

# La industria biofarmacéutica en México ante la crisis sanitaria por el SARS-CoV-2: desafíos y reacciones creativas de innovación\*

---

---

## Mexico's biopharmaceutical industry facing the SARS-CoV-2 health crisis: challenges and creative innovation reactions

*Marcela Amaro Rosales\*\**

### *Resumen*

El objetivo del artículo es identificar las alternativas de desarrollo tecnológico e industrial de la biofarmacéutica mexicana, comparando la estrategia basada en la biomanufactura frente a la posibilidad de innovaciones basadas en reacciones creativas. Para lograr dicho objetivo se parte del análisis de los circuitos de innovación, lo que permite determinar si ante las asimetrías existentes es posible para la industria biofarmacéutica mexicana tener reacciones creativas de innovación. Este trabajo toma como ejemplo diversos proyectos que en el marco de la crisis sanitaria se han creado para la generación de una vacuna y otros tratamientos para el SARS-CoV-2 en el país.

*Palabras clave:* reacciones creativas, innovación, biotecnología, industria biofarmacéutica.

### *Abstract*

The objective of the article is to identify the alternatives for technological and industrial development of the Mexican biopharmaceutical, comparing the strategy based on biomanufacturing against the possibility of innovation based on creative reactions. To achieve this objective, we start from the analysis of the innovation circuits, which makes it possible to determine if, given the existing asymmetries, it is possible for the Mexican biopharmaceutical industry to develop creative innovation reactions. This work takes as an example the various projects that have been created within the

\* Este artículo es resultado del proyecto PAPIIT UNAM IA300620.

\*\* Investigadora del Instituto de Investigaciones Sociales de la Universidad Nacional Autónoma de México [marcela.amaro@sociales.unam.mx].

framework of the health crisis for the generation of a vaccine and other treatments for SARS-CoV-2 in the country.

*Key words:* creative reactions, innovation, biotechnology, biopharmaceutical industry.

Artículo recibido: 31/12/20

Apertura del proceso de dictaminación: 04/01/21

Artículo aceptado: 12/04/21

## INTRODUCCIÓN

La industria farmacéutica<sup>1</sup> en México tiene una larga e importante historia. Resultado de los avances de la química, en el país se contó con significativas capacidades productivas, científicas y tecnológicas que le permitieron un sustancial nivel de competitividad. La década de 1980 fue relevante ya que la industria logró, mediante la imitación y la ingeniería en reversa de medicamentos no patentados, atender la demanda nacional y en algunos casos regional en América Latina.

Sin embargo, a partir del proceso de liberalización económica, las empresas mexicanas vieron disminuidas sus ventajas, ya que se encontraron inmersas en un proceso turbulento que transformó la estructura industrial, además de enfrentar mayor competencia de insumos y productos, y nuevos acuerdos de propiedad industrial. Condiciones a las que la gran mayoría de empresas no fueron capaces de adaptarse, ya que requerían la creación de estrategias de investigación y desarrollo (I+D) que les permitiesen posicionarse en un mejor lugar nacional e internacional. Ello marcó la tendencia de la industria y la colocó en franca desventaja, ya que la mayoría optó por una estrategia pasiva de compras tecnológicas y, en algunos casos, donde las empresas eran productoras se convirtieron sólo en distribuidoras de medicamentos.

Lo anterior, junto con la tendencia global hacia la concentración de la industria en pocas empresas, se profundizó con la irrupción de la biotecnología

<sup>1</sup> Cabe mencionar que en este artículo se habla de industria farmacéutica e industria biofarmacéutica. En términos metodológicos se considera que la industria biofarmacéutica es un subconjunto de la industria farmacéutica. Se definen como empresas biofarmacéuticas aquellas empresas que en sus técnicas y procesos productivos hacen uso de la biotecnología. Si bien no está categorizada por el Instituto Nacional de Estadística y Geografía (Inegi) como una industria, aquí se propone su uso.

moderna, la cual ha significado una reestructuración completa de la producción de insumos, medicamentos y dispositivos para la salud a escala mundial y ha marcado el ritmo de las innovaciones, las cuales demandan un alto nivel de especialización en I+D. Además de requerir grandes inversiones financieras, siendo las empresas transnacionales las que llevan la batuta en la producción de insumos y medicamentos.<sup>2</sup>

La falta de una política industrial enfocada a la farmacéutica, que busque integrar a la producción de insumos provenientes de la química sintética y de la biotecnología moderna con los laboratorios productores de medicamentos diversos, es un elemento que explica los pobres resultados y la dependencia tecnológica que se manifiesta. Basta con observar que la balanza comercial de los últimos 15 años muestra que las importaciones de productos terminados o a granel se ha mantenido al alza y la producción de medicamentos terminados se mantiene a la baja.<sup>3</sup>

Dada la importancia estratégica que tiene la salud en México, es necesario repensar a dicha industria en consonancia con las demandas sociales. No todo está perdido, hay un camino recorrido que sirve de base para una posible reconfiguración industrial, que permita a las empresas del sector aprovechar las capacidades productivas y los conocimientos previamente generados. Es importante mencionar que uno de los elementos fundamentales para la industria farmacéutica es la generación de conocimiento y, en ese sentido, el país cuenta con un cúmulo importante de capacidades científicas y tecnológicas que emergen del sistema de ciencia y tecnología instalado en el país.

Dado el contexto anterior, la pregunta de investigación versa de la siguiente manera: ¿es posible para la industria biofarmacéutica mexicana superar el modelo de biomanufactura a partir de respuestas creativas de innovación? La metodología usada es de tipo cualitativo integrando etnografía digital y entrevistas con científicos y empresarios de la industria biofarmacéutica, además de estadística descriptiva para contextualizar.

El artículo se organiza de la siguiente manera: en el primer apartado se presenta un recuento sintético de la industria farmacéutica mexicana, y se focalizan algunos de los rasgos que a lo largo del tiempo se mantienen como

<sup>2</sup> Alenka Guzmán y María Victoria Guzmán, “¿Poseen capacidades de innovación las empresas farmacéuticas de América Latina? La evidencia de Argentina, Brasil, Cuba y México”, *Economía: teoría y práctica*, nueva época, número especial, vol. 1, noviembre de 2009.

<sup>3</sup> Enrique Dussel Peters, *Las industrias farmacéutica y farmacoquímica en México y el Distrito Federal*, Comisión Económica para América Latina y El Caribe (CEPAL), 24 de septiembre de 1999.

características de la industria en términos productivos y tecnológicos. En el segundo apartado se dibuja un panorama general, con algunos datos económicos, para contextualizar a la industria nacional e internacional. El tercer apartado esboza diversos conceptos como cadenas globales de valor (CGV), circuitos de innovación, derechos de propiedad intelectual (DPI) y reacciones de innovación creativas. Este último concepto permite discutir con la idea de biomanufactura, y abre paso a la presentación de los estudios de caso que se retoman como ejemplo en torno a las posibilidades productivas y tecnológicas de la industria biofarmacéutica mexicana en el contexto de la covid-19, lo que permite repensar las oportunidades de innovación como reacciones creativas. Finalmente, se concluye con una serie de ideas de política industrial, así como la evidencia presentada.

#### RASGOS HISTÓRICOS DE LA INDUSTRIA FARMACÉUTICA MEXICANA

La industria farmacéutica se integra por todas aquellas empresas que hacen investigación, desarrollo, producción y comercialización de productos químicos o biofármacos. Los cuales son usados para prevenir o tratar enfermedades mediante productos como vacunas, antisueros, vitaminas, fármacos y diversos tipos de preparaciones farmacéuticas de uso humano y veterinario.<sup>4</sup>

Los orígenes de la industria farmacéutica mexicana se pueden rastrear desde la segunda mitad del siglo XIX. Durante la época del porfiriato se identifican los primeros esfuerzos institucionales para fomentar la investigación pública y las asociaciones privadas de médicos y farmacéuticos. Si bien esos primeros esfuerzos no pueden ser considerados plenamente como una industria, son los primeros visos que apuntan hacia el establecimiento de algunas empresas, las cuales verían un mayor impulso y crecimiento en la época posrevolucionaria debido a las inversiones de empresas europeas y estadounidenses, así como unos cuantos empresarios nacionales.<sup>5</sup>

El tránsito en la química de la generación de reactivos, que daban origen a las llamadas “fórmulas magistrales” hacia la medicina de patente, fue un hecho mundial relevante, ya que se tradujo en un claro proceso de

<sup>4</sup> Proméxico, *Industria farmacéutica*, Unidad de Inteligencia de Negocios/Secretaría de Economía, 2013.

<sup>5</sup> Rogelio Godínez Reséndiz y Patricia Aceves Pastrana, “El surgimiento de la industria farmacéutica en México (1917-1940)”, *Revista Mexicana de Ciencias Farmacéuticas*, 45(2), México, 2014, pp. 55-68.

industrialización y especialización en la producción de medicamentos. Los avances en la síntesis orgánica y el desarrollo de moléculas significaron un salto cualitativo en la producción, ya que permitieron avances científicos y tecnológicos sustanciales para el desarrollo de nuevos fármacos que iban más allá de la producción a pequeña escala de las boticas.

En el país se avanzó en el establecimiento de empresas dedicadas a la producción, importación y comercialización. Además, los conocimientos de los boticarios fungieron como una primera base de creación de capacidades tecnológicas básicas, lo que sirvió para la creación de empresas de origen nacional que transitaron de la importación a la producción de algunos medicamentos.

Sin embargo, cabe mencionar que el desarrollo de la industria farmacéutica se ha visto mermado históricamente por diversos cambios institucionales que, por medio de códigos sanitarios, leyes de patentes y la falta de una política industrial contribuyeron con la posición desventajosa de las empresas nacionales frente a los laboratorios extranjeros, en términos de recursos financieros y capacidades tecnológicas.<sup>6</sup>

Si bien en 1950 se observó un crecimiento de la industria farmacéutica ya que en diez años se logró pasar de 77 a 310 laboratorios nacionales –resultado del impulso de la guerra–, la dependencia del extranjero en términos del desarrollo científico y tecnológico continuó.<sup>7</sup> El cambio de modelo por la llamada “sustitución de importaciones” pudo haber significado una oportunidad para el desarrollo de la industria, pero de acuerdo con diversos estudios, esta etapa significó un periodo de grandes concesiones al capital extranjero, lo que no fomentó el desarrollo tecnológico y productivo de las empresas nacionales. Como ejemplo de ello se destaca que, de acuerdo con Mauricio de María y Campos, en 1974, 85% del mercado mexicano pertenecía a 144 empresas de capital extranjero.<sup>8</sup>

<sup>6</sup> Víctor M. Soria, “Estructura y comportamiento de la industria farmacéutica en México. El papel de las empresas transnacionales”, *Iztapalapa. Revista de Ciencias Sociales y Humanidades*, núm. 2, México, 1980, pp. 111-141; Carlos M. Correa, “Industria farmacéutica y biotecnología. Oportunidades y desafíos para los países en desarrollo”, *Comercio Exterior*, 42(11), México, 1992, pp. 1009-1018; Maricela Plascencia García, “La industria farmacéutica en México”, *Boletín de la Sociedad Química de México*, México, 2009, pp. 30-31.

<sup>7</sup> Rogelio Godínez Reséndiz y Patricia Aceves Pastrana, “El surgimiento de la industria farmacéutica en México (1917-1940)”, *op. cit.*, pp. 55-68.

<sup>8</sup> Mauricio de María y Campos, “La industria farmacéutica en México”, *Comercio Exterior*, vol. 27, núm. 8, agosto, México, 1977, p. 889.

Si bien la política de sustitución de importaciones fue considerada como positiva, dadas las tasas de crecimiento de la industria manufacturera entre 1960 y 1981,<sup>9</sup> ésta no lo logró superar la subordinación en términos de dependencia de la importación de insumos, así como del desarrollo tecnológico extranjero.<sup>10</sup>

A partir de la crisis de 1982, la industria sufrió un proceso de transición en los procesos de inversión y comercio. Se liberaron los precios de los productos farmacéuticos, se descentralizaron las compras de medicamentos de las instituciones federales, inició la desgravación arancelaria y se eliminaron las restricciones en la industria. Proceso que culminó, por decirlo de alguna manera, con el Tratado de Libre Comercio con América del Norte (TLCAN) en 1994.<sup>11</sup>

En suma, se puede observar que la industria ha mostrado debilidades estructurales tanto en términos de inversión, así como de infraestructura y desarrollo tecnológico. Lo cual apunta a una baja capacidad productiva empresarial e importantes brechas tecnológicas que no han podido ser subsanadas a falta de una política industrial direccionada y estructurada para paliar dichas desventajas.<sup>12</sup>

#### LA INDUSTRIA BIOFARMACÉUTICA MEXICANA EN EL CONTEXTO GLOBAL

De acuerdo con la clasificación del Instituto Nacional de Estadística y Geografía (Inegi), la industria farmacéutica está constituida por la rama 3254, fabricación de productos farmacéuticos (Sistema de Clasificación Industrial de América del Norte –SCIAN), que a su vez se componen por: fabricación de materias primas para la industria farmacéutica y fabricación de preparación farmacéuticas. En el Cuadro 1 presentamos datos de los Censos Económicos 2018.

<sup>9</sup> Alfredo Salomón, “La industria farmacéutica en México”, *Comercio Exterior*, 56(3), México, 2006, pp. 219-231.

<sup>10</sup> Alenka Guzmán y María Victoria Guzmán, “¿Poseen capacidades de innovación las empresas farmacéuticas de América Latina?...”, *op. cit.*, pp. 131-173.

<sup>11</sup> Alenka Guzmán y María Pluvia Zúñiga, “Patentes en la industria farmacéutica de México: los efectos en la I&D y la innovación”, *Comercio Exterior*, 54(12), México, 2004, pp. 1104-1121.

<sup>12</sup> Alenka Guzmán, Jorge Ludlow y Hortensia Gómez, “Brechas tecnológicas y de innovación entre países industrializados y países en desarrollo en la industria farmacéutica”, *Investigación Económica*, 63(248), México, 2004, pp. 95-145.

CUADRO 1  
Composición de la industria farmacéutica mexicana

Código SCIAN	Denominación	Unidades económicas (absolutos)	Personal ocupado total (absolutos)	Producción bruta (millones de pesos)
Rama 3254	Fabricación de productos farmacéuticos	837	88 699	189 357.25
Clase 325411	Fabricación de materias primas para la industria farmacéutica	25	4 309	13 541.246
Clase 325412	Fabricación de preparaciones farmacéuticas	812	84 390	175 816.004

Fuente: Inegi, *Censos económicos*, 2018.

La industria se compone a su vez de diversos tipos de empresas. De acuerdo con la clasificación usada, podríamos dividir las por tamaño, tipo de actividad o de medicamento (sintéticos, biológicos o biotecnológicos). Esto complica la identificación de subconjunto de empresas de biofármacos. Por ello nos ceñiremos a la clasificación de la Organización para la Cooperación y el Desarrollo Económicos (OCDE) para empresas biotecnológicas: *a*) startups dedicadas a la I+D; *b*) pequeñas y medianas empresas (Pymes) dedicadas a la I+D, así como a la producción y comercialización de procesos y servicios biotecnológicos; *c*) Pymes diversificadas de sectores industriales consolidados que usan y desarrollan algún tipo de biotecnología; *d*) empresas multinacionales (EMN) dedicadas, y *e*) EMN diversificadas.<sup>13</sup>

De acuerdo con dicha clasificación, encontramos que la mayor parte de las empresas nacionales pertenecen a la categoría *c* y las internacionales a la categoría *e*. Esta clasificación permite ubicar de manera rápida las características tecnológicas, pero para identificar los rasgos productivos será útil la Cadena Global de Valor (CGV) que se describe más adelante.

<sup>13</sup> OCDE, "Industry Structure and Business Models for Industrial Biotechnology", Discussion Paper Session II, Workshop on Outlook on Industrial Biotechnology, Working Party on Biotechnology, DSTI/STP/BIO (2009)22.

Como se observa en el Cuadro 1, la industria tiene un sesgo importante hacia la fabricación de preparaciones farmacéuticas. Ello es indicador del perfil productivo de las empresas que componen a la industria, porque la gran mayoría de las empresas son manufactureras de productos finales, lo que coincide con el destino de la producción de la industria, donde 72.5% es para la demanda final (familias y exportaciones) y el restante 24.8% cubre la demanda interior de producción de otras empresas.<sup>14</sup> Lo que a su vez es un indicador de la alta dependencia de proveeduría de insumos del extranjero.

Si bien es relevante la producción de medicamentos, los ingredientes activos farmacéuticos (API, por sus siglas en inglés) ocupan un lugar preponderante en la CGV, ya que al contener un alto nivel de conocimiento científico y tecnológico, son considerados como el núcleo de la medicina moderna, siendo la base de la innovación en la industria; y aquí es donde se ubican empresas sobre todo de la categoría a y d de la clasificación de la Organización para la Cooperación y el Desarrollo Económicos.

Para tener un contexto general, la industria farmacéutica aportó en promedio 4.1% del producto interno bruto (PIB) entre 1993 y 2014. Sin embargo, cabe mencionar que, desde la crisis de 2009, la industria redujo su importancia relativa del sector manufacturero<sup>15</sup> y ha reportado un pobre desempeño en los últimos años. La industria se asocia con 14 subclases, por lo menos, proveedoras de insumos de la industria, por lo que puede considerarse una industria tractora de diversas actividades económicas, como la fabricación de productos químicos básicos, productos de plástico, productos derivados del petróleo y del carbón, por mencionar sólo algunos. Dada la importancia de la industria, es revelador que de los principales insumos que demanda, 55.2% (más de la mitad) son importados.<sup>16</sup> Lo que señala una fuerte dependencia del exterior, pero también una oportunidad para repensar la posibilidad de que dichos insumos sean abastecidos por proveedores nacionales y así lograr que el valor agregado bruto tenga un mayor componente nacional. No sólo a partir de la producción, sino también de los insumos.

La industria está conformada por 74.7% de medicamentos de patente, 12.1% de medicamentos genéricos y 13.2% de medicamentos sin prescripción.<sup>17</sup>

<sup>14</sup> Inegi, *Sistema de cuentas nacionales*, 2012.

<sup>15</sup> Inegi, *Estadísticas a propósito de la industria farmacéutica*, 2016 [[https://www.inegi.org.mx/contenido/productos/prod\\_serv/contenidos/espanol/bvinegi/productos/nueva\\_estruc/702825088583.pdf](https://www.inegi.org.mx/contenido/productos/prod_serv/contenidos/espanol/bvinegi/productos/nueva_estruc/702825088583.pdf)].

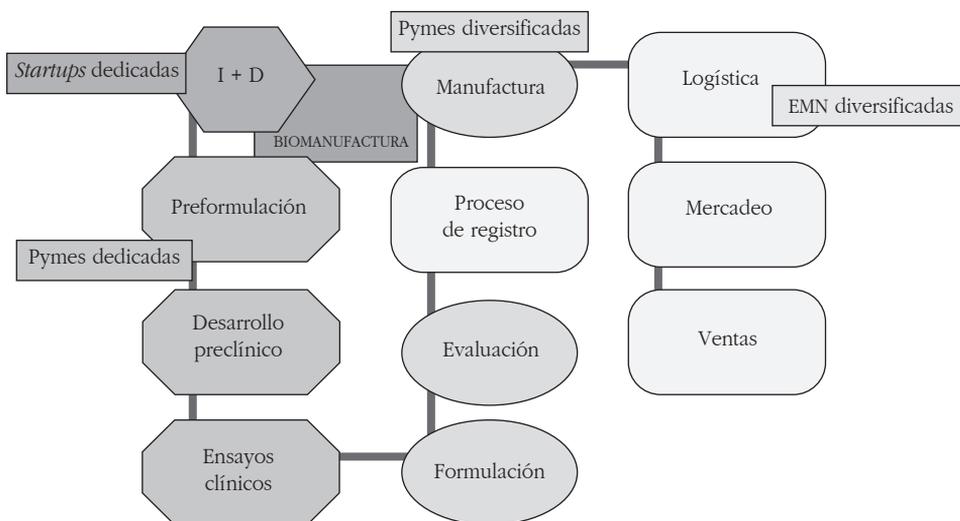
<sup>16</sup> *Idem*.

<sup>17</sup> ProMéxico, *Industria farmacéutica*, Unidad de Inteligencia de Negocios/Secretaría de Economía, 2013.

Según datos de 2014 de Inegi, los principales productos son: antibióticos, medicamentos para el sistema digestivo, metabolismo y medicamentos para el sistema cardiovascular. El principal mercado para la exportación e importación es Estados Unidos.

De manera somera, la cadena global de valor de la industria farmacéutica se integra de la siguiente manera:

FIGURA 1  
Cadena global de valor de la industria farmacéutica  
y tipos de empresa asociadas con cada segmento



Fuente: elaboración propia.

Cada uno de los eslabones de la cadena de la Figura 1 se compone a su vez de varios actores y contiene diversas fases. De manera sintética hemos tratado de asociar con cada etapa el tipo de empresa más representativa, aunque puede haber diversas combinaciones, proponemos el esquema para poder ubicar que entre las actividades de I+D hasta la manufactura, se sitúan procesos que aquí denominamos como biomanufactura, la cual será explicada ampliamente más adelante.

Los rendimientos de cada fase son distintos y dependen de la actividad que genera mayor nivel agregado. El comportamiento hasta ahora observado demuestra que las EMN, que usualmente son las líderes, son aquellas que

dominan los segmentos de mayor valor.<sup>18</sup> La Figura 1 es una representación general de la industria farmacéutica global y sirve sobre todo para analizar la producción de medicamentos de patente, pero no permite identificar las particularidades de la producción de genéricos. Esto es de especial relevancia para las economías de los países en desarrollo, ya que es probable que sea en este mercado donde existan más posibilidades de generar reacciones creativas innovadoras.

La industria farmacéutica nacional funciona dentro de un sistema global de producción, distribución y comercialización con características particulares. El mercado de la salud tiene una fuerte concentración en pocas empresas de carácter multinacional, muestra de ello es la predominancia global de las siguientes empresas: Roche, Bayer, Pfizer, Abbot, Merck, Sanofi, Novartis, Celgene, GSK y Abbvie;<sup>19</sup> las cuales controlan las ventas globales y las inversiones más importantes en investigación y desarrollo.

La alta concentración dio lugar a una industria global con estructura oligopólica caracterizada por un número importante de fusiones y adquisiciones. De hecho, es cada vez más común que las empresas multinacionales desincorporen ciertas actividades como la I+D, preformulaciones y formulaciones, las cuales suelen ser subcontratadas o realizadas por empresas adquiridas y/o fusionadas. Además, se observa una creciente vinculación con las uni-versidades y los centros públicos de investigación, para las actividades científicas y desarrollos tecnológicos, lo que apunta a una mayor distribución del riesgo asociado con los proyectos de I+D; hecho que ha despertado una gran controversia en términos de la apropiabilidad de los beneficios que de ahí resultan.<sup>20</sup>

En el apartado siguiente se discuten con detalle algunos de los conceptos aquí esbozados, los cuales permitirán analizar las posibles reacciones creativas de la industria biofarmacéutica mexicana.

<sup>18</sup> Gary Gereffi, "International trade and industrial upgrading in the apparel commodity chain", *Journal of International Economics*, 48(1), Durham, Estados Unidos, 1999, pp. 37-70; Jacob Pyndt y Torben Pedersen, *Managing global offshoring strategies*, Copenhagen, Copenhagen Business School Press, 2006; Ram Mudambi, "Location, control and innovation in knowledge-intensive industries", *Journal of Economic Geography*, 8(5), Oxford, 2008, pp. 699-725.

<sup>19</sup> Brand Finance, 2019 [[https://brandfinance.com/wp-content/uploads/1/global\\_500\\_2019\\_locked\\_4.pdf](https://brandfinance.com/wp-content/uploads/1/global_500_2019_locked_4.pdf)].

<sup>20</sup> Natalia Petelski, Dario Milesi y Vladimiro Verre, "Strategies of innovation and appropriation. Sectoral analysis of Argentine manufacturing firms", *Journal of Evolutionary Studies in Business*, 5(1), Barcelona, 2020, pp. 116-157.

## CIRCUITOS DE INNOVACIÓN, BIOMANUFACTURA Y REACCIONES CREATIVAS

El desarrollo tecnológico es resultado de relaciones de colaboración entre diversos actores; la globalización trajo consigo una dinámica de producción de las innovaciones de forma deslocalizada. De acuerdo con Álvarez, Marín y Albis,<sup>21</sup> las EMN son las responsables de la mayor parte del gasto en I+D a nivel empresarial en términos globales, por lo tanto, sus decisiones de inversión extranjera directa (IED) impactan en las actividades de I+D locales a través de las filiales de dichas empresas.

Las EMN no impactan únicamente en las actividades de I+D y en las posibilidades de generar derramas tecnológicas y aprendizaje en las empresas locales; también son agentes relevantes que influyen en la política de innovación,<sup>22</sup> en la toma de decisiones y, en general, en la estructura institucional que soporta al mercado farmacéutico.

La dinámica observada de las EMN farmacéuticas apunta hacia la descentralización de actividades que en el pasado solían concentrarse en su casa matriz, por considerarse actividades estratégicas o de alto valor agregado. Esto ha cambiado, y la I+D se ha transferido a las filiales, ya que ello les permite aprovechar el conocimiento generado en la región o país, por medio de las universidades y/o centros públicos de investigación a partir de distintos tipos de acuerdos de colaboración; así como de vínculos con otras empresas locales, filiales y no filiales. Lo anterior es posible gracias a que a nivel global se han hecho importantes modificaciones en torno a los derechos de propiedad intelectual (DPI), sobre todo a partir del Acuerdo sobre los Aspectos de la Propiedad Intelectual Relacionados con el Comercio (ADPIC) y diversos tratados bilaterales o trilaterales, bajo el argumento central de que los distintos instrumentos asociados con los DPI, constituyen uno de los incentivos fundamentales para retribuir a los innovadores por las inversiones realizadas. Estos cambios institucionales a nivel global marcan una fuerte tendencia hacia mecanismos de apropiabilidad más fuertes. Lo anterior ha permitido que los

<sup>21</sup> Isabel Álvarez, Raquel Marín y Nadia Albis, "Innovación, internacionalización y cadenas globales de valor", en Diana Suárez, Analía Erbes y Florencia Barletta (comps.), *Teoría de la innovación: evolución, tendencias y desafíos Herramientas conceptuales para la enseñanza y el aprendizaje*, Argentina y España, Ediciones Complutense/UNGS Madrid y Argentina, 2020, pp. 403-444.

<sup>22</sup> *Ibid.*, pp. 403-444.

DPI sean un instrumento que perpetúa la relación asimétrica entre países y empresas, ya que le permite a las EMN mediante su apropiación, mantener la hegemonía de la explotación de las innovaciones.

La apropiabilidad de las innovaciones se convierte en el signo distintivo de control y poder dentro de las CGV. Ya no es relevante dónde se realiza la I+D, aunque sea un recurso estratégico, ya que su posesión legal a través de los DPI asegura su explotación, indistintamente de su localización geográfica. Las EMN se erigen, así como líderes de los circuitos de innovación, definidos como un entramado de actores compuesto por empresas líderes, startups, laboratorios privados y públicos I+D, universidades, etcétera, cuya participación en el proceso de innovación es organizada y planificada por el líder,<sup>23</sup> teniendo la capacidad de monopolizar la propiedad del conocimiento tecnológico, y por tanto la explotación de las innovaciones, lo que establece una relación de dominación económica y tecnológica.<sup>24</sup>

La industria farmacéutica global es un claro ejemplo del liderazgo ejercido por las EMN en la CGV, porque a partir de la apropiación de las cuasi rentas, ya sea por la explotación de los DPI (patentes) o de la difusión controlada mediante licenciamientos y contratos que mantienen una posición ventajosa a nivel global, donde las empresas locales y nacionales, fundamentalmente de los países en desarrollo, quedan en una posición subordinada que las sitúa en lo que aquí denominamos “biomanufactura”. Entendida como el lugar que dichas empresas ocupan produciendo, de manera similar a la maquila, los medicamentos de uso final, como los que tienen patentes vencidas, y por tanto son de uso generalizado. Esta dinámica de producción manufacturera de productos finales, con poco margen de valor agregado y con alto nivel de competencia, deja poco espacio a las reacciones creativas de innovación y obliga a las empresas a tener reacciones adaptativas. La forma en que se organiza la industria a nivel global contribuye con la posición desventajosa de las pequeñas y medianas empresas, ya que se suman otros requerimientos importantes como las grandes inversiones financieras que demanda el desarrollo de medicamentos y tratamientos para la salud. Situación que estructuralmente no pueden sobrellevar las empresas de los países en desarrollo.

<sup>23</sup> Cecilia Rikap, “Innovation as Economic Power in Global Value Chains”, *Revue d’Economie Industrielle*, (163), Francia, 2018, pp. 35-75.

<sup>24</sup> Cecilia Rikap, “Asymmetric Power of the Core: Technological Cooperation and Technological Competition in the Transnational Innovation Networks of Big Pharma”, *Review of International Political Economy*, 26:5, Reino Unido, 2019, pp. 987-1021.

Además de la organización internacional en CGV y los requerimientos financieros, se adhiere la ausencia de políticas industriales que privilegien el desarrollo de capacidades endógenas que busquen incrementos de la productividad y de las capacidades microeconómicas locales que establecen el piso de la brecha con respecto a los líderes en dos aspectos. El primero es la divergencia en materia de capacidades y recursos que detonen procesos de innovación –alcanzar al líder y competir con él, como el caso chino y surcoreano–; y el segundo, construir las capacidades establecidas por el líder, para realizar actividades complementarias desarrollando estrategias que no disputen el espacio de liderazgo.

Por ello consideramos que es necesario promover la emergencia de reacciones creativas, más allá de la lógica de las CGV. Fomentando la creación de nuevas tecnologías, las cuales están en función de la disponibilidad del conocimiento interno de la empresa, de su capacidad de aprendizaje, adaptación, así como de la capacidad de absorción del conocimiento externo.<sup>25</sup> Ya que ahí habrá rupturas o innovaciones, entendidas como *una propiedad emergente del sistema económico que depende de las conductas creativas intencionales de los agentes en condiciones de desequilibrio y de la arquitectura de conexiones*<sup>26</sup> y que pueden transformar la estructura productiva, diversificándola, alterando los patrones de competencia y fortaleciendo el proceso de causación acumulativa, impulsando el crecimiento económico.<sup>27</sup>

#### LA APARICIÓN DEL SARS-CoV-2 Y LAS POSIBILIDADES PARA LA INDUSTRIA BIOFARMACÉUTICA DE MÉXICO

Si bien México no figura comercialmente a nivel global con ninguna empresa en el desarrollo de la vacuna para el SARS-CoV-2, sí existen esfuerzos de I+D liderados por científicos de alto nivel, tanto para la formulación de vacunas

<sup>25</sup> Cristiano Antonelli, *The Evolutionary Complexity of Endogenous Innovation. The Engines of the Creative Response*, Cheltenham, Reino Unido/Nothampton, Massachusetts, Edward Elgar Publishing, 2018.

<sup>26</sup> Florencia Barletta, Mariano Pereira y Gabriel Yoguel, “De Schumpeter a los post-schumpeterianos: viejas y nuevas dimensiones analíticas”, en F. Barletta, V. Robert y G. Yoguel, *Tópicos de la teoría evolucionista neoschumpeteriana de la innovación y el cambio tecnológico*, Argentina, Universidad Nacional de General Sarmiento, 2014, p. 43.

<sup>27</sup> Verónica Robert y Gabriel Yoguel, “La dinámica compleja de la innovación y el desarrollo económico”, *Programa de Investigación de Economía del Conocimiento*, 50(199), 2010, pp. 423-453.

como para el desarrollo de tratamientos. Esto no es casual, ya que dibuja bien la existencia de capacidades científicas relacionadas con la biotecnología farmacéutica en contraposición con la insuficiencia de capacidades tecnológicas y de innovación.<sup>28</sup>

En los apartados previos se ha presentado y discutido el argumento acerca de la importancia de promover reacciones creativas de innovación que vayan más allá de las CGV y que permitan una lógica productiva distinta a la de los circuitos de innovación. Este argumento aplica no únicamente para dar respuesta a la crisis sanitaria provocada por el SARS-CoV-2, ya que no se requiere únicamente para el momento coyuntural. Pero es factible hacerlo más visible en momentos críticos, porque permite observar fenómenos particulares que merecen destacarse.

El primero de ellos es que, ante la emergencia de la pandemia, se ha reconocido la importancia de contar con sistemas sanitarios públicos con mayor capacidad y calidad. Ello refiere al personal, infraestructura, capacidades, habilidades, insumos, equipo y por supuesto tratamientos: vacunas, medicamentos y terapias.

Como se explicó previamente, la complejidad de la producción de terapias médicas, incluidas las vacunas, requiere de grandes cantidades de inversión en todos los eslabones descritos en la CGV. Hacer todo por una sola empresa requiere de capacidad de gestión, organización y recursos diversos que pocas veces pueden tener las pequeñas y medianas empresas nacionales. Sin embargo, existen arreglos organizacionales que podrían usarse para generar cierto tipo de soluciones.

En el contexto de la pandemia, se identificaron mecanismos de cooperación que desde la perspectiva aquí planteada pueden ser considerados como reacciones creativas. El primero de ellos fue liderado por la Secretaría de Relaciones Exteriores de México, para producir de forma masiva la vacuna desarrollada por AstraZeneca con la Universidad de Oxford.

De forma resumida, el acuerdo que logró la Cancillería mexicana con la empresa AstraZeneca implica lo siguiente: proceso de transferencia tecnológica del desarrollo conjunto entre la Universidad de Oxford y la empresa para la producción del API, la cual estará a cargo de la empresa argentina mAbxience y un acuerdo para que la empresa mexicana Liomont produzca, envase y distribuya en diversos países de América Latina. Fundación Slim será la que

<sup>28</sup> Federico Stezano y Rubén Oliver, "Innovation capabilities and performance of biotechnology firms", *Management Research: Journal of the Iberoamerican Academy of Management*, 2019.

proporcione los recursos financieros, mientras que el gobierno mexicano y el argentino aseguraran procesos regulatorios rápidos y acuerdos de no lucro.

Este esquema muestra las capacidades de cada actor y el tipo de recursos y capacidades asociado con cada uno de ellos. Como puede observarse, la I+D está en manos de la Universidad de Oxford, la cual tiene un contrato de cesión de derechos de propiedad a la EMN AstraZeneca, lo que expresa el proceso de subcontratación de la I+D, de la cual se habló en apartados previos y de la apropiación de los DPI por parte de la EMN. En este caso y dadas las particularidades de la emergencia global, la empresa AstraZeneca ha declarado en diversas ocasiones que el precio de la vacuna sólo cubrirá los costos, lo cual equivaldría aproximadamente a 65 pesos mexicanos por dosis.<sup>29</sup>

Es importante destacar que la producción del principio activo estará en manos de la empresa argentina mAbxience, empresa biotecnológica especializada en la I+D de anticuerpos monoclonales, que cuenta con varios medicamentos biosimilares en el mercado; forma parte del consorcio español Insud Pharma, que se dedica a la producción de biosimilares a nivel global. Es importante mencionar que mAbxience desarrolló un importante cúmulo de capacidades tecnológicas producto de diversos financiamientos del gobierno argentino.

En el caso de la empresa mexicana Laboratorios Liomont, en palabras del doctor Valentinotti<sup>30</sup> director de Ciencias de la Vida de dicha empresa, serán responsables de la elaboración de 250 millones de vacunas para América Latina. Objetivo que lograran gracias a su experiencia biotecnológica en la producción de vacunas, la cual data de 2014, cuando lanzaron su primera vacuna recombinante para influenza estacional. Liomont es considerada una de las cinco empresas mexicanas más grandes de la farmacéutica mexicana. Dedicados a desarrollar, fabricar y comercializar medicamentos de uso humano en todo el país, distribuidos en gran parte de América del Norte, Sur y Europa. Cuentan con una planta donde fabrican anticuerpos monoclonales y bioproteínas recombinantes para la producción de vacunas.

Laboratorios Liomont se dedicará a la producción, envasado y distribución. Actividades que aquí denominamos como biomanufactura. Si bien dichas capacidades también requieren de un cúmulo de capacidades tecnológicas,

<sup>29</sup> “Éste sería el costo de la vacuna contra el covid-19 de AstraZeneca y Oxford”, *Milenio*, 21 de julio de 2020 [<https://www.milenio.com/negocios/precio-de-vacuna-contra-coronavirus-de-astrazeneca-y-oxford>].

<sup>30</sup> Sergio Valentinotti, “Desarrollo y producción de una vacuna contra covid-19 y otras acciones contra la pandemia”, en panel *Abastecimiento general de la vacuna ante covid-19 ¿Por qué la producción en Argentina y México?*, 2020.

éstas son de menor complejidad que las que se requieren para la producción de compuestos activos. No quiere decir que la empresa no cuente con capacidades a nivel tecnológico, de hecho, expresa capacidades productivas y de comercialización relevantes que han complementado por medio de convenios de colaboración con instituciones de educación superior como el Instituto de Biotecnología de la Universidad Nacional Autónoma de México (IBt UNAM).

Este arreglo es una reacción creativa que, si bien no rompe totalmente con la cadena y el liderazgo de la EMN, en este caso AstraZeneca, sí permite sugerir que pueden encontrarse mecanismos organizativos coordinados por el gobierno, que pueden dar solución a problemas sociales y, en este caso, sanitarios de gran envergadura. Destaca que es un esquema que se soporta financieramente en la Fundación Slim, lo cual no es trivial y pone de relieve la importancia de contar con mecanismos e instrumentos diversos de financiamiento para este tipo de reacciones, dado que las empresas nacionales cuentan con recursos limitados para invertir en I+D e infraestructura tecnológica y productiva. El doctor Valentinotti declara que Laboratorios Liomont invierte alrededor del 5% de sus ventas en I+D y fueron beneficiarios de diversos apoyos por parte del Consejo Nacional de Ciencia y Tecnología (Conacyt), lo que les permitió realizar importantes inversiones en la infraestructura de la empresa. También destaca que fueron beneficiados de su relación con diversas universidades para lograr capacitación, formación de recursos humanos y en general para acceder a capacidades científicas y tecnológicas que, de otra manera, les sería complicado desarrollar.

Finalmente, y no por ser menos importante, destaca el acompañamiento de la Comisión Federal para la Protección contra Riesgos Sanitarios (Cofepris) con Laboratorios Liomont en este caso. Es fundamental mencionar esto porque de acuerdo con diversos estudios, una de las principales barreras o trabas a la innovación en México son los procesos regulatorios, ya que suelen ser tardados y burocráticos, lo cual desincentiva el proceso.<sup>31</sup> Por lo tanto, el acompañamiento cercano y la agilidad que en este momento han mostrado, permitirá que se pueda contar con los permisos necesarios para el uso y aplicación de la vacuna.

Además del caso presentado líneas arriba, destaca que la Secretaría de Relaciones Exteriores fomentó más proyectos relacionados con la producción

<sup>31</sup> Marcela Amaro y Daniel Hugo Villavicencio, "Incentivos a la innovación de la biotecnología agrícola-alimentaria en México", *Estudios sociales* (Hermosillo, Son.), 23(45), 2015, pp. 33-45.

de vacunas para el SARS-CoV-2. Cuatro de ellos fueron presentados ante la Coalición para las Innovaciones de Preparación para Epidemias (CEPI, por sus siglas en inglés) para concursar por alguno de los tres fondos que la Organización Mundial de la Salud (OMS) otorgará para el desarrollo de la vacuna. Los proyectos son:

1. “QUIVAX17.4: una quimera recombinante multiepitópica como una vacuna contra el covid 2019” liderada por el investigador de la Universidad Autónoma de Querétaro (UAQ), Juan Manuel Mosqueda Gualito. En este proyecto se cuenta con la participación de la Universidad Nacional Autónoma de México (UNAM), el Instituto Politécnico Nacional (IPN), el Instituto Nacional de Ciencias Médicas y Nutrición “Salvador Zubiran”, así como la empresa Alvartis Pharma.
2. Iniciativa Jonas Salk México, para el desarrollo de vacuna de ADN, liderada por el doctor Julio Enrique Valencia Suárez de la Universidad Autónoma de Baja California (UABC) y el Instituto Tecnológico y de Estudios Superiores de Monterrey (ITESM), donde también participan el IPN y Laboratorios LEI.
3. Vacuna recombinante basada en el uso de la plataforma que desarrollaron para la vacuna del Zika y dengue. Liderado por la UNAM, Instituto de Biotecnología (IBt) a cargo de los doctores Laura Palomares y Tonatiuh Ramírez, con participación de Laboratorios Liomont.
4. Desarrollo de vacuna basada en plataforma de uso veterinario Paramixovirus, donde participan la UNAM, el Instituto Nacional de Enfermedades Respiratorias (INER), la empresa Avimex, el Instituto Mexicano del Seguro Social (IMSS), el Consejo Nacional de Ciencia y Tecnología (Conacyt), la cual utiliza tecnología proveniente de la Escuela de Medicina Icahn, en Monte Sinaí (Nueva York, Estados Unidos), y la proteína HexaPro de la Universidad de Texas, en Austin.

En todos los casos se cuenta con una empresa asociada y vinculada con alguna institución pública de investigación. Lo que demuestra la importancia que para el desarrollo de la industria representa la colaboración estrecha con las instituciones científicas. Estos proyectos son, desde esta perspectiva, una oportunidad para fomentar las vinculaciones público-privadas a favor de encontrar soluciones a problemas sociales, las cuales también tienen un impacto en términos productivos y económicos.

Por último, es importante mencionar que además de los esfuerzos por desarrollar la vacuna. Se han promovido otros proyectos en relación con las soluciones diagnósticas, profilácticas y terapéuticas para la covid-19. Aquí sólo se retoman algunos de ellos, con el objetivo de ejemplificar la existencia de

diversos tipos de reacciones creativas que, fuera de las CGV y de los circuitos de innovación, pueden tener impacto a nivel económico y social, además de contribuir con la reestructuración industrial de la farmacéutica, aprovechando las capacidades científicas y tecnológicas instaladas y potencializándolas.

En el Cuadro 2 se enuncian algunos de los proyectos que actualmente se desarrollan en el país, en particular proyectos relacionados con la salud y el covid-19. Debe mencionarse que se identificaron un total de 156 proyectos, de los cuales, 81 son en salud y 75 en otras áreas. Se consideraron aquellos financiados por la Secretaría de Relaciones Exteriores (SER), así como por Conacyt mediante el Proyecto Nacional de Investigación e Incidencia (Pronaii covid-19) en el marco del Programa Nacional Estratégico de Salud. Cabe aclarar que no es una lista exhaustiva, ya que falta añadir aquellos financiados por las propias instituciones educativas, gobiernos estatales y agencias internacionales. Sin embargo, pueden observarse datos importantes como la predominancia de proyectos en aplicaciones diagnósticas, así como la alta participación de centros y universidades públicas.

CUADRO 2  
*Proyectos relacionados con la covid-19 en México,  
según tipo de aplicación e institución que lo realiza*

	Universidades o facultades	Centros de investigación	Institutos o escuelas	Hospitales	Empresas	Total
Aplicaciones profilácticas	4	2	1			7
Aplicaciones terapéuticas	7		6		1	14
Aplicaciones diagnósticas	11	17	11	3		42
Estudios epidemiológicos	6	3	8	1		18

Fuente: elaboración con datos de la Secretaría de Relaciones Exteriores y Conacyt.

Para cerrar este apartado, debemos indicar que es importante el financiamiento público para los anteriores proyectos, pero se requiere una política integrada que vaya más allá de la coyuntura y se piense en el mediano y largo plazo, por ello el énfasis en la relevancia de una política industrial coordinada con el financiamiento a la ciencia y tecnología.

## CONCLUSIONES

A continuación se enumeran algunas de las características que le permitirían a la industria farmacéutica convertirse en un motor de desarrollo y de soluciones sociales para el país.

- a) Se cuenta con un cúmulo de capacidades productivas originarias de la química sintética que pueden ser reconvertidas: laboratorios nacionales que ahora producen algunos medicamentos y/o insumos.
- b) Existen capacidades científicas de primer nivel en las universidades y centros públicos de investigación que pueden vincularse con las empresas y/o generar procesos de transferencia tecnológica.
- c) Hay empresas farmacéuticas mexicanas que ya cuentan con competencias competitivas tecnológicas y con una cartera de productos importante.
- d) Se tiene la Comisión Federal para la Protección contra Riesgos Sanitarios (Cofepris), entidad regulatoria sanitaria de amplio reconocimiento a nivel regional en América Latina.

Lo que se requiere es una política que incentive la producción de insumos y se aprovechen las capacidades productivas instaladas y eslabonar una cadena que apunte desde la sustitución de importaciones en insumos y formulaciones; que vaya a la reconversión de capacidades de la química sintética hacia la biotecnología moderna, aprovechando las capacidades científicas y tecnológicas en el país y en colaboración constante con las Instituciones de Educación Superior (IES); que se promueva e invierta en coordinación pública-privada mayores fondos a la investigación y desarrollo dirigida en áreas clave de la salud mexicana como la diabetes y en problemas sanitarios de interés en la región. Finalmente, es necesario lograr coherencia entre el sistema regulatorio y la promoción de una estrategia basada en la producción de biocomparables y de medicamentos de patente.

En México existen capacidades instaladas de investigación y desarrollo tecnológico que pueden servir de soporte para la producción de insumos e ingredientes activos para la industria farmacéutica. Hay experiencia, pública y privada, que permitiría –con eslabonar al sector desde las materias primas, para disminuir el nivel de importaciones y fomentar con ello a las pequeñas y medianas empresas de capital nacional– la producción de medicamentos y vacunas.

Si bien el mercado de la salud a nivel global tiene una fuerte tendencia al oligopolio y a la concentración, hay experiencias exitosas de países como India, Brasil y Argentina que apostaron por el desarrollo de su industria farmacéutica

basada en estrategias que incluyeran incentivos a las empresas como exenciones fiscales para la producción de algunos medicamentos considerados “prioritarios” para el país. Se pueden promover compras consolidadas en diversos niveles de gobierno, asegurando con ello un impulso a cierto tipo de empresas nacionales. Además, sería deseable plantear contenidos mínimos nacionales para los productos farmacéuticos, así como para los dispositivos médicos.

Es necesario también segmentar la industria y definir claramente aquellas empresas y/o laboratorios nacionales con capacidades probadas a nivel productivo e impulsarlas en ciertos niveles de la cadena de valor, ya sea a partir de incentivos financieros, fiscales y/o comerciales. Así como la identificación de aquellas empresas que tienen niveles avanzados de capacidades tecnológicas, y que pueden entrar a un segmento del mercado más complejo y de mayor valor agregado como el de los biogénicos (comúnmente conocidos como biosimilares). Este grupo de empresas, si bien son pocas, tienen capacidades probadas para productos y terapias más complejas que pueden ser competitivas a nivel regional e internacional.

Es importante considerar que esta industria ha perdido a lo largo de los años importancia en su participación con respecto al PIB y que la mayoría de los insumos en el país son importados. Pero es fundamental apostar por esta industria en términos de los encadenamientos productivos hacia atrás, basados en el fomento de la producción de insumos e ingredientes y hacia adelante, avanzando en la producción de medicamentos más complejos que involucran a la I+D en biotecnología.

Finalmente, es importante impulsar más mecanismos de cooperación, como la cooperación público-privada descrita previamente. La importancia de fomentar y consolidar una industria nacional farmacéutica es posible y puede tener un alto impacto en los niveles de empleo manufacturero de capital humano especializado y no especializado. Además, es una oportunidad para ahorrar divisas al contrarrestar la balanza comercial negativa con el exterior en insumos y productos terminados.

Se requiere de la direccionalidad estatal para potenciar las capacidades instaladas a nivel productivo y tecnológico, así como para aprovechar ventajas regionales, asociadas con los diversos tratados comerciales en los que participa México. Lo anterior puede tener un alto impacto económico y social al asegurar el abasto de productos relacionados con el derecho básico a la salud. Si bien existe un contexto económico e institucional adverso para la industria nacional, se pueden generar innovaciones en áreas competitivas, a partir de una política industrial holística e innovadora, considerando reacciones creativas que permitan ir más allá de la lógica de la Cadena Global de Valor.