. Enrique Galindo ha logrado establecer mecanismos de uso y explotación de la tecnología que desarrollaron.<sup>6</sup> De alguna manera, esta asociación ha concentrado sus esfuerzos en promover una cultura del emprendimiento en la universidad, además de que han tenido incidencia en la normatividad pública federal, ya que a través del Dr. Galindo promovieron la implementación del decreto publicado el 8 de diciembre de 2015, donde se elimina el conflicto de intereses de los investigadores en la Ley de Ciencia y Tecnología y la Ley Federal de Responsabilidades Administrativas de los Servicios Públicos.

<sup>6</sup> Para conocer más la experiencia de este caso se puede revisar el texto de De Gortari, Medina, y Cabrera (2017).

Esto aún es insuficiente dado que esta modificación entra en conflicto con la normatividad de algunas IES, por lo que deben reformularse para lograr coherencia entre los distintos niveles.

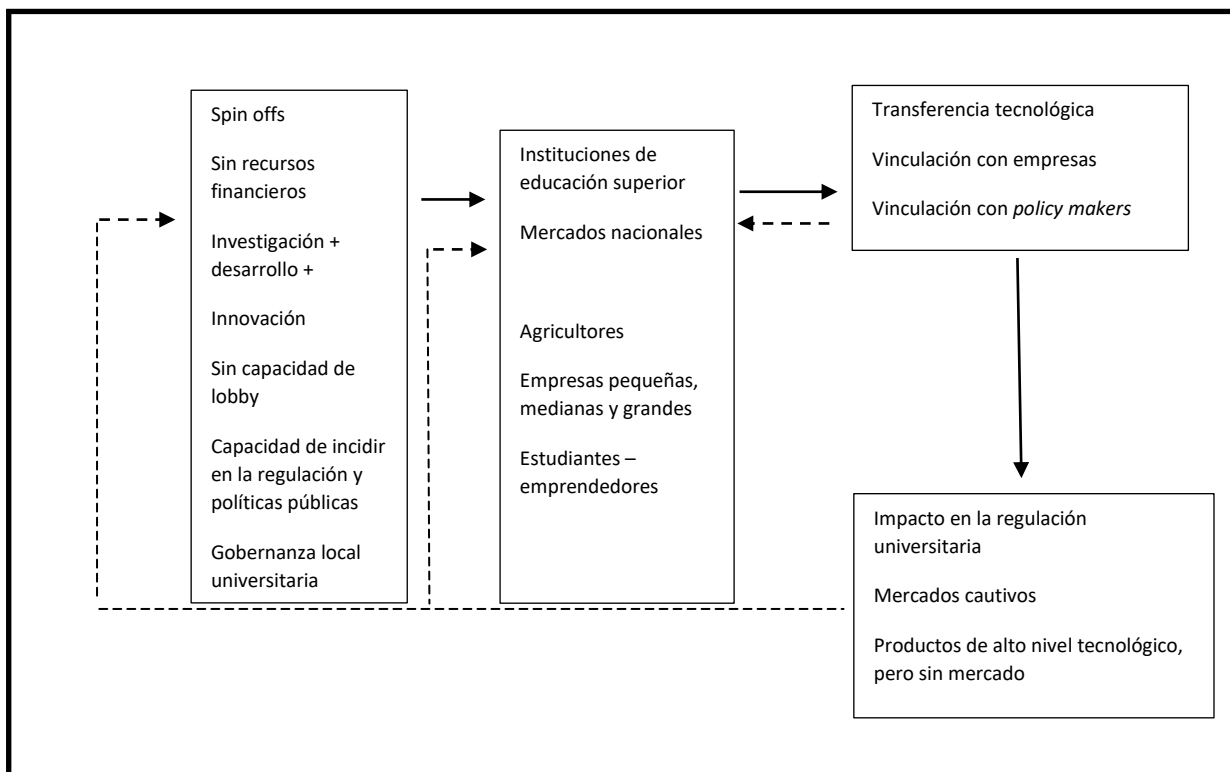
En palabras de los propios agremiados, la asociación ha servido más como un espacio para intercambiar experiencias y ayudarse en algunos procedimientos, por ejemplo, en la obtención de derechos de propiedad o diversos tipos de trámites, pero no tienen un programa establecido de trabajo, más que la promoción de la cultura del emprendimiento. Hasta cierto punto esto es comprensible, dado que su espacio de actuación se limita a la vida académica y es allí donde han tratado de incidir de forma más directa, sobre todo en el cambio de visión acerca de las distintas salidas que pueden tener las investigaciones que se realizan en las universidades.

Sin embargo, a pesar de mantener un espacio acotado, también cuentan con un importante capital social ya que están relacionados con uno de los biotecnólogos más reconocidos a nivel nacional e internacional, quien en 2013 fue nombrado Coordinador de Ciencia, Tecnología e Innovación de la Oficina de la Presidencia de la República y que desde diversos espacios ha tratado de impulsar el desarrollo de la biotecnología.

Dado el perfil de los integrantes de esta asociación domina una construcción simbólica, de reglas y normas que apela fundamentalmente al emprendimiento, a la promoción de la vinculación con IES y en general a la generación de redes diversas (véase Figura 5). Desde la posición de la investigación destaca que las opiniones que lanzan tratan de estar justificadas con resultados científicos, es decir que han tratado de hacer valer su jerarquía como un grupo que cuenta con opinión informada, para así promover el desarrollo biotecnológico y tratar de mostrar a través

de los logros científicos aplicados las soluciones que desde la biotecnología se pueden obtener.

**Figura 5. Arena de acción de la Asociación de Innovadores Universitarios**



Fuente: Elaboración propia con base en entrevistas

## Conclusiones

Existen distintos tipos de empresas biotecnológicas en México, las de innovación biotecnológica que se caracterizan por el desarrollo de patentes, tienen algún nicho de oportunidad, logran avances científicos y tecnológicos y que en el caso de México son muy pocas. Las segundas son las empresas de innovación en ingeniería, las cuales adaptan tecnologías y escalan procesos, por lo tanto, sus competencias centrales se ubican en la mejora incremental. Aquí se localiza el grueso de

empresas de capital extranjero o multinacionales como Monsanto filial México, la cual realiza I+D en otra de sus sedes, pero aquí llevan a cabo procesos de mejora en productos. O bien las grandes empresas nacionales cerveceras que desarrollan poca I+D propia, pero adaptan muy bien las innovaciones realizadas en el mundo. Finalmente se encuentran las empresas de manufactura de productos biotecnológicos, en el caso de la agroindustria y el sector alimentario, destacan aquellas que realizan la producción de insumos y se localizan en la parte más baja de la cadena de valor, generalmente producen proteínas o fermentaciones. También existen las empresas ícono de la biotecnología que son aquellas que surgen de la investigación universitaria, pero que, en el caso de México, sólo se han quedado como emprendimiento sin poder acceder aún a los mercados-objetivo. Cada tipo de empresa se ha ido agrupando, dependiendo sus intereses y motivaciones; es así como en el país se ubican fundamentalmente cuatro asociaciones que pueden ser consideradas como actores relevantes ya que buscan de diversas maneras influir en diversos aspectos relacionados con la biotecnología.

En lo que respecta a los grupos empresariales son muy claras las diferencias entre ellos. Se observa que Agrobio tiene una posición de poder muy marcada como un grupo social relevante que trata de ejercer presión en diversas instancias para que su visión de lo que significa el desarrollo biotecnológico permee a diversos niveles.

COMABio ha enfrentado una serie de problemáticas para establecer un plan de trabajo y agenda de largo plazo que les permita situarse como un verdadero jugador, aunque destaca que en términos de influencia y poder, se localizan bien ubicados al tener cercanía al gobierno en turno, en posiciones clave, de hecho, han sido beneficiadas con la implementación de algunos programas públicos como el



denominado “Sembrando Vida” en el que participa la empresa Agromod, asociada a esta organización. COMABio comienza a buscar un lugar en la arena política y económica para influir en el diseño de políticas públicas y regulación a través de diversas propuestas.

En el caso de EMBIOMEX, han ido construyendo un discurso favorable hacia la innovación. Ello, en gran medida porque son el grupo de empresas que han integrado de manera más exitosa procesos tecnológicos y vinculaciones diversas, entre empresas y con instituciones de educación superior. En un sentido amplio, han logrado ser exitosas y posicionarse en mercados a nivel local y regional. Sin embargo, no han podido recuperar una posición más favorable para incidir en la toma de decisiones, ya que no hay coincidencia con ciertas políticas que afectan, tanto al sector alimentario como al farmacéutico, por ejemplo, actualmente el tema de los derechos de propiedad industrial renegociados en el anterior Tratado de Libre Comercio con Estados Unidos y Canadá, y que consideran afectará su capacidad competitiva en el tema de la producción de biogénicos.

Finalmente, cabe mencionar que en el caso de la Asociación de Innovadores Universitarios se han mantenido en un espacio más alejado de los círculos de toma de decisiones en torno a la biotecnología, de alguna manera su apuesta es sólo compartir experiencias y motivar a más emprendedores para que se involucren en procesos de innovación biotecnológica y su arena de actuación ha estado concentrada en la vida universitaria fundamentalmente.

En conclusión, ante la pregunta planteada sobre ¿quiénes son los actores relevantes en términos de grupos empresariales de la biotecnología en México? Se identificaron a los cuatro grupos mencionados previamente. Para cada grupo, se han establecido diferencias en torno a los distintos discursos asociados a sus valores,

reglas y normas. Los cuales nos permiten observar su posición y jerarquía, la cual consideramos está en función de tres cosas: el poder económico que ostenta cada organización, las características de los actores que componen cada organización y finalmente la capacidad de agruparse y construir reglas informales, valores compartidos y una visión que cohesione sus objetivos. Los estudios de caso aquí presentados, muestran que son aquellos que cuentan con estas características los que tienen mayor capacidad de influir en la toma de decisiones y, por lo tanto, en el proceso de construcción de biotecnología.

Sin duda, aún quedan más elementos a analizar en el futuro, como las tensiones y contradicciones que hay al interior de los grupos, o bien cómo estos actores relevantes logran posicionarse en el ámbito público. Así como los conflictos que pueden existir con otro tipo de actores relevantes como las organizaciones de la sociedad civil o el propio gobierno. Lo anterior sólo es un botón de muestra de las líneas de investigación que se abren a partir de la propuesta de este artículo.

## Referencias bibliográficas

Adams, R. (1983), *Energía y estructura. Una teoría del poder social*, México D. F., Fondo de Cultura Económica.

Aerni, P. (2001), “La percepción pública de la biotecnología agrícola en México”, Center for International Development (CID) – Universidad de Harvard / Departamento de Sociología – Universidad Autónoma Metropolitana (UAM-A) / Instituto de Ingeniería – Universidad Nacional Autónoma de México (UNAM) Disponible en: <[https://www.researchgate.net/publication/266038200\\_La\\_Percepcion\\_Publica\\_de\\_la\\_Biotecnologia\\_Agricola\\_en\\_Mexico](https://www.researchgate.net/publication/266038200_La_Percepcion_Publica_de_la_Biotecnologia_Agricola_en_Mexico)>

AgroBIO México (2018), “Beneficios de los cultivos genéticamente modificados”, Ciudad de México AgroBIO México.

Amaro M. (2020), “Reflexiones interdisciplinarias para la investigación de la ciencia, la tecnología y la innovación de la biotecnología en México”, en López-Leyva M. A. (comp.), *Perspectivas Contemporáneas de la Investigación en Ciencias Sociales*, Ciudad de México, IIS-UNAM, pp. 69-110.

Amaro, M. y J. Natera (2020), “Technological capabilities accumulation and internationalization strategies of Mexican biotech firms”, *Economics of Innovation and New Technology*, vol. 29, N° 7, pp. 720-739.

Amaro, M. y S. Sandoval (2019), “Industria biotecnológica, concentración y oportunidades para las empresas mexicanas en el panorama mundial de encadenamientos productivos”, en Morales, M. y M. Amaro (coords.), *La biotecnología en México. Innovación tecnológica, estrategias competitivas y contexto internacional*, Ciudad de México, Facultad de Economía-UNAM, pp. 93-127.

Amaro, M. y D. Villavicencio (2015), "Incentivos a la innovación de la biotecnología agrícola-alimentaria en México", *Estudios sociales*, vol. 23, N° 45, pp. 33-45.

Amaro, M., J. Corona y M. Soria (2009), "Incentivos y Colaboraciones Universidad-Empresa: Un estudio en el sector biotecnológico mexicano", en Martínez A. *et al.* (coords.), *Innovación y Competitividad en la Sociedad del Conocimiento*, México D. F., Plaza y Valdés Editores / Concyteg, pp. 371-396.

Antal, E. (2008), "Interacción entre política, ciencia y sociedad en biotecnología. La regulación de los organismos genéticamente modificados en Canadá y México", *Norteamérica*, vol. 3, N° 1, pp. 11-62. Disponible en: <[http://www.scielo.org.mx/scielo.php?script=sci\\_arttext&pid=S1870-35502008000100002&lng=es&nrm=iso](http://www.scielo.org.mx/scielo.php?script=sci_arttext&pid=S1870-35502008000100002&lng=es&nrm=iso)>

Aoki, M. (2001), *Toward a comparative institutional analysis*, Cambridge, The MIT Press.

Arellano, A. y C. Ortega (2005), "Las Redes Sociotécnicas en torno a la Investigación Biotecnológica del Maíz", *Convergencia*, vol. 12, N° 38, pp. 255-276.

Báez, C. y A. Villafán (2015), "Del laboratorio a la creación de empresas basadas en el conocimiento", *cienciamx Noticias*, 2 de julio. Disponible en <<http://www.cienciamx.com/index.php/sociedad/asociaciones/2068-asociacion-de-innovadores-universitarios-del-laboratorio-a-la-creacion-de-empresas-basadas-en-el-conocimiento>>

Barajas, R. (1991), "Biotecnología y revolución verde: Especificidades y divergencias", *Sociológica (México)*, vol. 6, N° 16, pp. 61-83.

Bijker, W. E.; T. Pinch y T. P. Hughes (eds.) (1987), *The Social Construction of Technological Systems: New Directions in the Sociology and History of Technology*, Cambridge y Londres, The MIT Press.

- Bolívar, F. (comp. y ed.) (2004), *Fundamentos y casos exitosos de la biotecnología moderna*, México D. F., El Colegio Nacional.
- Casas, R., M. Chauvet y D. Rodríguez (1992), *La biotecnología y sus repercusiones socioeconómicas y políticas*, México D. F., Instituto de Investigaciones Económicas-Universidad Nacional Autónoma de México.
- Castañeda, Y. *et al.* (2014), “Industria semillera de maíz en Jalisco: Actores sociales en conflicto”, *Sociológica (México)*, vol. 29, N° 83, pp. 241-279.
- Chauvet, M. (2015), *Biología y Sociedad*, México D. F., Universidad Autónoma Metropolitana.
- Consejo Mexicano de Agrobiotecnología, A. C. – COMABio (2018), “Exposición de Motivos”, Documento para asociados, Ciudad de México, COMABio.
- De Gortari, R., N. Medina y E. Cabrera (2017). “Fungifree Ab®”, en Villavicencio, D. (coord.), *Las vicisitudes de la innovación en biotecnología y nanotecnología en México*, Ciudad de México, UAM-X / IDRC / Itaca, pp. 171-190.
- Díaz, R., y Ma. J. Santos (2015), “Artefactos sociotécnicos, cultura y poder: hacia una antropología de la innovación tecnológica”, en Santos, Ma. J. y R. Diaz (coords.), *Innovación tecnológica y procesos culturales*, Ciudad de México, Fondo de Cultura Económica, pp.51-64.
- Gonsen R. (1998), *Technological capabilities in developing countries: industrial biotechnology in Mexico*, Basingstoke / Nueva York, Macmillan / St. Martin’s Press.
- González, A. (2018), “Desafíos en la regulación de la biotecnología agrícola moderna en México: el caso de la edición de genes”, *Alegatos*, N° 98, pp.195-210. Disponible en: <<http://alegatos.azc.uam.mx/index.php/ra/article/view/639>>

González, A. y Y. Castañeda (2008), "Biocombustibles, biotecnología y alimentos: Impactos sociales para México", *Argumentos. Estudios críticos de la sociedad*, vol. 21, N° 57, pp. 55-83.

González, R. y R. Quintero (2009) "Biotecnología e innovación en México, ¿por qué ha pasado tan poco?", en Martínez, A., P. López, A. García, S. Estrada (coord.): *Innovación y competitividad en la sociedad del conocimiento*, Guanajuato, México, Plaza y Valdes, pp.63-76

Guzmán, C. (2020), "Vicisitudes de la transferencia tecnológica en México: arenas epistémicas, coproducción y uso social de la bacteria *Bacillus subtilis*", *CTS: Revista iberoamericana de ciencia, tecnología y sociedad*, vol. 15, N° 45, pp.131-161.

Hill, S. (2015). "La fuerza cultural de los sistemas tecnológicos", en Santos, Ma. J. y R. Diaz (coords.), *Innovación tecnológica y procesos culturales*, Ciudad de México, Fondo de Cultura Económica, pp. 83-117.

Hodgson, G. (2001), *How economics forgot history: The problem of historical specificity in social science*, Londres / Nueva York, Routledge.

Lazos, E. (2014), "Consideraciones socioeconómicas y culturales en la controvertida introducción del maíz transgénico: el caso de Tlaxcala", *Sociológica (México)*, vol. 29, N° 83, pp. 201-240.

Massieu, Y. (2009), "Cultivos y alimentos transgénicos en México: El debate, los actores y las fuerzas sociopolíticas", *Argumentos. Estudios críticos de la sociedad*, vol. 22, N° 59, pp. 217-243.

Massieu, Y. *et al.* (2000), "Consecuencias de la biotecnología en México: el caso de los cultivos transgénicos", *Sociológica (México)*, vol. 15, N° 44, pp. 133-159.

Morales, M., M. Amaro y F. Stezano (2019), "Tendencias tecnológicas en el sector biotecnológico: análisis de patentes en México y Estados Unidos", *Economía. Teoría y Práctica*, año 27, N° 51, pp. 17-44.

North, D. (1990), *Institutions, Institutional Change and Economic Performance*, Cambridge, Cambridge University Press. [En castellano: North, D. (2014), *Instituciones, cambio institucional y desempeño económico*, México D. F., Fondo de Cultura Económica].

Organisation for Economic Co-operation and Development – OECD (1989), *Biotechnology: Economic and Wider Impacts*, París, OECD.

Organisation for Economic Co-operation and Development – OECD (2005), *A Framework for Biotechnology Statistics*, París, OECD.

Ostrom, E. (2005), *Understanding Institutional Diversity*, Princeton, Princeton University Press. [En castellano: Ostrom, E. (2015), *Comprender la diversidad institucional*, México D. F., Fondo de Cultura Económica].

Pérez, M. (2016), "Los organismos intermedios de apoyo a la innovación en México: el caso de la biotecnología agrícola", *Revista de la Facultad Latinoamericana de Ciencias Sociales*, vol. 24, N° 48, pp.161-183.

Poteete, A., M. Janssen y E. Ostrom (2012), *Trabajar Juntos: acción colectiva, bienes comunes y múltiples métodos en la práctica*, México D. F., Fondo de Cultura Económica.

Pinch, T. y W. E. Bijker (1984), "The social construction of facts and artefacts: Or how the sociology of science and the sociology of technology might benefit each other", *Social Studies of Science*, vol. 14, N° 3, pp.399-441.

Pinch, T. (2015), "La construcción social de la tecnología: una revisión", en Santos, Ma. J. y R. Diaz (coords.), *Innovación tecnológica y procesos culturales*, Ciudad de México, Fondo de Cultura Económica, pp. 19-37.

Quintanilla, M. A. (2017), *Tecnología: un enfoque filosófico y otros ensayos de filosofía de la tecnología*, Ciudad de México, Fondo de Cultura Económica.

Rubio, B. (1991), "Desarrollo del capital en la agricultura mexicana y biotecnología: ¿hacia un nuevo patrón de acumulación?", *Sociológica (México)*, vol. 6, N° 16, pp. 39-59.

Santos, Ma. J. y R. Diaz (coords.) (2015), *Innovación tecnológica y procesos culturales*, Ciudad de México, Fondo de Cultura Económica

Stezano, F. (2019), "Industrial and innovation policies in the Mexican biotechnology sector", *Journal of Industry, Competition and Trade*, vol. 19, N° 1, pp.123-140.

Stezano, F. y R. Oliver-Espinoza (2019), "Innovation capabilities and performance of biotechnology firms", *Management Research*, vol. 17, N° 4, pp. 445-473.

Solleiro, J. y A. Briseño (2003), "Propiedad intelectual: el caso de la biotecnología en México", *Asociación Interciencia*, vol. 28, N° 2, pp.90-94.

Trejo, S. (2010), *Situación de la biotecnología en el mundo y situación de la biotecnología en México y su factibilidad de desarrollo*, México D. F., Centro de investigación en Biotecnología aplicada del IPN-Centro de Educación Continua, Unidad Allende.

Trejo, S. (2012), Comunicación personal. 22 de mayo de 2012.

Wagner, C. (1998). "Biotechnology in Mexico: placing science in the service of business", *Technology in Society*, vol. 20, N° 1, pp. 61-73.

*Artículo recibido el 1 de julio de 2020*



*Aprobado para su publicación el 21 de abril de 2021*