

Financierización, promesas (latentes) de la biotecnología y nuevas barreras a la entrada: Algunas lecciones para los países semi-industrializados*

Financialization, (latent) promises of biotechnology and new industrial barriers:

Some lessons for semi-industrialized countries

Por Pablo Lavarello*

Fecha de Recepción: 23 de enero de 2018.

Fecha de Aceptación: 31 de marzo de 2018.

RESUMEN

El objeto de este trabajo es el análisis de la nueva estructura de la industria farmacéutica mundial, con epicentro en los Estados Unidos, en la que las revoluciones de la biología molecular y la ocurrencia de cambios institucionales mayores han posibilitado el desarrollo de una complementariedad entre las finanzas y la emergencia del nuevo paradigma biotecnológico. Más allá de la generación de burbujas financieras sustentadas en la generación de nuevas promesas de la biotecnología, la nueva configuración institucional presenta límites que se reflejan en la dificultad de recuperar

la productividad de la Investigación y Desarrollo. En este marco, se discute si se abren ventanas de oportunidad para los países semi-industrializados como la Argentina frente a las dificultades que enfrentan en la difusión de la biotecnología los sistemas de innovación de los países centrales.

Palabras clave: *Biotecnología, Industria farmacéutica, financierización de la Ciencia, Catching up.*

ABSTRACT

The object of this paper is the new structure of global pharmaceutical industry, which has

* Este trabajo se basa parcialmente en discusiones desarrolladas en el marco del proyecto CEUR-PICT 2034: “Estrategias de inserción internacional de las empresas biofarmacéuticas argentinas”, tomando como base resultados de dicho proyecto. Se agradecen los comentarios de la editora y los referees a la primera versión de este artículo de investigación. Las opiniones y conclusiones que surgen del mismo son de exclusiva responsabilidad del autor.

** Investigador Independiente del Centro de Estudios Urbanos Regionales del Consejo Nacional de Investigaciones Científicas y Técnicas, y docente de la Maestría en Desarrollo Económico del IDAES-UNSAM. Correo electrónico: plavarello@conicet.gov.ar

its core in the United States, where molecular revolutions and major institutional changes enabled the development of a new kind complementarity between finances and new biotechnological paradigm. Beyond the genomic bubbles based on biotechnology promises, this new institutional configuration presents limits to Research and Development productivity recovery. In this context, the article discusses if this new configuration open windows of opportunity to semi-industrialized countries as Argentina taking in account the growing problems in biotechnology diffusion faced by innovation systems of core countries.

Keywords: *Biotechnology, Pharmaceutical Industry, Finance Led Science, Catching up.*

Introducción

El objeto de este trabajo es el análisis de las ventanas de oportunidad para los países semi-industrializados frente a las tensiones existentes al interior de los países desarrollados. Tensiones que se agudizan como consecuencia del predominio de las finanzas como principal movilizador de la innovación.

Desde la posguerra, la existencia de una base nacional en Ciencia y Tecnología ha sido, junto a los procesos de centralización y concentración de capital, uno de los principales determinantes del liderazgo de los Grupos de los Estados Unidos y Europa en industrias basadas en la ciencia. En particular, la base nacional en Ciencia y Tecnología en los Estados Unidos, país que alcanza la mayor inversión en Investigación y Desarrollo (I+D) a nivel mundial, se sustenta primordialmente en el financiamiento público a través de agencias del Departamento de Defensa, el Departamento de Energía y la National Health Foundation (Mazzucato, 2015). Actualmente, este liderazgo abarca tanto el control de plataformas tecnológicas digitales entre las que se destacan Amazon, Google, Facebook, como también plataformas biológicas que han permitido la

expansión de los grandes grupos farmacéuticos a nivel mundial.

Desde inicios de los años 2000, ciertos estudios de la experiencia de los Estados Unidos han señalado la emergencia de una configuración institucional basada en la complementariedad entre el financiamiento a la ciencia por estas agencias, los cambios institucionales en los regímenes de propiedad intelectual y la expansión de los mercados de capitales hacia nuevos segmentos de empresas de alta tecnología (Coriat y Orsi, 2003). Complementariedad que ha dado lugar a una tensión entre la "monetización de la propiedad intelectual" y la competitividad del sistema nacional de innovación de los Estados Unidos (Pisano, 2006). Desde esta perspectiva, la configuración institucional basada en la propiedad intelectual y la privatización de la ciencia generaría un efecto de bloqueo en la transformación de las oportunidades científicas en nuevos procesos y productos (Pisano, 2006; Hopkins, *et al.*, 2007). Dichos mecanismos se verían reforzados en aquellas áreas de conocimiento tecnológico, como es el caso de la biotecnología, en las que el desarrollo de un nuevo producto es indisoluble de la innovación de proceso (Pisano y Shih, 2009; 2010).

En este nuevo contexto histórico de emergencia de nuevos paradigmas tecnológicos, cabe interrogarse cuáles son las posibilidades para los países semi-industrializados como la Argentina para insertarse en industrias intensivas en la ciencia como la biotecnología. Para ello, se busca repensar la tesis de Gercshenkron (1968) sobre las "ventajas económicas del atraso". Según esta tesis, desde la segunda mitad del siglo XIX, los países de industrialización tardía lograron absorber tecnologías importadas en forma acelerada en la medida que adoptaron configuraciones institucionales diferentes a las existentes en los países líderes. Las especificidades de los nuevos paradigmas tecnológicos plantean la necesidad de reinterpretar el rol de los requerimientos de gran es-

cala, así como del tipo de políticas e instituciones consistentes con procesos de innovación complejos como los biotecnológicos.

En este artículo de investigación, discutiremos a partir de la caracterización de este nuevo escenario de dominación de la ciencia por las finanzas en el que existen potencialidades para países de intermedio como la Argentina para llevar adelante procesos acelerados de adopción de biotecnología en la industria farmacéutica. Partiremos de la hipótesis que sostiene que el largo período de instalación del paradigma biotecnológico posibilita a ciertos países con umbrales mínimos de Investigación y Desarrollo (I+D) llevar adelante procesos acelerados de aprendizaje en las biotecnologías en la medida que logren generar configuraciones institucionales diferentes a las de los países centrales.

A fin de responder a este interrogante, en la sección 1, a partir de trabajos recientes discutiremos las oportunidades que brinda la biotecnología para la entrada de nuevos jugadores. En la sección 2, discutiremos los condicionantes que imponen las “formas modernas de capital dinero” a la difusión del nuevo paradigma biotecnológico. En la sección 3, presentaremos de manera estilizada cómo estos cambios resultaron en una reestructuración de la industria farmacéutica en el marco de tecnologías que aun no llegaron a consolidarse, para discutir luego, en la sección 4, cómo este nuevo contexto competitivo aun abre algunos grados de libertad para las firmas de los países en desarrollo que pretendan llevar adelante una estrategia de *catching up*. Finalmente, se concluye con algunas lecciones generales para la Argentina.

1. Industria farmacéutica: del agotamiento del paradigma de síntesis química a las promesas de la moderna biotecnología

Diversos autores plantearon que a partir de la biotecnología podría configurarse un nuevo

paradigma tecno-económico que sucedería a las tecnologías de la información y de la comunicación (Freeman y Pérez, 1988). Para que una tecnología sea fuente de una revolución tecnológica, Chris Freeman (1984) plantea que la misma debería generar una reducción drástica de costos de una amplia variedad de sectores, una mejora significativa de las características técnicas de productos y procesos, su aceptación política y social, así como efectos transversales en la totalidad del sistema, lo que puede asimilarse al concepto de una “tecnología de propósito general” (Bresnahan y Tajetenberg, 1995).

En el caso particular de la biotecnología, François Chesnais (1982) planteó tempranamente que el potencial de estas tecnologías para generar un relanzamiento de la acumulación se encontraba asociado a la reducción en la duración del ciclo total de desarrollo y producción de nuevos productos, así como a sus efectos compensatorios sobre el encarecimiento de los elementos del capital constante, del cual las materias primas de base biológica son una parte constitutiva. Este potencial radicaba en que prácticamente todas las moléculas biológicas podrían ser obtenidas por vías biotecnológicas con costos radicalmente menores a los métodos extractivos tradicionales. Con la revolución de la genómica y su convergencia con las tecnologías de la información, que dio lugar a importantes avances en la denominada “bioinformática”, se ampliaron las posibilidades de reducir los tiempos de Investigación y Desarrollo (I+D). En ese marco es posible comprender cómo las sucesivas revoluciones de la biología molecular brindaron oportunidades científicas y tecnológicas para la difusión de un nuevo paradigma tecnológico.

De esta manera, la biotecnología generaría la base tecnológica para superar los límites que enfrentaba la síntesis química como paradigma dominante en la industria farmacéutica. La heurística de Investigación y Desarrollo (I+D) de la síntesis química –basada en

la exploración aleatoria de nuevas moléculas farmacéuticas (*screening aleatorio*)¹— se encontraba en la dificultad creciente para la identificación de nuevos blancos terapéuticos a partir de un reducido número de moléculas. Hecho que se reflejaba en una reducción sistemática de productividad de la Investigación y Desarrollo (I+D) desde los años '50 (Pisano, 2006; Munos, 2006; Gilbert, *et al.*, 2003; Pamolli, *et al.*, 2011).

Frente a este escenario, las “grandes promesas” de la biotecnología radicaban en su potencial para aumentar la productividad de la Investigación y Desarrollo (I+D) y disminuir radicalmente los costos de los productos biológicos. Dichas promesas se fueron generando en forma secuencial con cada nueva revolución en la biología molecular dando lugar a una sucesión de “oleadas” de oportunidades (Chesnais, 1981; Pisano, 2006; Cockburn y Stern, 2010; Gutman y Lavarello, 2014):

- La primera revolución de la biología molecular en los años '70, se reveló como una manera de recuperar la productividad de la Investigación y Desarrollo (I+D) y la manufactura de productos biológicos (Chesnais, 1981). Una combinación de nuevas heurísticas de Investigación y Desarrollo (I+D) basadas en el ADN recombinante, nuevos artefactos biológicos y nuevos (bio) procesos, fueron el soporte tecnológico de la primera oleada de drogas biotecnológicas de los años '80. Esto dio lugar a una primera generación de nuevas tecnologías que posibilitaban producir productos biofarmacéuticos que, si bien

ya se producían por procesos extractivos, se empezaban a producir a partir de técnicas biotecnológicas².

- Hacia mediados de los '80, surgirá una nueva promesa de la biotecnología como resultado de los avances en el conocimiento, dando lugar a una “segunda oleada” de biotecnologías entre 1986 y 1992 con un mayor foco en la investigación que en el desarrollo de nuevos productos y su manufactura. La investigación se orientó a comprender los mecanismos básicos de las enfermedades y la identificación de moléculas pequeñas (desarrollando análogos mediante el diseño estructural de drogas o los modelos biológicos) que podían producirse mediante técnicas tradicionales de síntesis química con un menor grado de incertidumbre tecnológica y regulatoria.
- Desde mediados de los años '90 y de la primera década de los 2000, surge una tercer “oleada” basada en los avances en la genómica de la mano del Proyecto Genoma Humano. Conjuntamente se difunden nuevas técnicas de investigación apoyadas en la automatización a alta velocidad (High Throughput Screening; en adelante, HTS). Se pasa del modelo artesanal de desarrollo de una molécula por vez, a un modelo en el que confluyen la genómica, la bioinformática, el HTS, y la química recombinante, generando expectativas de aumentos notables en la productividad de la Investigación y Desarrollo (I+D) y en la reducción de los tiempos de rotación del capital inmovilizados en estas actividades.

1 Esta heurística de desarrollo farmacéutico consistía en combinar y testear decenas de miles de moléculas para alcanzar una nueva sustancia farmacéutica la que, para transformarse en una nueva droga, debía pasar por el testeo de su potencial terapéutico y de su calidad.

2 Este es el caso de la insulina utilizada en el tratamiento de diabetes, el factor de crecimiento, la eritropoyetina utilizada como complemento de las diálisis y las quimioterapias, o el factor VIII que, hasta ese momento, se producían por métodos extractivos altamente costosos y con largos tiempos de producción.

Es importante destacar que mientras que la primera oleada de revolución biotecnológica implicó avances tanto en la Investigación y Desarrollo (I+D) como en la manufactura de un conjunto relativamente acotado de nuevas drogas, las siguientes oleadas se orientaron sólo hacia las actividades de I+D acelerando la identificación de nuevas drogas potenciales. No obstante ello, como afirmaron Hopkins *et al.* (2006), los avances notorios en el descubrimiento de los principios de acción de las enfermedades, así como de la multiplicación de nuevos blancos y moléculas en el laboratorio, no se tradujeron en productos (y servicios) aprobados y comercializados con el ritmo esperado.

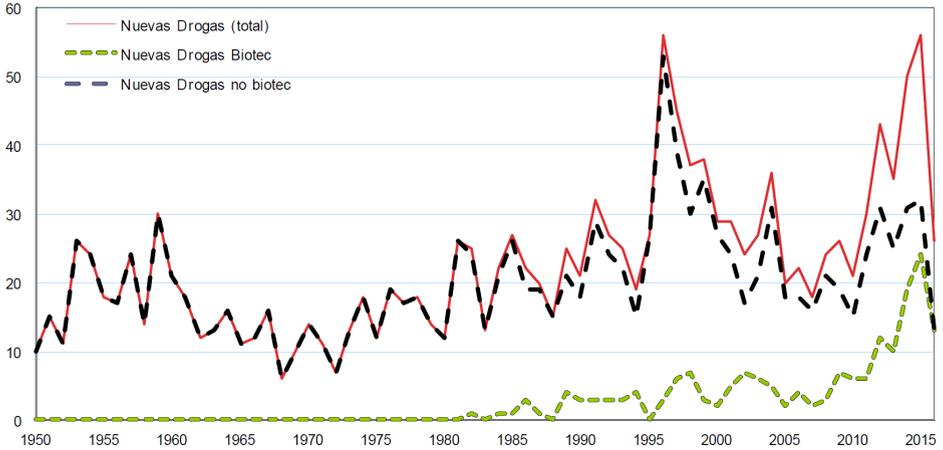
Es posible sostener que dicha apreciación sigue siendo válida. Una forma de ilustrar el bajo ritmo de innovación y la caída en la productividad de la industria farmacéutica es el análisis de la evolución de las nuevas moléculas de síntesis química y biológicas aprobadas por la autoridad regulatoria de los Estados Unidos desde los años 50 en relación al gasto de Investigación y Desarrollo (I+D) (Munos, 2006; 2009). Cada nueva entidad molecular o el nuevo biológico aprobado por la Food and Drug Administration (FDA) de los Estados Unidos es un indicador de una innovación de producto. La productividad de la Investigación y Desarrollo (I+D) se estima a partir de la relación entre este indicador de drogas aprobadas y el gasto en Investigación y Desarrollo (I+D) a valores constantes en los Estados Unidos. Esta medida de productividad refleja las especificidades de una industria basada en la ciencia en donde los costos de manufactura son secundarios *vis a vis* los de Investigación y Desarrollo (I+D). Si bien la productividad de la Investigación y Desarrollo (I+D) comprende diversos productos con precios y valores

terapéuticos diferentes³, los mismos muestran criterios comunes de aprobación en términos de seguridad, eficacia y calidad que hacen que sean comparables desde el punto de vista del *status* regulatorio.

En el gráfico N°1 es posible apreciar que recién a partir del año 2010 la cantidad de moléculas biotecnológicas comienza a crecer. Cuando se estima la productividad de la Investigación y Desarrollo (I+D) de la industria farmacéutica en el gráfico N°2, es posible apreciar que no se ha logrado revertir aun la caída de largo plazo. A pesar de las grandes promesas de aumento en la productividad de la Investigación y Desarrollo (I+D), y la aceleración de la cantidad de nuevas moléculas biotecnológicas aprobadas por la FDA, aun no se evidencia una reducción drástica en los costos de la Investigación y Desarrollo (I+D) que permita superar los límites del paradigma de la síntesis química.

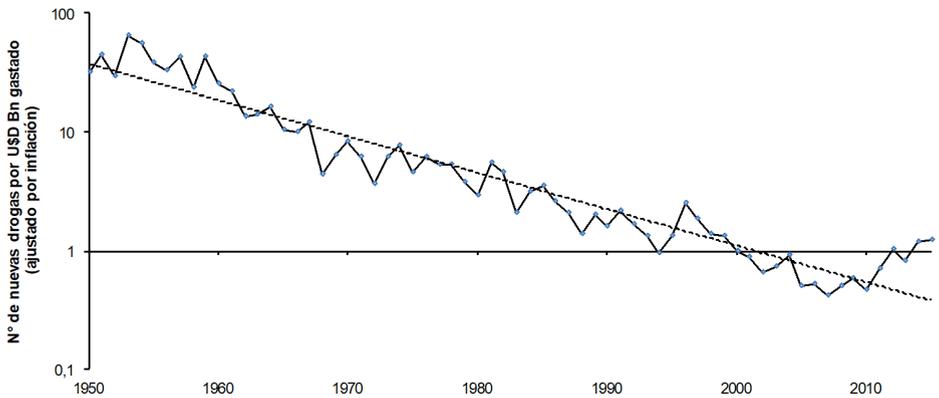
3 Puede argumentarse que las nuevas drogas aprobadas son una medida inapropiada de innovación porque una molécula con escaso valor terapéutico puede ser aprobada, considerando que cumplió con los requisitos de la FDA. Luego este indicador es una aproximación del potencial de productividad en relación al I+D invertido. Si una droga aprobada por la FDA falla en generar sustanciales ingresos por ventas no se debe al bajo grado de innovación, sino a factores asociados a la realización del producto en el mercado (falta de control de activos complementarios para la distribución, competencia, política de precios no adecuada).

Gráfico N°1:
Número de nuevas drogas aprobadas por la FDA



Fuente: Elaboración propia en base a Munos (2006) y reportes de nuevas drogas de FDA.

Gráfico N°2:
Productividad de la I+D en la industria farmacéutica de los Estados Unidos



Fuente: Elaboración propia en base a Munos (2006) reportes de nuevas drogas FDA y Pharma (2017).

A pesar a esta dinámica dominada por la recurrente frustración de las oportunidades de cada una de las revoluciones de la biología molecular, las biotecnologías han sido un espacio privilegiado de expansión de la valorización financiera. Paradoja que nos lleva a indagar sobre un conjunto de cambios institucionales que explican la mercantilización de la investigación, el desarrollo de títulos de derechos sobre promesas futuras y la desconexión entre la expansión de dichos títulos y los aumentos de productividad.

2. El lugar de la biotecnología como espacio de expansión de los activos financieros

Existe un reducido conjunto de trabajos que han vinculado la expansión de la biotecnología con la expansión de los activos financieros. En este sentido, la “bioeconomía” ha sido descrita como un esquema Ponzi (Mirowski, 2011), como un despilfarro (Lazonick y Tulum, 2011) o como un sector “sustentado en un régimen rentista” (Zeller, 2008) en el que “el valor de los activos financieros es más importante que la venta de mercancías biotecnológicas” (Birch y Tyfield, 2013).

Es posible comprender estos procesos como una manifestación concreta de lo que François Chesnais (2014) ha caracterizado como una coyuntura histórica que se abre en los años '90 con la emergencia de una nueva configuración del capitalismo, con epicentro en los Estados Unidos, en la que la acumulación y su contenido económico y social concreto son modelados por la posición de dominación asumida por la forma más centralizada de un tipo particular de capital – denominada por Marx, “capital portador de interés” – o si se quiere, la “forma moderna de capital dinero”.

Como afirma Chesnais (2016), partiendo del tomo III de *El Capital*, este tipo de capital tiene la “pretensión de valorizarse” sin abandonar la esfera de los mercados fi-

nancieros asumiendo la forma de “capital ficticio”. Al sostener que es una pretensión, Chesnais señala que el aumento del monto de capital ficticio no puede desconectarse (sino transitoriamente) de la valorización del capital industrial. Como no se puede generar más derechos sobre ganancias futuras que las ganancias efectivamente producidas, tarde o temprano, estos activos sufren procesos de depreciación en el marco de crisis en la esfera financiera. Así como en la primera década años 2000 esta dinámica dio lugar a la expansión de las hipotecas *subprime* con su crisis en el año 2008, durante la década previa, la necesidad de expansión de los activos financieros impulsó el precio de los títulos de las empresas de alta tecnología (que cotizan en el Nasdaq), proceso que dio lugar al *crash* de las acciones tecnológicas en el año 2001.

De esta manera, se revela la existencia de una desconexión (transitoria) entre las pretensiones de valorización de los activos financieros y las mejoras reales en la productividad. Luego, es posible sostener que el crecimiento de la “bioeconomía” tiene menos que ver con un nuevo tipo de (bio) trabajo o de (bio) valor que con un conjunto de cambios institucionales profundos que, como afirma Mirowski (2011), generaron las condiciones para la emergencia de un mercado para el intercambio y la realización de un tipo particular de capital ficticio basado en la ciencia (o si se quiere “activos ficticios” como los denomina Birch y Tyfield, 2013). Para que estos mercados se desarrollen es necesario no sólo la existencia de un potencial de oportunidades científicas mayores, sino fundamentalmente cambios organizacionales e institucionales que posibiliten el desarrollo de un mercado de activos biotecnológicos.

En este sentido, los principales cambios organizacionales fueron el surgimiento, por un lado, de pequeñas empresas especializadas en Investigación y Desarrollo (I+D) dedicadas a comercializar la ciencia (los denominados

start ups), y por el otro, el desarrollo de una industria de "capitales de riesgo" (*venture capital*). Si bien la existencia de los *start ups* no es nueva, fue a partir de los años '80 que los mismos se expanden en los Estados Unidos. Dicha expansión fue posible gracias a su estrecha relación con el desarrollo de los "capitales de riesgo" (*venture capital*). Los capitales de riesgo son un nuevo tipo de capital financiero que participa en la gestión del capital dinero excedente, canalizándolo a las *start ups* al mismo tiempo que interviene en la gestión de estas pequeñas firmas biotecnológicas, a fin de lograr la cotización de las empresas en el mercado (Nasdaq).

Para ello, la emergencia de la industria biotecnológica requirió el desarrollo de un mercado de activos biotecnológicos. Como afirma Chesnais (2014), esto fue posible durante un determinado contexto histórico, en un país como los Estados Unidos en el que se cumplieron tres condiciones fundamentales. En primer lugar, un caudal fuerte y regular de investigadores con patentes y experiencia dispuestos a rotar entre las Universidades y las firmas a partir de la creación de *start ups* o desprendimientos (*spin offs*). Dinámica que sólo es viable en la medida que existan las condiciones legales y una trayectoria previa de interpenetración entre la academia y los negocios. En segundo lugar, la existencia de mercados de capitales y de inversores financieros con capital-dinero excedente dispuestos a fondear—directamente a través del mercado de capitales o a través de capitales de riesgo— actividades con alta incertidumbre como las etapas iniciales de la Investigación y Desarrollo (I+D). En tercer lugar, mecanismos que posibiliten a los inversores iniciales (incluidos los capitales de riesgo) valorizar su capital a través de una oferta pública inicial (*Initial Public Offerings*, IPO).

De esta manera, la emergencia de la biotecnología estuvo asociada fundamentalmente a la existencia de una masa de capital-dinero

que buscaba valorizarse y un contexto histórico particular que posibilitó el desarrollo de un mercado de promesas tecnológicas a partir de una serie de cambios institucionales mayores. Como señalan Coriat y Orsi (2002, 2003), a partir de los años '80 se produjo un conjunto (no deliberado ni simultáneo) de cambios regulatorios en los regímenes de propiedad intelectual, en los incentivos a la innovación y en el funcionamiento de los mercados de capitales. Cambios que, si bien obedecieron a lógicas diferentes, confluyeron en un conjunto coherente de instituciones.

- En 1980 con el dictamen de la suprema corte en el caso *Diamond vs. Chakrabarty*, se extendió la patentabilidad a los organismos vivos unicelulares (que en el año 1987 se extendería a organismos multi-celulares)⁴. Adicionalmente, los cambios en la corte de apelaciones de la justicia federal de los Estados Unidos reformularon los requisitos para aprobar patentes, disminuyendo su altura inventiva y ampliando el alcance de sus reivindicaciones, hecho que indujo un crecimiento en las patentes biotecnológicas aprobadas.
- El mismo año, la sanción de la *Bay Doble Act* abrió la puerta a las grandes universidades como Stanford, UC Berkeley y Columbia a comercializar el conocimiento científico en el mercado mediante patentes y licencias en

4 De esta manera, las patentes alcanzan a todo ser viviente que haya sido modificado por el hombre en alguna de sus características, aun si la mayor parte de las otras características continúen siendo naturales. Si bien esta ampliación de la propiedad intelectual no se vio confirmada, la pretensión extrema de patentar las secuencias parciales de ADN de todo ser viviente, lleva a un avance en la mercantilización de la naturaleza que borra las diferencias entre el descubrimiento y la invención.

el área de la biomedicina (Mowery, Nelson, Sampat & Ziedonis, 1999).

- Finalmente, los cambios regulatorios en los mercados financieros posibilitaron que los *start-ups* coticen en bolsa aun cuando no tuvieran ingresos, contabilizando en sus balances el potencial de valorización de los derechos de propiedad sobre el eventual éxito comercial de sus descubrimientos e invenciones.

De esta manera, se generaron las condiciones para el surgimiento de nuevas formas de capital ficticio apoyadas en un conjunto de oportunidades científicas, cambios organizacionales e institucionales que convergieron a inicios de los años '90. Condiciones que explican el aumento del número de Ofertas Iniciales Públicas de acciones (en adelante, IPO).

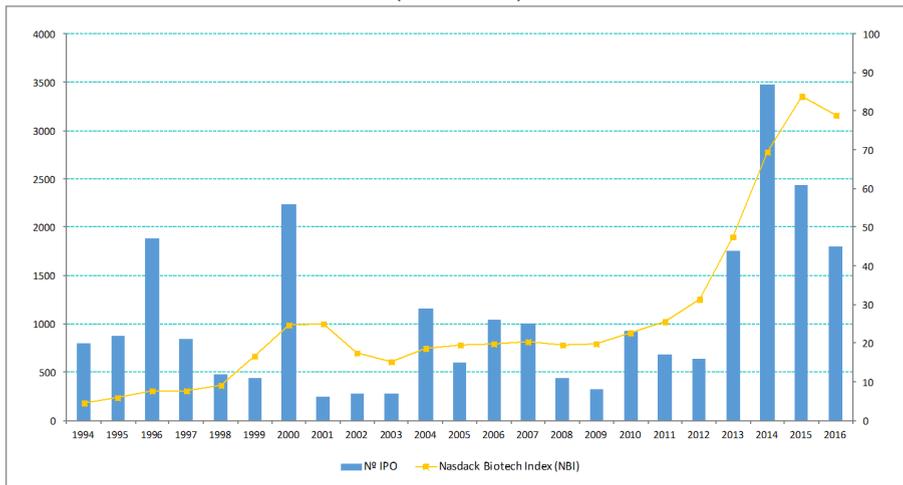
Una IPO inicial constituye un punto crítico en la valorización de los activos financieros. Es en esta instancia que los capitales de riesgo y los inversores originales de las empresas biotecnológicas tienen la opción de vender las acciones de estas empresas, una vez que las mismas cotizan en bolsa, obteniendo ganancias extraordinarias. El precio de estas acciones obedece a una lógica de capital como títulos

de propiedad sobre cuasi-rentas futuras. Su precio no responde a determinantes reales, sino a convenciones bajo lo que ciertos autores denominan una “racionalidad mimética” (Orlean, 1999).

Tarde o temprano las pretensiones de valorización de los activos financieros enfrentan la necesidad de converger con la base material. Dicha convergencia da lugar a crisis como ocurrió en el año 2001 con las burbujas de internet y de la genómica. Es posible apreciar el desmoronamiento del precio de las acciones biotecnológicas reflejadas en el índice Nasdaq luego de 7 años de expansión (Gráfico Nº3).

Durante la década siguiente, los inversores financieros perderían interés en las empresas tecnológicas y colocarían sus capitales excedentes en el sector inmobiliario. Hecho que se corresponde con una disminución en el número de IPO. Esto daría lugar a un cambio en la orientación de las inversiones de la industria de capital de riesgo que dejaría de financiar actividades de alta incertidumbre asociadas a las fases de investigación y desarrollo inicial de nuevos productos para focalizarse en las actividades avanzadas en la Investigación y Desarrollo (I+D).

Gráfico N°3:
Índice Nasdaq Biotecnológico y Número de Ofertas Públicas Iniciales
(1994-2016)



Fuente: Elaboración propia en base a Nasdaq y Evaluate Pharma.

A partir del año 2009, tras la crisis de los *sub-prime*, la biotecnología vuelve a despertar el interés entre los inversores financieros y aumenta el número de IPO a la par que los precios de las acciones alcanzan niveles mayores que los de la década previa. Esta nueva expansión del precio de los activos financieros, esta vez, se acompaña de una incipiente recuperación de la productividad de Investigación y Desarrollo (I+D). Aun así, este proceso de reversión de la tendencia decreciente de la productividad de Investigación y Desarrollo (I+D) se vio interrumpido en el año 2016 con una nueva caída del precio de los activos biotecnológicos.

4. Los grandes grupos farmacéuticos: su persistente centralidad en el oligopolio farmacéutico mundial

Como afirma Carlota Pérez (2010), el hecho que sea el capital financiero el que impulsa la emergencia de los nuevos paradigmas tecnológicos es un fenómeno que se manifestó histó-

ricamente en otras revoluciones tecnológicas. Los capitales especulativos cumplirían un rol fundamental al apostar por las nuevas tecnologías frente a la resistencia de los capitales industriales. Recién después de una sucesión de *crashes* financieros se genera la instalación del nuevo paradigma tecnológico con el liderazgo del capital industrial y la aparición de nuevos capitales con el potencial de impulsar la inversión.

4.1. Centralización de capital en la industria biofarmacéutica

Como se discutió en la sección 1, dicho proceso de instalación no parece haberse dado aun. Cuatro décadas después del lanzamiento de los primeros productos biotecnológicos, la estructura industrial del sector se encuentra dominada por ciertos grupos que, a partir de la adquisición de pequeñas empresas biotecnológicas, logran ampliar sus carteras (*pipelines*). De esta manera, logran responder a la caída de

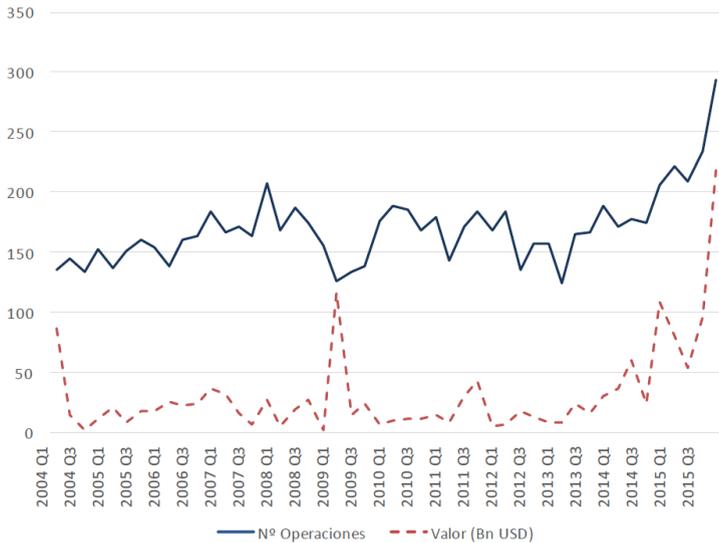
muchas de sus patentes sobre drogas con gran participación del mercado. El nuevo modelo institucional y organizacional basado en la financierización del conocimiento habría posibilitado a los grandes grupos farmacéuticos externalizar aquellas fases del Investigación y Desarrollo (I+D) altamente riesgosas y apostar selectivamente a áreas de conocimiento en las que no cuentan con capacidades ni voluntad de inmovilizar grandes montos de capital.

De esta manera, las grandes firmas farmacéuticas logran conciliar su necesidad de disminuir la masa de capital inmovilizado adquiriendo participaciones minoritarias en las empresas biotecnológicas, ya sea directa o indirectamente, a través del capital de riesgo en lugar de aumentar su inversión en Investigación y Desarrollo (I+D) en las fases con alta incertidumbre, adquiriendo las firmas cuando su desarrollo ya se encuentra en una fase avanzada. Esto explica por qué a medida que los precios de las acciones se desmoronaban a partir del año 2015, crecían las opera-

ciones de adquisición y fusión en la industria farmacéutica.

Luego, los procesos de centralización del capital de la industria farmacéutica invitan a repensar la lógica schumpeteriana según la cual las revoluciones tecnológicas abren paso a regímenes tecnológicos de “destrucción creadora” con la entrada de nuevas firmas que desplazan a los incumbentes, y que, a partir de cierta fase del ciclo tecnológico, comienzan a predominar procesos de “acumulación creativa” liderados por las (nuevas) firmas incumbentes (Klepper, 1997). La trayectoria histórica de la industria farmacéutica indica que ante la emergencia de nuevos paradigmas tecnológicos se producen, por el contrario, procesos de crisis y recomposición de los oligopolios existentes, en los que un conjunto reducido de grandes grupos farmacéuticos logra mantener sus partes de mercado (Chandler, 2009). Esta dinámica se produce nuevamente a partir de los años '80 bajo condiciones institucionales y organizacionales totalmente diferentes a las de fines del siglo XIX.

Gráfico N°4:
Fusiones y Adquisiciones en la industria farmacéutica
(N° de operaciones y montos en billones de USD)



Fuente: Elaboración propia en base a Bloomberg.

Así es que la industria farmacéutica logra recomponer una vez más su base competitiva como resultado de procesos de centralización y de concentración de capital. Procesos que les permiten contar con la masa de capitales necesaria para operar sobre los tres planos de la producción a escala industrial, la comercialización y el acceso a las fuentes de conocimiento a partir de relaciones financieras, tal como fue señalado tempranamente en ciertos trabajos de la economía industrial francesa (Chesnais, 1979; 1982).

En un trabajo previo se logró dar cuenta que la incursión de los grandes grupos farmacéuticos diversificados en el sector biotecnológico a nivel mundial no necesariamente logra traducirse en un aumento de la tasa de innovación (Lavarello, 2016). El predominio de la centralización por sobre la concentración permitiría reforzar el control sobre capacidades biotecnológicas existentes, pero no asegu-

rar un mayor ritmo de innovación. Mientras que la diversificación tecnológica podría tener un efecto positivo directo sobre la innovación, la expansión conglomeral de estos grupos genera un efecto negativo indirecto al reducir la coherencia de su base de conocimientos. Este resultado convalida ciertos trabajos de la teoría de la firma evolucionista, que muestran que aquellas estrategias tecnológicas conglomerales o de carteras de proyectos no complementarios, no son sustentables en el marco de un contexto de selección competitiva relativamente exigente (Dosi, *et al.*, 1990; 1991).

4.2. Estructura industrial de la industria farmacéutica mundial

Es posible aproximar empíricamente la estructura industrial resultante de estos procesos de crisis y reestructuración del oligopolio mundial farmacéutico. El análisis de la estructura

de mercado de la industria biofarmacéutica mundial muestra que la misma se puede caracterizar como un oligopolio estratificado en el que coexisten tres estratos de empresas diferenciados, pero en el que los grandes grupos farmacéuticos siguen detentando una posición jerárquica (Lavarello, Gutman y Sztulwark, 2018). Estos representan el 55% de las ventas globales en 2014, seguidos por un estrato de empresas especializadas en biotecnología nacidas durante las distintas oleadas de revolucio-

nes biotecnológicas, que alcanzan al 27% del mercado. Los grandes grupos farmacéuticos lograron compensar sus desventajas tecnológicas frente a las empresas especializadas con sus ventajas financieras que le permitió la centralización de empresas especializadas, el control de activos complementarios estratégicos (redes internacionales de pruebas clínicas y fuerza de ventas) y fundamentalmente, la fuerte influencia de los mismos en instancias regulatorias de distintos países en los que operan.

Cuadro N°1:

Concentración de ventas biotecnológicas en la industria Bio Farmacéutica

	2012	2014
C4	37	39
C8	59	61
C2/C20	26	28
Índice Hirschman - Herfindalh	618	626
% según tipo de empresa		
Grandes Farmacéuticas	62%	55%
Empresas Biotecnológicas Especializadas	20%	27%
Imitadores Países desarrollados	6%	6%
Imitadores Países en desarrollo	12%	12%
Total	180.072	228.450

Nota: C4 es la participación en las ventas de las primeras cuatro empresas; C8 de las primeras ocho; C2/C20 la ratio entre la participación de las dos primeras y las veinte primeras; El Índice Hirschman-Herfindalh refleja la suma de los cuadrados de las participaciones en las ventas de todas las empresas.

Fuente: Lavarello, Gutman y Sztulwark (2018) a partir de la base de datos de empresas biotecnológicas mundiales CEUR (PICT 2034 Conv. 2012).

Si los grandes grupos farmacéuticos mundiales mantienen su poder de mercado es gracias a que, dadas las altas barreras a la entrada, los contextos de selección competitiva en los mercados farmacéuticos son débiles. El control de activos complementarios fundamentales, así como su capacidad de *lobby* sobre las autoridades regulatorias explican las altas barreras a la entrada. En el caso de los Estados Unidos (y cada vez a nivel mundial) estas ventajas limitan la posibilidad de estrategias de innovaciones incrementales por parte de las empresas competidoras. Es en este marco de predominio de la centralización de capital y del crecimiento de los grupos con estructuras de organización conglomeradas que cabe interrogarse sobre las posibilidades de entrada para los países en desarrollo.

5. Oportunidades y barreras a la entrada para los países en desarrollo

Como se discutió en trabajos previos, la viabilidad de una estrategia innovadora para los capitales de los países semi-industrializados se encuentra fuertemente condicionada por las barreras asociadas a los regímenes de propiedad intelectual que bloquean la entrada de nuevas firmas innovadoras y por los requisitos regulatorios de los países centrales (Moorkens, *et al.*, 2016; Lavarello, Gutman, Sztulwark, 2018). La capacidad de los grandes grupos farmacéuticos mundiales de mantener su poder de mercado a partir de sus ventajas en el acceso preferencial a su base de conocimientos, así como su influencia en la definición de los estándares regulatorios limita las posibilidades de entrada como innovadores a unas pocas empresas biotecnológicas especializadas de los países desarrollados.

A pesar de ello, durante la última década se ha comenzado a desarrollar un nuevo estrato de empresas imitativas que, aprovechando el bajo estatus regulatorio de países en desarrollo y posteriormente el vencimiento de las patentes de los productos biotecnológicos ori-

ginales, han comenzado a disputar de forma incipiente, y aun limitada, el poder de mercado de los grandes grupos farmacéuticos y las empresas biotecnológicas líderes (Lavarello, Gutman y Sztulwark, 2018).

Es posible apreciar en el cuadro N°1 que, pese a la posición de jerarquía de los grandes grupos farmacéuticos, existe un estrato de 18% de empresas que entran al mercado como imitadoras, llevando adelante procesos de innovación incremental de proceso. Sus posibilidades se centran en lo que la literatura del desarrollo denomina "ventajas económicas del atraso", asociadas en este caso a la existencia en su base nacional una infraestructura pública de Investigación y Desarrollo (I+D) y a la experiencia previa en la manufactura que les permite llevar adelante procesos de aprendizaje acelerado ni bien caen las patentes de las drogas de referencia en los países centrales. Sus capacidades en el desarrollo imitativo de producto y en innovación de proceso les permite competir con calidad similar y costos sensiblemente menores a sus competidores.

En el cuadro N°2 puede apreciarse que, a pesar que las grandes empresas farmacéuticas y las empresas especializadas en biotecnología tienen una intensidad de gasto de Investigación y Desarrollo (I+D) significativamente más alta que las empresas de biosimilares, estas últimas revelan un crecimiento sensiblemente mayor en las ventas. Este mayor crecimiento se sustenta en la capacidad de llevar adelante procesos de ingeniería reversa de las moléculas de referencia, aprovechando los grados de libertad en términos de los aun bajos requisitos de escala de producción y su experiencia acumulada en bioprocesos. Estas empresas logran aprovechar para sus desarrollos imitativos las complementariedades entre las innovaciones de producto y proceso que resultan cruciales a la hora de la difusión de una nueva tecnología y que resulta el gran límite que enfrenta la industria farmacéutica de los países con modelos basados en la segmentación y externalización

de los procesos de Investigación y Desarrollo (I+D) (Pisano y Shih, 2012).

Entre ellas, se destacan, por un lado, nuevos jugadores de países en desarrollo que entran como productores de bisimilares y aquellas empresas que originalmente manufacturan (CMO) o realizan actividades de investigación clínica (CRO) bajo contrato con las empresas líderes mundiales, entre las que

se destacan las empresas de Corea e India, respectivamente. En tercer lugar, las empresas de genéricos que operan en países desarrollados en segmentos de vacunas, y que recientemente han ingresado a la producción de biosimilares con coeficientes de Investigación y Desarrollo (I+D) similares a las empresas especializadas en biotecnología.

Cuadro N°2:

Crecimiento de las ventas biotecnológicas, coeficiente de I+D y capacidad productiva en la industria biofarmacéutica mundial según tipo de empresa

Tipología firmas	Crecimiento Ventas Biotecnológicas 2012-14	R+D /Ventas Biotecnológicas 2014 (%)	N° de plantas según Capacidad Bioproceso (litros)			N° Plantas
			<1000	1000-15000	>15000	
Grandes Farmacéuticas Diversificadas	7,3	49	1	34	39	74
Empresas Biotech Especializadas	6	23	1	5	6	12
Biosimilares	16,8	13,6	19	21	12	52
- CRO-CRAM	16,3	10,6	1	6	9	16
- Genéricos	5,1	18,7	6	1	3	10
- Nuevos Jugadores países emergentes	23	5,1	12	14	-	26

Fuente: Fuente: elaboración propia en base a reportes financieros de empresas.

Cabe interrogarse si este alto dinamismo de las empresas de biosimilares, hasta el momento explicado por su expansión en los mercados de países emergentes, puede extenderse a su entrada en los países desarrollados. Con la expiración de las patentes de las principales moléculas biotecnológicas en la segunda década de los 2000, se abren oportunidades de mercado para versiones imitativas de medicamentos biotecnológicos. Dichas oportunidades dependen de la manera en que se dirimen ciertas tensiones al interior de los Estados de los países desarrollados.

Aunque varias patentes de biotecnológicos expiraron y varios biosimilares ya fueron aprobados en países emergentes, hasta el año 2015 eran pocas las moléculas bioisimilares

aprobadas en países desarrollados⁵. Las grandes empresas multinacionales buscan incidir en las instancias de aprobación de los países centrales a fin de aumentar las barreras regulatorias a los biosimilares. No obstante ello, estas acciones defensivas por parte de los capitales

5 La demora entre el momento de caída de la patente y su aprobación sanitaria se debe, entre múltiples mecanismos, a la extensión de la propiedad intelectual por parte de las firmas dominantes, a las capacidades diferenciales de estas empresas en las disputas por las reivindicaciones de patentes, al demorado proceso de establecimiento de guías regulatorias por parte de los Estados Nacionales para la aprobación sanitaria de las nuevas drogas en los países desarrollados, así como también a su falta de homogenización a nivel internacional (Lavarello, Gutman y Sztulwark, 2017).

individuales no pueden disociarse de la necesidad de afrontar el creciente costo de los programas de salud, que hace que los gobiernos de los países desarrollados encuentren en los biosimilares una posibilidad de ampliar el acceso de los pacientes a los nuevos medicamentos. En particular, esta posibilidad se presenta en el tratamiento del cáncer, difícil de afrontar por los sistemas de salud (aun para los países más desarrollados), dada la mayor prevalencia de la enfermedad y los mayores costos de los medicamentos biotecnológicos y las terapias focalizadas.

Aun si no es de esperar una apertura drástica de los sistemas de salud de los países centrales, esta tensión a su interior, los altos ingresos derivados de las ventas de productos biotecnológicos siguen planteando posibilidades de entrada para empresas de países en desarrollo que cuenten con una estrategia adecuada para valorizar su ventaja en las capacidades de desarrollo imitativo ganando experiencia en el proceso regulatorio.

Reflexiones finales: Algunas lecciones para la Argentina

La reproducción de las asimetrías entre el centro y la periferia no están exentas de posibilidades de cambio en la jerarquía entre países, facilitadas por las dinámicas contradictorias de acumulación que hoy se manifiestan en los países centrales. Desde el año 2008-2009, la crisis en la esfera financiera volvió a poner en evidencia la contradicción subyacente en el capitalismo bajo condiciones de sobre-expansión de la capacidad productiva y el exceso de liquidez que lleva a desarrollar nuevos circuitos de acumulación en sectores como el biotecnológico. Circuitos de acumulación en fuerte simbiosis con el desarrollo del capital ficticio que se asientan en una configuración institucional de la Investigación y Desarrollo (I+D) que fragiliza la posibilidad de articular su sistema nacional de innovación aprovechando las complementariedades entre las oportunidades de la biotecnología

y la manufactura de productos accesibles para la población. Esta situación afecta particularmente a los sistemas de salud de los países desarrollados en las que la baja productividad de la Investigación y Desarrollo (I+D) y el alto costo de las moléculas generan fuertes tensiones al interior de los Estados Nación.

Situación que abre ventanas de oportunidad para los países semi-industrializados para ingresar como imitadores tempranos en el marco de un paradigma tecnológico que no llega a consolidarse. Dado este carácter pre-paradigmático en el que las tecnologías de proceso y los requisitos regulatorios aun no se han estabilizado existen oportunidades asociadas a los bajos requerimientos de escala. Aquellos países que cuenten con infraestructuras de Ciencia y Técnica y la capacidad de combinar los desarrollos imitativos de producto con innovaciones de proceso cuentan con la posibilidad de ingreso a partir de la producción de biosimilares. No obstante, el carácter pre-paradigmático de la biotecnología también resulta en una mayor incertidumbre tecnológica y regulatoria. Sólo aquellos países que logren combinar los aprendizajes tecnológicos necesarios para llevar adelante procesos de ingeniería reversa a partir de las moléculas originales con aprendizajes respecto a los requisitos regulatorios de los mercados de los países desarrollados podrán aprovechar las ventanas de oportunidad aun abiertas.

En este marco, se ve reforzada la intuición gerchenkroniana según la cual las "ventajas del atraso" requieren una configuración institucional diferente a la de los países desarrollados. Las posibilidades de *catching up* ya no se encuentran asociadas sólo a financiar la inversión a fin de alcanzar la escala productiva. La misma requiere se complementada por un proceso de aprendizaje tecnológico acelerado acompañado de un abordaje estratégico de la propiedad intelectual y de las condiciones de aprobación regulatoria que les permita hacer frente a la incertidumbre. Este aspecto plantea un dilema para

la política industrial de los países en desarrollo: si replicar la configuración institucional de los países desarrollados para el sector biotecnológico o delinear un conjunto de políticas e instituciones radicalmente diferentes. La adopción de las instituciones de los países desarrollados en materia de propiedad intelectual y la promoción a *start ups* no sólo no es viable en un país semi-industrializado (sin el desarrollo del mercado financiero que ello requiere), sino que tampoco resulta consistente con una trayectoria tecnológica basada en la articulación entre la infraestructura de Ciencia y Técnica y las capacidades de manufactura.

Estas reflexiones generales son de relevancia para un país como la Argentina, que es uno de los pocos países de América Latina que pese a diversas experiencias de liberalización y apertura ha logrado desarrollar en la primera oleada de revoluciones de la biología molecular una infraestructura de Ciencia y Tecnología, y a partir de ella, una base empresaria con capacidades biotecnológicas. Hecho que le ha permitido insertarse como imitadora temprana de moléculas biotecnológicas de la primera generación de proteínas recombinantes (Diaz, *et al.*, 2006; Gutman y Lavarello, 2014). Capacidades sobre las cuales pivotea su potencial de entrada en las nuevas generaciones de biofarmacéuticos más complejos. Potencial científico y manufacturero que puede ser la plataforma para desarrollar sectores biotecnológicos conexos como el de semillas transgénicas y sanidad animal que potencien sus ventajas absolutas naturales. Oportunidades que sólo son posibles si dicho potencial no queda circunscripto a la órbita de los intereses de las grandes empresas multinacionales por transformar al sistema local en una fuente de servicios biotecnológicos a bajo costo y de aquellos grupos económicos nacionales más propensos a obtener rentas asociadas a las ventajas naturales o regulatorias locales que a apostar por la producción de (bio) tecnología.

Referencias bibliográficas

- Birch, K., Tyfield, D. (2012). Theorizing the Bioeconomy: Biovalue, Biocapital, Bioeconomics or... What? *Science Technology Human Values*. 38: 299-327 (originally published online 11 April 2012, DOI: 10.1177/0162243912442398).
- Bresnahan, T. F. & Trajtenberg, M. (1995). General purpose technologies 'Engines of growth?' *Journal of econometrics*. 65 (1), 83-108.
- Chandler, A. D. (2009). *Shaping the industrial century: The remarkable story of the evolution of the modern chemical and pharmaceutical industries* (Vol. 46). Cambridge: Harvard University Press.
- Chesnais, F. (1979). *Capital financier et groupes financiers, recherche sur l'origine des concepts et leur utilisation actuelle en France*. In *Internationalisation des banques et des groupes financiers, Colloque du CEREM* (pp. 10-173). París: Ed. du CNRS.
- Chesnais, F. (1981). Biotechnologie et modifications des structures de l'industrie chimique : quelques points de repère. *Revue d'économie industrielle*. Vol. 18, 4e trimestre de 1981. Genèse et développement de la BIOINDUSTRIE, 218-230.
- Chesnais, F. (2014). *Innovation under the sway of financialization: a few selected US issues*. En *Estratégias de desenvolvimento, política industrial e inovação: ensaios em memória de Fabio Erber* (pp. 103-138). Rio de Janeiro: Banco Nacional de Desenvolvimento Econômico e Social.
- Chesnais, F. (2016). *Finance Capital Today: Corporations and Banks in the Lasting Global Slump*. Netherlands: Brill Academic Publishers.
- Cockburn, I. y Stern, S. (2010). Finding the Endless Frontier: Lessons from the Life Science Innovation System for Technology Policy. *Capitalism and Society*. Vol. 5, Issue 1, 1-48.
- Coriat, B., and Orsi, F. (2002). Establishing a new intellectual property rights regime in the United States: Origins, content and problems. *Research Policy*. 31, 1491-1507.

- Coriat, B., and Orsi, F. (2003). Droits de Propriété Intellectuelle, Marchés Financiers et Innovation, Une Configuration Soutenable? *Lettre de la Régulation*. N°45, 1-4.
- Coriat, B. (2002). Du « super 301 » aux trips: la « vocation impériale » du nouveau droit américain de la propriété intellectuelle. *Revue d'économie industrielle*. N°99, 2ème trimestre, 179-190.
- Díaz, A., Krimer, A. y Medina, D. (2006). *Salud humana: de la industria farmacéutica a los biofármacos*. En Bisang, et al. (Comps.). *Biotecnología y Desarrollo. Un modelo para armar*, 50-70. Buenos Aires: Prometeo.
- Dosi, G., Teece, D., & Winter, S. (1991). *Towards a Theory of Firm Coherence. Technology and the Enterprise in an Historical Perspective*. Oxford: Routledge.
- Dosi, G., Teece, D. y Winter, S. (1990). Les frontières des entreprises. *Revue d'Economie Industrielle*. 1er trimestre, Núm. 1, 238-254.
- Freeman, C. (1984). Prometheus unbound. *Futures*, 16 (5), 494-507.
- Freeman, C.; Pérez, C. (1988). *Techno-economic paradigm. Technical change and economic theory*. London: Pinter Publishers.
- Gerschenkron, A. (1968). El atraso económico en perspectiva histórica. *Investigación Económica*. Vol. 28, Núm. 111/112. Junio-diciembre, UNAM, México, 7-48.
- Gilbert, J., Henske, J. y Singh, A. (2003). Rebuilding Big Pharma Business Model. *In Vivo: The Business & medicine Report*. Vol. 21, Núm. 10, 73-80.
- Gutman, G. E., & Lavarello, P. J. (2014). Biopharmaceuticals and firm organization in Argentina: opportunities and challenges. *International Journal of Technology and Globalization*. 9, 7 (3), 159-178.
- Hopkins, M., Martin, P., Nightingale, P., Kraft, A., Mahdi, S. (2007). The myth of the biotech revolution: An assessment of technological, clinical and organizational change. *Research Policy*. 36, 566-589.
- Klepper, S. (1997). Industry life cycles. *Industrial and Corporate Change*. 6 (1), 145-181.
- Lavarello, P., Gutman, G. y Sztulwark, S. (Coords.). (2018). *Explorando el camino de la imitación creativa: La industria biofarmacéutica argentina en los 2000*. Buenos Aires: Editorial Libropunto.
- Lazonick, W. & O'sullivan, M. (2000). Maximizing shareholder value: a new ideology for corporate governance. *Economy and Society*. 29 (1), 13-35.
- Lazonick, W. & Tulum, Ö. (2011). US biopharmaceutical finance and the sustainability of the biotech business model. *Research Policy*. 40 (9), 1170-1187.
- Mazzucato, M. (2015). *The entrepreneurial state: Debunking public vs. private sector myths*. Brighton: Anthem Press.
- Mirowski, P. (2012). The Modern Commercialization of Science is a Passel of Ponzi Schemes. *Social Epistemology: A Journal of Knowledge, Culture and Policy*. 26: 3-4, 285-310.
- Moorkens, E., Jonker-Exler, C., Huys, I., Declerck, P., Simoens, S., y Vulto, A. (2016). Overcoming barriers to the market access of biosimilars in the European Union: The case of biosimilar monoclonal antibodies. *Frontiers in Pharmacology*. 7, 193, 193-2010.
- Munos, B. (2006). Can open-source R&D reinvigorate drug research? *Nature Review Drug Discovery*. 5 (9), 723-729.
- Munos, B. (2009). Lessons from 60 years of pharmaceutical innovation. *Nature Review*. Vol. 8, 959-965.
- Orléan, A. (1999). *Le pouvoir de la finance*. Paris: Odile Jacob.
- Pammolli, F., Magazzini, L. y Riccabon, M. (2011). The Productivity crisis in Pharmaceutical R&D. *Nature Review*. Vol. 10, 428-432.
- Pérez, C. (2010). *The advance of technology and major bubble collapses: historical regularities and lessons for today*. In *Engelsberg Seminar on the Future of Capitalism*. Sweden: Umeå Axson Foundation.

- Pisano, G. P. (2006). *Science business: The promise, the reality, and the future of biotech*. Cambridge: Harvard Business School Press.
- Pisano, G. P. & Shih, W. C. (2009). Restoring American competitiveness. *Harvard Business Review*. 87, 114-126.
- Pisano, G. P. & Shih, W. C. (2012). Does America really need manufacturing? *Harvard Business Review*. 90 (3), 94-102.
- Srinivas, S. (2006). Industrial Development and Innovation: Some Lessons from Vaccine Procurement. *World Development*. Vol. 34, Núm. 10, 1742-1764.
- Sztulwark, S., Mancini, M., Juncal, S., Lavarello, P. (2018). *Política industrial y tecnológica para el ascenso industrial biotecnológico: enseñanzas de corea e india*. En P. Lavarello, G. Gutman y S. Sztulwark (Coords.). *Explorando el camino de la imitación creativa: La industria biofarmacéutica argentina en los 2000* (pp. 47-64). Buenos Aires: Libropunto.
- Thorsteinsdóttir, H., Uyen Quach, A., Daar S. & Singer, P. (2014). Conclusions: promoting biotechnology innovation in developing countries. *Nature Biotechnology*. Vol. 22, Supplement, 48-52.
- Torres, R. & Hasenclever, L. (2016). Technological Capability Building in the Brazilian Pharmaceutical Industry. *Latin American Business Review*. 17: 3, 223-244.
- Vargas, M. y Bianchi, C. (2013). *Incorporação da rota biotecnológica na indústria farmacêutica brasileira: desafios e oportunidades*. Relatório de Acompanhamento Setorial. Brasília: Agência Brasileira de Desenvolvimento Industrial - ABDI.
- Wong, J. (2004). From Learning to Creating: Biotechnology and the Postindustrial Developmental State in Korea. *Journal of East Asian Studies*. 4 (3), 491-517.
- Zeller, C. (2008). From the Gene to the Globe: Extracting Rents Based on Intellectual Property Monopolies. *Review of International Political Economy*. 15 (1), 86-115.