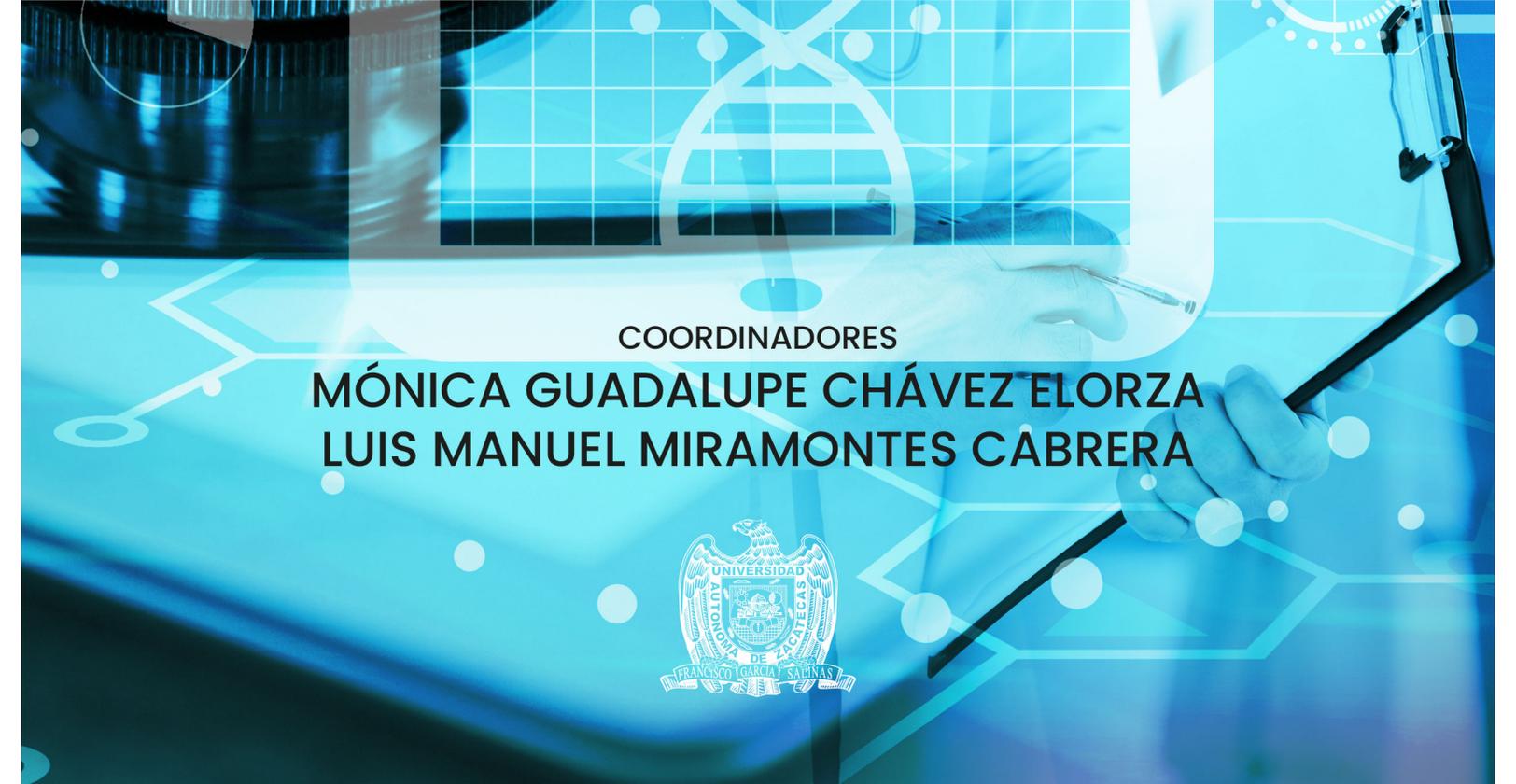




HACIA LA CONTRUCCIÓN DE POLÍTICAS PÚBLICAS DE CIENCIA Y TECNOLOGÍA



COORDINADORES

**MÓNICA GUADALUPE CHÁVEZ ELORZA
LUIS MANUEL MIRAMONTES CABRERA**



HACIA LA CONTRUCCIÓN DE POLÍTICAS PÚBLICAS DE CIENCIA Y TECNOLOGÍA



HACIA LA CONTRUCCIÓN DE POLÍTICAS PÚBLICAS DE CIENCIA Y TECNOLOGÍA

Coordinadores:

Dra. Mónica Guadalupe Chávez Elorza
Docente Investigadora
Unidad Académica de Estudios del Desarrollo
Universidad Autónoma de Zacatecas

Dr. Luis Manuel Miramontes Cabrera
Docente
Centro de Estudios Científicos y Tecnológicos No.18
Instituto Politécnico Nacional

ISBN 978-607-555-245-3

Zacatecas, 2025



Esta investigación, arbitrada por pares académicos, se privilegia con el aval de la institución coeditora.

**Agradecemos al Consejo Nacional de Humanidades,
Ciencias y Tecnologías por apoyar el Proyecto 311407.**

Contenido

- 4 INTRODUCCIÓN
- 9 CIENCIA, TECNOLOGÍA Y PERSONAL ALTAMENTE CALIFICADO
- 10 Ciencia, tecnología y desarrollo en américa latina. Una perspectiva teórica-histórica || **Claudia Angélica Córdova González**
- 33 Alcances y límites de las visiones dominantes sobre la tecnología: hacia la construcción de una visión crítica || **Diego Fernando Ramírez Reinoso**
- 54 Personal calificado en vacunas biotecnológicas en México (2010-2019) || **Nancy Alejandra Cuevas Mercado**
- 83 Formación y repatriación científica como modelo virtuoso para el desarrollo de la ciencia, tecnología e innovación. El caso de China || **Mónica Guadalupe Chávez Elorza / Luis Manuel Miramontes Cabrera**
- 122 APROPIACIÓN SOCIAL DEL BENEFICIO TECNOLÓGICO
- 123 Derecho y apropiación privada del conocimiento: la figura de la patente || **Julián Pinazo-Dallenbach**
- 151 ¿Apropiación de las tecnologías disruptivas? Casos concretos || **María de los Ángeles Ortiz Espinoza**
- 169 Construcción de la (bio)economía social del conocimiento en Ecuador (2007-2017). Supuestos teóricos y políticas tecnocientíficas || **Manuel Pintos**
- 188 SEMBLANZAS DE LAS Y LOS AUTORES

INTRODUCCIÓN

La ciencia y tecnología, y más recientemente, la innovación, se han visto como motores que impulsan el crecimiento económico de las naciones. Es por esta razón que los hacedores de política pública buscan las mejores formas de diseñar las que permitan desplegar el anhelado desarrollo en sus sociedades. Al respecto, lejos de considerar como mecánica esta acción, se debe pensar en que estos procesos de desarrollo son más complejos y que, además, el solo hecho de que una economía crezca económicamente no es garantía de que los resultados de ese crecimiento se distribuyan por igual en todas las capas de la sociedad.

En las regiones periféricas, como la latinoamericana, es aún más imperiosa la discusión sobre cuáles políticas y cómo se deben implementar para no sólo alcanzar a las regiones más avanzadas tecnológicamente hablando, sino para promover el bienestar en sus sociedades. En este sentido, deben plantearse políticas públicas considerando las restricciones financieras y de capacidades existentes, en los marcos normativos desiguales de propiedad intelectual y de comercio internacional.

La presente obra colectiva se centra en la discusión vigente sobre la manera en que se debe plantear la política científica tecnológica en la región. Vale la pena decir que este libro es resultado de un grupo de trabajo interdisciplinario e interinstitucional de más de ocho años de actividades académicas y de investigación conjuntas sobre Ciencia, Tecnología y Desarrollo.

El libro se estructura en dos partes: Ciencia, Tecnología y Personal Altamente Calificado y Apropriación Social del Beneficio Tecnológico. En la primera, Claudia Córdova González hace una revisión de índole histórica y teórica-conceptual a través de la óptica de estudios del desarrollo y su transdisciplinariedad entre los principales enfoques latinoamericanos sobre la dinámica entre desarrollo, ciencia y tecnología. La autora analiza el

avance en las economías de América Latina en su intento por fortalecer la industrialización en la región con el fin de fomentar el desarrollo endógeno. Concluye que, las guerras del siglo XX, las crisis económicas internacionales, la volatilidad en los precios de las materias primas, así como las políticas e ideologías internas limitaron lograr dicho objetivo.

En el segundo texto, Diego Fernando Ramírez Reinoso, analiza desde una mirada crítica las definiciones de tecnología y el rol de esta en la dinámica económica propuesta por las distintas escuelas de pensamiento económico –clásica, neoclásica, Schumpeter y evolucionismo económico–. Su objetivo es identificar los alcances y límites que presentan sus concepciones para la comprensión de la tecnología en la relación social capitalista. El autor concluye que existe una necesidad de construir una visión crítica que incorpore dos elementos fundamentales: el concepto de capital y el imperativo de valorización del capital como finalidad de la relación social capitalista.

La aparición y propagación de la COVID-19 en el mundo visibilizó la incapacidad de algunos países de cubrir las necesidades epidemiológicas de su población, esto debido a la ausencia de políticas de ciencia, tecnología e innovación (CTeI) efectivas que incentiven la creación de infraestructura, la formación de personalmente calificado, la investigación y desarrollo (I+D) en el área y, por supuesto, la vinculación de estos con la esfera productiva. En este sentido, el capítulo de Nancy Alejandra Cuevas Mercado analiza la situación de México en torno de la formación de personal altamente calificado y la inversión de infraestructura, dado que son elementos fundamentales para la creación de vacunas biotecnológicas seguras y eficaces. La autora encontró que México le ha apostado a la formación de personal altamente calificado en biotecnología y a la inversión en infraestructura; pero, esto no ha sido suficiente ya que no se han creado planes y programas específicos que definan el rumbo y áreas estratégicas que deben considerar las investigaciones; y tampoco se incentiva la vinculación entre investigadores y centros de investigación tanto dentro como fuera del país.

En este mismo sentido, el objetivo del capítulo de Mónica Chávez Elorza y Luis Miramontes Cabrera postula que, a partir de la revisión de los programas para nutrir y retornar al personal de alto nivel que la República Popular China ha puesto en marcha en las últimas cuatro décadas, México (u otras regiones) puede tomar nota de sus logros y limitaciones. Los autores parten de la idea de que China se puede considerar como un *Estado desarrollista*, en tanto que el gobierno conduce los objetivos de política en un entorno capitalista; en el caso chino, se trata de una economía socialista y de mercado. En este sentido, las políticas de Ciencia y Tecnología (CyT) se articulan de manera vertical, sectorial y se basan en planes de mediano y largo plazo. La y el autor concluyen que las políticas para nutrir y retornar a su personal altamente calificado han sido medianamente exitosas y, si bien, aún tienen elementos que reformular, permiten apreciar que la política de CyT debe ser integral, de mediano y largo plazo. Asimismo, que no sólo el financiamiento es importante, sino, además, el establecimiento de metas en sectores estratégicos, ya sea para *alcanzar o dar el salto* en la frontera tecnológica. Por último, una política de internacionalización de la educación y de la investigación es recomendable puesto que las conexiones con otros pares en otras latitudes nutren e impulsan los avances en la ciencia y, en última instancia, en el desarrollo del país.

La segunda parte versa sobre la Apropiación Social del Beneficio Tecnológico. En el primer texto, Julián Pinazo-Dallenbach parte del hecho de que actualmente nos encontramos en una fase del capitalismo en la que el conocimiento y su apropiación resultan fundamentales en las dinámicas de acumulación y de lucro: del capitalismo industrial se está transitando a un capitalismo que gira en torno del elemento intelectual o cognitivo, de ahí que se hable del capitalismo contemporáneo como *economía basada en el conocimiento, capitalismo cognitivo, capitalismo intelectual*, o incluso *capitalismo intelectual monopolista*. Con el objetivo de analizar críticamente la relación existente entre el derecho y la apropiación privada del conocimiento, el autor, en un primer lugar, aborda la perspectiva jurídica: el derecho no es neutro, es un producto histórico-social que responde a los intereses dominantes. Tras esto, se hace un recorrido

cronológico por los principales hitos históricos relacionados con la protección de las creaciones de la mente: desde las primeras regulaciones de la propiedad intelectual en general y la patente –como figura paradigmática de ésta–, en particular, hasta los principales tratados internacionales vigentes que regulan esta materia y la actual regulación general de la figura de la patente. Pinazo-Dallenbach concluye que la regulación de la propiedad intelectual y la patente –constructos jurídicos que cercan el conocimiento, permitiendo así su apropiabilidad privada y modificando su naturaleza económica, transformándolo en un bien excluyente y rival–, ha ido profundizándose y endureciéndose, llegando al punto actual en que la propiedad intelectual es parte de la globalización económica, junto con los tradicionales bienes, servicios y capitales. Por último, el autor proporciona estrategias legales y negocios jurídicos relacionados con las patentes que permiten ilustrar la forma en que el conocimiento resulta apropiado privadamente y mercantilizado.

Por su parte, el texto de María de los Ángeles Ortiz Espinoza considera que la tendencia de todo avance tecnológico es la expansión capitalista y, por tanto, su propuesta busca revisar cómo se han retomado las tecnológicas disruptivas propias de la Industria 4.0 para finalidades distintas a la producción, como lo son la satisfacción de ciertas demandas sociales o la disminución de algunas de sus problemáticas. La autora pretende analizar desde qué sectores sociales se han desarrollado algunas de estas propuestas. Igualmente, revisa algunas de las ventajas y potencialidades generales (así como algunos riesgos) de las tecnologías disruptivas vinculadas a la Industria 4.0, a fin de dilucidar una primera aproximación respecto de las potencialidades de las tecnologías disruptivas para la sociedad civil.

Por último, Manuel Pintos, en su trabajo, busca analizar los modos de pensar la tecnociencia que circularon desde el Estado ecuatoriano en el intento de generar un nuevo modelo de desarrollo, es decir, la construcción de la (bio)economía social del conocimiento en el periodo de 2007-2017. El autor describe los supuestos teóricos sobre la tecnociencia, empleados por el Correísmo, en la construcción de este proyecto de desarrollo; esto

es, el paradigma dominante y los sentidos de relevancia que orientaron la política tecnocientífica. Pintos concluye que las brechas existentes entre las capacidades tecnocientíficas del país, en comparación con los países de la región, es de carácter histórico y acumulativo y no únicamente de inversión pública en estos sectores. Asimismo, señala que las políticas tecnocientíficas fueron infravaloradas por la presunción de que con solo contar con la participación, regulación e inversión estatal era suficiente, sin mencionar que siguieron la lógica lineal de un modelo de innovación "a la Rostow".

**CIENCIA, TECNOLOGÍA Y PERSONAL
ALTAMENTE CALIFICADO**

Ciencia, tecnología y desarrollo en américa latina.

Una perspectiva teórica-histórica

*Claudia Angélica Córdova González**

** Doctora en Estudios del Desarrollo por la Universidad Autónoma de Zacatecas, Zacatecas, México en 2020. Correo electrónico claucomagda@gmail.com.*

Introducción

El objetivo de este capítulo es realizar una aproximación teórica-conceptual, a través de la óptica de estudios del desarrollo y su transdisciplinariedad, entre los principales enfoques latinoamericanos que ayudan a comprender la dinámica entre desarrollo, ciencia y tecnología. El documento se organiza en tres apartados. En el primero hace un breve recuento de la etapa posterior de la Segunda Guerra Mundial, suceso clave para iniciar la discusión teórica sobre el efecto en América Latina. En el segundo, se expone el enfoque estructuralista y las diferentes concepciones posteriores de las que se destaca la teoría de la dependencia desde la visión reformista y neomarxista. Un tercer apartado detalla, desde una visión estructuralista, los puntos relevantes de la ciencia y tecnología en América Latina. Por último, se presentan las conclusiones.

América Latina en busca del desarrollo

Durante más de sesenta años, América Latina ha intentado fortalecer la industrialización interna, sin embargo, varios factores limitaron ese propósito,

1. Marini y Dos Santos participaron de la Teoría de la Dependencia desde un enfoque neomarxista. Se denominan neomarxistas puesto que parten del pensamiento de Marx, no del marxismo, esto es, toman algunos términos y conceptos de Marx para examinar la realidad de ese momento específico en Latinoamérica.

por ejemplo, crisis internacionales, volatilidad en los precios de las materias primas, políticas internas y aspectos ideológicos predominantes de la época.

Algunos países desarrollados se han beneficiado del proceso de crecimiento manufacturero/maquilador y de la propia revolución industrial (en todas sus fases), aprovechándose de la explotación de las materias primas y de recursos naturales, así como de la mano de obra barata de los países en desarrollo.

La industrialización significa una oportunidad para variar la estructura productiva, sin embargo, la primarización y terciarización de la economía, factores de política interna, dependencia externa, entre otros factores, no han permitido alcanzar un crecimiento sostenido de largo plazo, por lo cual el desarrollo es un tema pendiente en la región latinoamericana.

Efectos de la Segunda Guerra Mundial en el desarrollo Latinoamérica

El crecimiento de los países desarrollados se detuvo con la Primera Guerra Mundial, posteriormente con la crisis mundial de 1929 y la Segunda Guerra Mundial. Uno de los mecanismos de contención económica fue la adopción de medidas proteccionistas para el cuidado de sus economías que pretendía contrarrestar los efectos de la crisis mundial. Al finalizar la Segunda Guerra Mundial, Estados Unidos se encontró en un momento inmejorable en el aspecto económico, puesto que se estableció como el principal acreedor mundial, inversor de negocios altamente rentables y una fuente primordial de bienes para los países aliados y neutrales.

Tondini y Bianchi (n. d.) manifiestan que, para inicios de los años cuarenta en Washington y Atlantic City, se presentó la propuesta de la creación de organismos internacionales que colaboraran con la cooperación económica-financiera y restauración de países damnificados por la guerra. La propuesta fue aprobada en una reunión en Bretton Woods y se constituyeron el Banco de Reconstrucción y Desarrollo de las Naciones Unidas y

Asociadas (BIRF, por sus siglas en inglés), que años más tarde cambiaría su nombre a Banco Mundial (BM) y Fondo Monetario Internacional (FMI); ambos con una gran incidencia de Estados Unidos.

Estados Unidos aprovechó elementos fundamentales para ganar terreno a sus rivales por medio de la determinación de los precios de las mercancías, el uso de la tecnología y el control del financiamiento externo. Como resultado de lo anterior, se redujeron las exportaciones, lo que provocó desempleo y bajó los niveles de ingreso de los países subdesarrollados.

Urquidi (1945) señala que el FMI y el BM fueron un conjunto de herramientas para establecer un nuevo sistema económico, social y político internacional. Igualmente, el mismo autor relata que tuvo la oportunidad de participar como parte de la delegación mexicana en las negociaciones y en las cuales se amplió el objetivo del BM de reestructuración al apoyo de planes y proyectos de desarrollo en los países en vías del desarrollo. Esta fue la pauta para que diera inicio el considerable endeudamiento de varios países de América Latina.

El debilitamiento de los mercados petroleros a partir de 1981, que al poco tiempo hizo detonar la crisis de liquidez de los países excesivamente endeudados a corto plazo, tampoco contó con apoyos eficaces del FMI y el BM, sin perjuicio de algunos programas concretos de ciertos préstamos novedosos del Banco Mundial, etc. En casi todos los casos los reajustes auxiliados por el FMI fueron llevados a extremos que a su vez generaron nuevas crisis de desempleo, subempleo, inflación y estancamiento, y el Banco Mundial no contó con recursos ni gran voluntad para compensar las nuevas deficiencias de liquidez de los países endeudados (Urquidi, 1945, p. 9).

Resultado de lo anterior, surgieron las llamadas reformas estructurales que se impusieron a las naciones latinoamericanas deudoras para auxiliarlas en momentos de crisis económicas. En determinado momento, los Estados de las naciones subdesarrolladas se vieron obligados a implementar políticas que impidieron, en gran medida, alcanzar un desarrollo pleno.

Estudios del desarrollo en América Latina

Al finalizar la Segunda Guerra Mundial, se establece el diálogo para discutir el origen y motivos del desarrollo y subdesarrollo (Di Filipo, 2009, p. 190). Esto fue en el marco de las ciencias sociales, principalmente y, con expansión en áreas como Ingeniería o Medicina, de esta manera surgen los estudios de desarrollo y de ahí nació la generación de los “pioneros de desarrollo”, entre los que se encuentran José Carlos Mariátegui, Lisandro de la Torre, Raúl Prebisch y Celso Furtado, entre otros. Ellos marcaron los inicios de los estudios del desarrollo con fulgor, dada su gran capacidad intelectual (Alonso, 2014).

El concepto “desarrollo” comúnmente fue vinculado con la industrialización en las naciones, sin embargo, en su estudio, trayectoria y evolución se han integrado otras variables y saberes que lo han convertido en el centro de debate desde la óptica de diversas disciplinas y posturas ideológicas. Sunkel y Paz (2004) explican que, en el año de 1930, América Latina se destacó por sus incansables esfuerzos para fortalecer la industrialización interna; su motor fue sobrepasar la crisis económica de la época, además de superar la fuerte dependencia que tenía con el exterior, estos aspectos ideológicos que predominaban en ese periodo influyeron en su acción.

Los resultados de la Revolución Industrial y el crecimiento de la manufactura permitieron incrementar los niveles de vida en un pequeño grupo de países, mientras que, en otros tantos, la pobreza fue un elemento latente. Los enfoques y posturas que en este momento se emplearon en materia de política de desarrollo comprendieron aspectos ideológicos y metodológicos: aquellas que lo entienden como proceso de crecimiento, las que lo comprenden como una etapa o estado y las que lo conciben como un proceso de transformación estructural global.

En el primer enfoque, el desarrollo como proceso de crecimiento, los autores lo explican en términos del ingreso por habitante y su proceso, basándose en la tasa de crecimiento. Se entiende que aquellos que se

encuentren arriba de un límite determinado serán considerados países desarrollados y, en caso contrario, al encontrarse por debajo, implicará ser subdesarrollado. Esta teoría centra su atención en el influjo de las inversiones, el aumento de ingreso, el equilibrio dinámico y la ocupación. También este enfoque contribuye al análisis y políticas de desarrollo, dado que enfatiza que la inversión en los países subdesarrollados es insuficiente. Además, esta teoría otorga al Estado un rol sustancial en la política económica para fomentar inversión pública o privada y/o diversificar las inversiones públicas, etcétera. Finalmente, cabe señalar que esta perspectiva tiene como herramienta el análisis macroeconómico, el cual influyó en la realización de planes de desarrollo en los países subdesarrollados. Resumiendo, aquellos que estiman que el desarrollo es un proceso de crecimiento se basan en indicadores y en la política macroeconómica que obedecen las lógicas de los países desarrollados; esto no es compatible para los países subdesarrollados, quienes deberían tomar en consideración no solo lo macroeconómico, sino también el nivel microeconómico y sus relaciones.

Los teóricos que ven el desarrollo como etapa o estado consideran que los países subdesarrollados están en una etapa previa al desarrollo. En el análisis de la transición del subdesarrollo al desarrollo se toman parámetros y procesos históricos de las naciones ya desarrolladas; esto no necesariamente es cierto, dado que los países de América Latina tienen características y procesos sociohistóricos particulares. El método utilizado por estos autores es histórico-descriptivo sobre el proceso de subdesarrollo-desarrollo. La ideología que se promueve es seguir los pasos de las naciones ya desarrolladas.

Finalmente, la Comisión Económica para América Latina y el Caribe (Cepal), y otros autores, desarrolló una línea de pensamiento en la región sobre el desarrollo como un proceso de cambio estructural global, nombrada "estructuralista". Esta perspectiva hace énfasis en la política de desarrollo, precisamente en el grupo de reformas estructurales, en cuanto a la participación del Estado como agente rector, así como en la renovación

y el aumento en las formas de financiamiento externo de la actividad comercial internacional.

De tal forma que el desarrollo puede ser concebido como una orientación hacia un objetivo para lograr que la totalidad de la población de un país tenga una buena calidad de vida, esto es: acceso a la educación de calidad, redistribución del ingreso económico de forma equitativa, acceso al derecho inherente de la salud, una vivienda digna, igualdad social, crecimiento económico, acceso a los beneficios de los adelantos científico-tecnológicos, etcétera.

Hasta este momento existe a nivel mundial un desarrollo limitado, no obstante, determinadas naciones han sido señaladas como desarrolladas. Asimismo, estos países mantienen un proceso productivo, económico y social más avanzado que otros; su estado de desarrollo dependerá, en gran medida, de la ventaja económica, política, científico-tecnológica que tengan dentro del sistema económico internacional.

Los países que se consideran en una condición de retraso se caracterizan por tener dificultad para proporcionar al total de su población mejores condiciones de vida, lo cual los aleja del ideal o del objetivo del desarrollo. Con esto no se afirma que no exista desarrollo en países de América Latina, al contrario, existe, pero en un nivel diferente al de las naciones avanzadas. Desde la óptica de Sunkel:

Parte del proceso histórico global de desarrollo, que el subdesarrollo y el desarrollo son dos caras de un mismo proceso universal, que ambos procesos son históricamente simultáneos, que están vinculados funcionalmente, es decir, que interactúan y se condicionan mutuamente, y que su expresión geográfica se concreta en dos grandes polarizaciones: por una parte, la polarización del mundo entre los países industriales, avanzados, desarrollados, centros, y los países subdesarrollados, atrasados, pobres, periféricos y dependientes; por otra, una polarización dentro de los países en espacios, grupos sociales y actividades avanzadas y modernas, y en espacios, grupos y actividades

atrasadas, primitivas, marginadas y dependientes (Sunkel, 1972a, pp.531-532).

Cabe mencionar que, a pesar de las diferencias entre las naciones, hay elementos de la realidad de estos países que los conectan y permiten hablar de una generalidad de la región en términos de desarrollo. Además, como el desarrollo es una tarea pendiente de lograr, se debe abordar el concepto desde distintos enfoques y posturas que se emplean en materia de política de desarrollo, dado que estos comprenden aspectos de tipo ideológico y metodológico.

Antes de que terminara la Segunda Guerra Mundial, Estados Unidos fortaleció su hegemonía a nivel mundial, ello ha significado para muchos países subdesarrollados perder soberanía en diversos ámbitos, como son economía, educación, salud, alimentación y política, entre otros. A principios del siglo XX, Estados Unidos se caracterizó por dos estrategias fundamentales: aumentar su desarrollo en ciencia y tecnológica y extender el modo de producción fordista. Estos factores, entre otros, permitieron expandir su supremacía a nivel internacional por medio de sus empresas transnacionales y, desde luego, el poder de su sistema financiero.

El gran reto que enfrentan diversas naciones y organismos es romper la fuerte dependencia con ese país y poder alcanzar y consolidar el desarrollo pleno con crecimientos económicos sostenidos y de largo plazo. Durante la posguerra surge un pensamiento que trataría de dar a conocer las particularidades del desarrollo social y económico de América Latina, tomando como elementos de análisis algunos acontecimientos mundiales como fueron la crisis económica de 1929 y la Segunda Guerra Mundial: el estructuralismo latinoamericano.

Estructuralismo latinoamericano

El tema del desarrollo en América Latina en el periodo de los años cincuenta y sesenta fue influenciado por el pensamiento de la Cepal, con

el objetivo, según palabras de Dos Santos (2002, p.73): “[de] producir un debate más consistente en términos de desarrollo y subdesarrollo, entre una estructura industrial moderna, con todas sus consecuencias sociales y políticas, en oposición a una estructura agraria o minera, que debería ser progresivamente sustituida”.

A finales de la década de los cuarenta e inicios de los cincuenta, Raúl Prebisch (2012.) publicó un documento que es considerado como la base de la teoría del estructuralismo en Latinoamérica. Prebisch clasificó los países como centro y periferia, es decir, avanzados y atrasados; en los primeros se encuentra el desarrollo y en los segundos el subdesarrollo. De manera que los problemas de desarrollo en los países periféricos residen en el comercio internacional, nombrando a este tipo de desarrollo como “hacia afuera”, puesto que estas naciones se dedicaban principalmente a exportar productos primarios. La propuesta de esta corriente fue una política de industrialización por sustitución de importaciones (ISI), que generaría un desarrollo hacia adentro.

Los conceptos de centro y periferia son producto de la Revolución Industrial por la elevada productividad y la ventaja que tuvo el centro, dados los grandes avances técnicos que fueron compartidos en poca medida con las naciones productoras de bienes primarios. Con el paso del tiempo se fue mejorando la tecnología y se aplicó en nuevos sectores. La tecnología en la periferia fue importada a raíz de una mayor productividad de bienes primarios para la exportación, esto fue un inconveniente, puesto que ni se creaba ni se perfeccionaba en el territorio y mucho menos para sectores en los que pudieran estimular. Según Dos Santos (2002), Prebisch profundizó en las limitantes para el desarrollo económico señalando al sector exportador como una de las principales razones. La Cepal, a su vez, consideró que para alcanzar un proceso de industrialización que permitiera romper las barreras hacia el desarrollo se requería llevar a cabo una dinámica de crecimiento industrial endógeno, mediante la sustitución de importaciones, asimismo, expuso la necesidad de tomar los excedentes de las exportaciones para trasladarlos a la industria nacional.

Teoría de la dependencia en América Latina

Durante la década de los sesenta del siglo XX aparece la teoría de la dependencia, en el seno de la escuela estructuralista iniciada con Raúl Prebisch, quien intentó desde una postura crítica analizar los obstáculos del desarrollo a partir de la coyuntura histórica de la economía mundial. Blomström y Hettne (1990 citados en Dos Santos, 2002, p. 25) sintetizaron las principales ideas de la escuela de la dependencia:

- a) El subdesarrollo está conectado de manera estrecha con la expansión de los países industrializados.
- b) El desarrollo y subdesarrollo son aspectos diferentes de un mismo proceso universal.
- c) El subdesarrollo no puede ser considerado como primera condición para un proceso evolucionista.
- d) La dependencia no es sólo un fenómeno externo, sino que se manifiesta también bajo diferentes formas en la estructura interna (social, ideológica y política).

Dentro de la Teoría de la Dependencia destacan dos concepciones: la primera plantea escenarios dentro del capitalismo, aludiendo que la evolución de las instituciones o estructuras que se crean en un sistema tienen que cambiar gradualmente con reformas (dependentista-reformista). La segunda plantea que la principal forma de romper con estos procesos de dependencia tiene que ser a partir de una transformación social profunda, es decir, no hay otra alternativa más que salir del capitalismo para la solución de la problemática de América Latina, de otra forma solo se estaría reproduciendo el sistema (dependentista-neomarxista).

Para Kay (1991), dentro de este enfoque, independientemente de la diversidad de pensamientos e ideas entre autores, se pueden destacar dos posturas principales: los reformistas y los neomarxistas. Dentro de los primeros

se encuentran Fernando Henrique Cardoso, Osvaldo Sunkel, Celso Furtado, Helio Jaguaribe, Aldo Ferrer y Aníbal Pinto; sus ideas están ligadas al estructuralismo, pero aportando nuevos argumentos a la postura de desarrollo de la Cepal, partiendo de la dificultad del modelo de sustitución por importaciones. Entre los neomarxistas se encuentran los trabajos de Ruy Mauro Marini, Theotonio Dos Santos, André Gunder Frank, Oscar Braun, Vania Bambirra y Aníbal Quijano, entre otros.

Aspectos del enfoque reformista de la teoría de la dependencia

El enfoque que plantea Osvaldo Sunkel (1972a, p. 529), dependentista-reformista, tiene sus bases en el estudio del subdesarrollo, tomando en cuenta las características que son resultado de la dinámica de la estructura del sistema, es decir, explica que es necesario analizar la estructura que determina la forma de operar y de la que se origina cierto tipo de resultados. En el caso de los países en desarrollo, algunos efectos son la desigualdad, el bajo ingreso, la dependencia, el poco desarrollo científico y tecnológico, entre otros.

Según este autor, los problemas mencionados cambiarán si se trata de contrarrestar las causas que los provocan. El conocimiento histórico es fundamental para reconocer las partes de esa estructura e identificar su transformación, esto quiere decir que, si se identifica una problemática y ella es producto de la estructura, solamente se podrá encontrar una solución mediante el cambio de dicha estructura.

En el caso de los países latinoamericanos conviene subrayar que la configuración de la estructura bajo la que actúan ha sido influenciada por las relaciones externas, sin embargo, las relaciones internas también ejercen influjo, es decir, la modificación estructural está y estará condicionada por la relación entre ambas.

Entonces, para un auténtico estudio del desarrollo de América Latina se parte de la idea de que el sistema socioeconómico se encuentra integrado por dos partes estructurales: las internas y las externas. Las primeras son grupos sociales y políticos con diversas ideologías, las políticas estatales; las segundas son los organismos e instituciones con actividades sociales, políticas, económicas, etcétera, que generan relaciones con el exterior, especialmente con el centro. Igualmente, los componentes estructurales internos y la característica o el tipo de relación que lleven con el centro definirán un sistema global que será el modelo para la configuración de sistemas nacionales.

Para este enfoque lo más relevante del proceso de desarrollo es *la dinámica del cambio estructural del sistema*, que para los estudios del desarrollo en América Latina se originan por dos medios. El primero aparece cuando un sistema en particular se encuentra en funcionamiento y avanza determinado tiempo, generando un proceso de acumulación y con ello es imprescindible una transformación tecnológica y en el ingreso, es decir, es inevitable un cambio de estructura interna por las condiciones que se están presentado, dichas modificaciones se verán reflejadas en los grupos socioeconómicos, instituciones gubernamentales, instituciones académicas, políticas públicas, leyes o reglamentos, así como en su modo de relacionarse con el exterior. Y el segundo se da porque la vinculación externa causa efectos y transformaciones sobre la estructura interna por la evolución del sistema político, social y económico global dominante. En América Latina es visible que el cambio estructural interno ha sido influenciado por las variaciones del sistema socioeconómico mundial.

Ingreso de las corporaciones en la región latinoamericana

El proceso de industrialización en América Latina, como maniobra a favor del desarrollo, no fue un procedimiento aislado de las economías hegemónicas en ese momento. Se aprovechó de la coyuntura económica y

social internacional para estrechar las relaciones con el exterior ayudando a prolongar esa dependencia externa, principalmente con Estados Unidos.

Durante la década de los ochenta del siglo XX se fue desvaneciendo la idea de desarrollo hacia adentro, puesto que las reformas estructurales y los empréstitos adquiridos ante organismos internacionales no permitieron tomar decisiones a favor de los intereses internos. Nuevamente, las relaciones externas condicionaron la estructura interna. Actualmente, sigue siendo un problema la capacidad de absorción y desarrollo científico-tecnológico en la región y se agudiza la situación en algunas naciones con desventajas económicas.

Sunkel (1972a) señala que el modelo ISI fue una nueva configuración por la que los países en desarrollo optaron para encajar en el sistema socioeconómico mundial, en el cual sobresalió Estados Unidos como uno de los principales proveedores de avances tecnológicos en materia militar y espacial, entre otros. Es claro que las grandes corporaciones transnacionales construyeron espacios destinados a la investigación y el desarrollo, a la creación de nuevos productos, a la invención de materias primas artificiales, así como a las innovaciones en maquinaria, equipo de diseño industrial y análisis de inversión y mercado y los instalaron en los países desarrollados.

En cambio, a los países en desarrollo se les asignó la tarea de producción, puesto que ofrecía mano de obra barata, y que para ser más eficientes y rentables se les ayudaría con maquinaria y equipo, patentes, licencias, técnicos especialistas y financiamiento público o privado extranjero. Con esto se contribuyó en gran medida a la expansión de mercados de corporaciones transnacionales fundamentalmente de Estados Unidos, Japón y Europa.

Así se manifiesta una nueva conformación de la división internacional de trabajo, dentro de la cual los oligopolios manufactureros transnacionales juegan un rol trascendental. La actuación del Estado está enfocada en promover las dinámicas de relación nacional e internacional, en las que se

busca incrementar las aportaciones tecnológicas, financieras y científicas de fuente externa, es por ello por lo que se realizan adaptaciones a políticas y leyes para que estas no se encuentren en riesgo en el lugar destino, al mismo tiempo que se marca la tendencia al endeudamiento externo y la desnacionalización de la industria interna y la liberación del mercado. Todo esto se sintetiza en una desprotección estatal, que se profundiza con el paso del tiempo. Con ello se marca aún más la brecha entre países desarrollados y en desarrollo y se perpetúa la dependencia de los segundos.

De esta manera se inició una nueva forma de producción en la que las corporaciones transnacionales siguen manteniendo las creaciones de nuevos productos por medio de patentes, marcas, diseños industriales, estrategias publicitarias, financieras y de mercado, así como el control de la producción; mientras que sus centros de operación internacionales siguen residiendo en países desarrollados y se encuentran en una constante evolución.

Es desde estos espacios que se organizan las operaciones, estrategias de mercado y producción en plantas productoras instaladas en países subdesarrollados, cuyos elementos y herramientas de producción, en su mayoría, se encuentran protegidos por alguna configuración de propiedad intelectual o industrial para que no sea hurtada, impidiendo la transferencia tecnológica para el desarrollo de la ciencia y tecnología endógena imperiosa para atender, en un primer momento, la problemática urgente para el país y, en segundo, para competir en el mercado internacional si ese fuese el interés nacional.

Por otra parte, la población que forma parte de esta estructura del sistema nacional se encuentra en una situación de marginación, es decir, en condiciones de desigualdad de ingresos, con acceso restringido a la educación, a los servicios públicos. En su contexto laboral y tecnológico esto es visible, puesto que existe una desintegración nacional.

Para Sunkel (1972b citado por Kay, 1991, p. 110): "en la medida en que una minoría de la población del país es integrada al sistema transnacional, ésta

obtiene algunos de los despojos al costo de la desintegración nacional". Sin embargo, para el autor, es posible el desarrollo sin dependencia y marginación por medio de reformas al sistema internacional.

Ciencia y tecnología como elementos fundamentales del desarrollo en América Latina. Una visión estructuralista

Algunos autores, como Di Filippo (2009), indican que el tema de la tecnología fue complejo para los estructuralistas, puesto que esta no se creaba al interior de Latinoamérica, sino que llegó de los países desarrollados en colaboración con otras instituciones y organizaciones. Sin embargo, algunos intelectuales latinoamericanos abordaron el tema de la ciencia y la tecnología agregando otros elementos como la actuación del Estado y la intervención de otros agentes desde el enfoque estructural. A continuación, se nombran algunos ejemplos destacados.

Helio Jaguaribe [1971] (2011), considerado un estructuralista-reformista, expone que los motivos del carente desarrollo de ciencia en América Latina se deben a que, en la etapa colonial, no se partió a la par con otras latitudes en cuanto al desarrollo de la ciencia y la tecnología, pues no fue de interés para quienes colonizaron la región. Asimismo, en los siglos XVI y XVII las sociedades de los países de la región no se abastecían de ciencia o tecnología básica, media o avanzada. Fue hasta el siglo XIX y principios del siglo XX que se contó con recursos científico-tecnológicos básicos, haciendo una comparación con otros países como Inglaterra, Alemania, etcétera. La Gran Depresión en 1929 afectó económicamente al mundo, aunado a ese panorama algunos países latinoamericanos que se encontraban en la implementación del modelo ISI vieron impostergable la provisión de ciencia y tecnología útil para satisfacer demandas internas:

Después de la crisis de 1930, y como resultado del proceso de industrialización por sustitución de importaciones, los países latinoamericanos comenzaron a requerir suministros científicos-tecnológicos,

cada vez más semejantes a los de los países desarrollados por el mundo. Para satisfacer precisamente a esa demanda, tuvieron que importar la totalidad de los suministros, porque la inesperada aparición de esa demanda no les había dado previamente condiciones socioeconómicas para la producción científico- tecnológica propia. En la oportunidad, sin embargo, en que aparecen estas condiciones, la transferencia de control de las principales industrias de los países latinoamericanos a las súper-empresas extranjeras, especialmente de los Estados Unidos, vuelve nuevamente a transferir hacia el exterior -y ahora en términos que podrán llegar a ser irreversibles- las facilidades y los estímulos necesarios para la producción por la América Latina misma, de los suministros científico-tecnológicos destinados a atender a su demanda habitual (Jaguaribe, [1971] 2011, p. 115).

La región parte con escasos recursos científico-tecnológicos hacia un funcionamiento eficaz del ISI. Al respecto, Sunkel [1970] (2011) menciona algunos retos que se tuvieron que atravesar en América Latina, entre los que destaca: extraer de la inexistencia el capital humano con conocimientos específicos sobre una técnica, maquinaria y equipo, ventas y créditos, empresarios, insumos, canales de comercialización y difusión comercial. En consecuencia, si se esperaba fortalecer algún sector complejo, las posibilidades se volvían más estrechas para su desarrollo. Gustavo F. Bayer (1973), parte de la suposición de que existe una relación entre autonomía y política científica y tecnológica:

la autonomía genera necesidades de progreso científico tecnológico, y ese progreso será tal a condición del mantenimiento de la autonomía. La política científica y tecnológica será, por lo tanto, causada por el desarrollo de una política de conservación de la autonomía (Bayer, 1973, p. 135).

Esto último sería la causa de la relación existente ya mencionada. De modo que un Estado tiene que movilizar el sistema de ciencia y tecnología y tener la capacidad de articular estratégicamente los conocimientos

acumulados a nivel local con base en sus propios intereses. Para lograr lo anterior se necesita atender tres pasos:

- a) proporcionar al sistema tecnológico de vías de acceso a la oferta internacional de tecnología y contar con capacidad de transformación a las expectativas locales;
- b) recopilar la información propia y tener habilidad para adaptar tecnología con base

en los recursos y exigencias internas; y el último paso,

- c) animar al sistema económico a hacer uso del producto de las investigaciones, además promover el uso de los resultados de dichas investigaciones para analizar los escenarios para aprovechar favorablemente los recursos nacionales en las interacciones económicas con el exterior (Bayer, 1973, pp. 133-150).

Por su parte, Amílcar Herrera ([1971] 2011) promovió la inclusión de la ciencia y la tecnología en las políticas nacionales, sin embargo, su consideración en la planeación no ha sido suficiente para cumplir con el objetivo de fortalecer al sector productivo en América Latina como ha ocurrido en los países desarrollados.

Desde un principio, la implementación de un modelo similar en la región se encontró con dificultades tales como que la clase media con oportunidad de llegar a espacios de poder no construye previamente una propuesta clara de cuál dirección debe seguir la nación frente a las adversidades que acontecen, es decir, siguen modelos tradicionales marcados por las élites que han dominado por años en el país, por ello no se ve la necesidad ni se tiene la voluntad de incluir en sus prácticas elementos que coadyuvan a mejorar el sistema de investigación y desarrollo, esto es, consideran la ciencia y la tecnología como un lujo cultural que solo los países adelantados pueden inculcar en sus sociedades.

En otras palabras, hay una resistencia ideológica al cambio. Igualmente, quienes están al frente de esta dinámica quieren asegurar su estancia en el mando y cualquier modificación a lo habitual puede ser un riesgo de su permanencia. Amílcar nombra a esta etapa como “resistencia pasiva”.

La incorporación de la ciencia y la tecnología forman parte de los retoques a los defectos del sistema para evitar la destrucción del mismo. La ciencia adquiere además dos roles: el primero, dar la imagen de un gobierno preocupado por actualizarse frente a los retos internacionales y, el segundo, ser un medio para solucionar problemas nacionales, esto es, librarse del subdesarrollo sin cambios sustanciales al sistema.

De esta manera se le da formalidad al apoyo de la ciencia por medio de políticas públicas que más tarde se verán reflejadas en leyes que incentiven la labor científica y la incorporación a los discursos estatales como impulso al desarrollo, así como la creación de instituciones para su administración y manejo; a todo esto se le denominó “política explícita”, la política oficial. Por otra parte, la política científica implícita manifiesta requerimientos científico-tecnológicos a los que aspiran económica y socialmente una comunidad, además es complejo identificarla, dado que no tiene una estructuración formal.

El enfoque de Herrera forma parte de las visiones estructuralistas debido a los elementos que integra en su análisis; deja entrever que el objetivo de incluir ciencia y tecnología es incidir en el desarrollo de las naciones latinoamericanas, aunque es un proceso largo, dado que las clases dominantes, por razones de poder, no las ven como una alternativa a pesar de que pueden impactar en el bienestar de las sociedades de la región.

Finalmente, Sabato y Botana [1968] (2011) hablan de la integración de la ciencia y tecnología a las políticas públicas para propiciar la interacción entre los agentes miembros de la sociedad (Estado, academia, industria, sociedad civil, etcétera). Existen enfoques que intentan proponer alternativas, hacer reflexionar respecto de los requerimientos sociales en un periodo histórico específico y cómo se originan; no obstante, los elementos

dentro y fuera deciden qué oferta científica, quiénes se benefician del fruto de la investigación y desarrollo, así como qué rol juega el Estado, entre otros supuestos.

Sabato y Botana ([1968] 1975, p. 143) consideran que la ciencia y la tecnología son herramientas para el proceso de desarrollo: “la investigación científico-tecnológica es una poderosa herramienta de transformación de una sociedad. La ciencia y la técnica son dinámicos integrantes de la trama misma del desarrollo; son efectos, pero también causas; lo impulsan, pero también se reglamentan de él”. Además, apoyan la idea de participar dentro de las transformaciones científico-tecnológicas mundiales, para lo cual es necesario el trabajo conjunto del gobierno, la estructura productiva y la infraestructura científico-tecnológica, pese a las debilidades de América Latina provocadas por el retraso tecnológico y las carencias de recursos humanos y materiales.

Una aportación de este enfoque por parte de Sabato y Botana ([1968] 1975) es lo que se denominó “Triángulo de Sabato”, el cual surge como una alternativa para fortalecer el desarrollo y bienestar social. La perspectiva se ubica dentro de los enfoques desde la interacción de sus actores por la relación existente entre sus vértices. El Triángulo de Sabato (científico-tecnológico) integra tres elementos o vértices: vértice-infraestructura científico-tecnológico, vértice-gobierno y vértice estructura productiva. Al mismo tiempo, dentro de estos se integran las funciones que desempeñan, es decir, determinado sector o institución formará parte del vértice por las acciones que realiza, a pesar de la naturaleza que origina de dichas acciones.

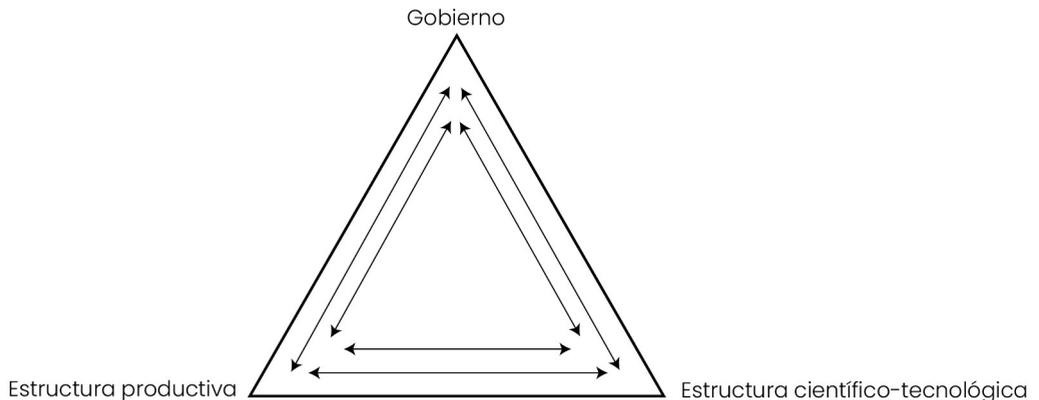
El vértice infraestructura científico-tecnológica está constituido por el sistema educativo, generador y formador de los participantes en la investigación; los espacios físicos donde se realiza la investigación; las instituciones que coordinan, fomentan y promocionan la investigación; las leyes y reglamentos que regulan la investigación científica; y los recursos financieros y económicos dirigidos a operar las actividades citadas. El vértice-estructura productivo se conforma con los grupos productivos que

proporcionan bienes y servicios solicitados por sociedad concreta. El vértice-gobierno son las funciones institucionales para promulgar leyes, crear programas y asignar recursos de y hacia los otros dos vértices. En el plan de gobierno se determina cuáles bienes públicos se desarrollarán y cuáles serán sus medios de operación y el destino de este tiene un papel fundamental dentro del triángulo porque es el que establece las directrices de los otros vértices.

Cada uno está constituido por diversos componentes, por tanto, las relaciones que se originan dentro y fuera del triángulo son distintas, de modo que no habrá un modelo único, se tendrán que analizar los componentes de los vértices para crear una estrategia particular.

En lo que se refiere a las relaciones en el triángulo se observan tres sentidos: las que se dan al interior de cada vértice denominadas intrarrelaciones; aquellas creadas entre los vértices, interrelaciones; y entre el triángulo constituido o uno de sus vértices con una parte externa a sus límites, nombradas extrarrelaciones (Imagen 1).

Imagen 1. Triángulo de relaciones científico-tecnológicas de Sabato



Fuente: (Sabato y Botana [1968] 1975, p.149)

El objetivo de las intrarrelaciones es fortalecer la capacidad de los elementos internos de cada vértice para crear, integrar y cambiar demandas en innovación de ciencia y tecnología. Individualmente, el vértice cuenta con la capacidad de determinación que propicia la interacción entre los tres, interrelaciones para el trabajo coordinado en procesos de desarrollo o innovación científica-tecnológica. Las extrarrelaciones cooperan con el aumento de creatividad y capacidad de réplica ante las relaciones externas de otros triángulos de contestación.

La *innovación* es un tema relevante en este modelo, puesto que es uno de sus objetivos, sin embargo, no solo se trata de innovar, sino de saber cómo y dónde hacerlo. La innovación es definida como: “la incorporación del conocimiento –propio o ajeno– con el objetivo de generar o modificar un proceso productivo” (Sabato y Botana, [1968] 1975, p. 145). Algunas barreras que pueden obstruir su generación son socioculturales, económicas, financieras y políticas; dentro de esta última se encuentran las leyes de patentes y científicas.

Este enfoque presentado ha tenido eco en la región, puesto que sugiere la alternativa de la generación de ciencia y tecnología para incrementar la capacidad productiva interna, siendo esta una tarea dirigida y maniatada por el Estado.

Conclusiones

En general, la mayoría de las teorías latinoamericanas sobre el desarrollo y subdesarrollo, como lo señala Kay (1991), independientemente de las críticas que surjan a su alrededor, son un excelente punto de partida para conocer, interpretar y analizar el estado de desarrollo alcanzado por las naciones de la región. Por ello, es importante contextualizar la problemática de América Latina desde una perspectiva local que permita una adecuada interpretación de la realidad, en el entendido de que cada nación tiene características propias independientemente de que existan elementos y efectos comunes.

Después de un breve recuento histórico-conceptual del desarrollo en América Latina, se deduce que este sigue siendo un objetivo sin alcanzar, esto es, hay una dependencia de los países avanzados en los rubros de ciencia y tecnología y nuestro progreso en la materia es reducido. Aunado a una clara desarticulación estatal que beneficia los intereses de grupos internacionales económicos reducidos dentro de las que encontramos a las corporaciones transnacionales.

Desde hace más de siete décadas los estudiosos académicos han hecho aportaciones sustanciales a la discusión entre los elementos desarrollo, subdesarrollo, ciencia y tecnología como parte de resultados históricos, estructurales, productivos, de intereses de grupo, etcétera, sin embargo, ellos dan la base y el debate continúa con algunos elementos extras como la innovación, las leyes de propiedad intelectual, entre otros.

Fuentes

- Alonso, J. A. (2014). "Sobre la frontera disciplinar de los estudios de desarrollo". En Rafael Domínguez Marin, R. y Tezanos Vázquez, S., *Desafíos de los Estudios del Desarrollo. Actas del I Congreso Internacional de Estudios del Desarrollo*, Santander, Red Española de Estudios del Desarrollo.
- Bayer, G. F. (1973). "Autonomía nacional y política científica y tecnológica". *Revista de Administración*, vol. 7, no. 2, pp. 17-35. Recuperado de <http://bibliotecadigital.fgv.br/ojs/index.php/rap/article/view/5895/4583>
- Di Filippo, A. (2009). "Latin American Structuralism and Economic Theory". *CEPAL Review* 98, Santiago, CEPAL.
- Dos Santos, T. (2002). *La teoría de la Dependencia. Balance y perspectivas*. Primera edición, España, Plaza Janes.
- Herrera, A. O. [1973] (2011). "Las determinantes sociales de la política científica en América Latina. Política científica explícita y política implícita, Desarrollo económico". *Revista de Ciencias Sociales*, vol. 49, no. 13. En Sábato, J. (Ed.). *El pensamiento latinoamericano en la problemática*

ciencia-tecnología-desarrollo-dependencia. Primera edición, Buenos Aires, Ediciones Biblioteca Nacional.

Jaguaribe, H. [1971] (2011). "Por qué no se ha desarrollado la ciencia en América Latina". En Sabato, J. *El pensamiento latinoamericano en la problemática ciencia-tecnología- desarrollo-dependencia*, capítulo II del Libro de ciencia y tecnología en el contexto socio-político de América Latina de Helio Jaguaribe, Universidad Nacional de Tucuman, 1971.

Kay, C. (1991). "Teorías Latinoamericanas del desarrollo", *Nueva Sociedad*, no. 113, mayo-junio.

Prebisch, R. (2012). El desarrollo económico de la América Latina y algunos de sus principales problemas. CEPAL- Recuperado de <https://www.cepal.org/es/publicaciones/40010-desarrollo-economico-la-america-latina-algunos-sus-principales-problemas>

Sabato, J. A. y Botana, N. [1968] (1975). "La ciencia y la tecnología en el desarrollo futuro de América Latina". *Revista de la Integración*, no. 3, Editorial Paidós, Buenos Aires.

Sunkel, O. (1972a). *Capitalismo Transnacional y desintegración nacional en América Latina*. Buenos Aires, Ediciones Nueva Visión.

Sunkel, O. (1972b). "Big business and 'dependencia': a Latin American View". *Foreign Affairs*, vol. 3, no. 50, apr. 1972, pp. 517-531.

Sunkel, O. [1970] (2011). "La universidad latinoamericana ante el avance científico y técnico; algunas reflexiones". *Revista del Instituto de Estudios Internacionales de la Universidad de Chile*, año IV, vol. 13, abril-junio.

En Sábato, J. (ed.). *El pensamiento latinoamericano en la problemática ciencia-tecnología- desarrollo-dependencia*. Primera edición, Buenos Aires, Ediciones Biblioteca Nacional.

Sunkel, O. y Paz, P. [1970] (2004). *El subdesarrollo latinoamericano y la Teoría del Desarrollo*. Vigésimo séptima edición, México, Siglo XXI editores.

Tondini, B. M. y Bianchi, S. (n. d.). "Los Orígenes de los Organismos Multilaterales de Crédito, la creación del FMI, las conferencias de Bretton Woods y la participación de Argentina en el concierto económico mundial". Recuperado de http://www.caei.com.ar/sites/default/files/-0_articulo_fmi_tondini_bianchi.pdf

Urquidí, V. L. (1945). "Bretton Woods: un recorrido por el primer cincuentenario". *El Trimestre Económico*, vol. 44 (4), no. 11, enero-marzo 1945.

Alcances y límites de las visiones dominantes sobre la tecnología:

hacia la construcción de una visión crítica

Diego Fernando Ramírez Reinoso

Estudiante de doctorado en Ciencias Económicas en la Universidad Autónoma Metropolitana. Profesor catedrático de la Universidad del Tolima (Colombia). Correo: diegoramirezreinoso@gmail.com dframirezr@ut.edu.co

Introducción

Desde finales del siglo XX las diferentes escuelas del pensamiento económico han coincidido en señalar la importancia del avance tecnológico como factor subyacente para el cambio social y económico. Sin embargo, en los planteamientos teóricos aún persisten dificultades para incorporar la tecnología, y, por ende, para comprender y explicar los impactos que tiene sobre la dinámica económica y social, los cuales son fundamentales para la discusión de la política económica. En este sentido, este trabajo tiene como objetivo exponer y analizar críticamente las definiciones sobre la tecnología que han sido usadas y construidas por las escuelas del pensamiento económico que se han instituido como las visiones dominantes.

Para este propósito se presentan las definiciones explícitas o implícitas de la tecnología en la escuela clásica, neoclásica, así como las de Schumpeter y el evolucionismo económico, analizando, además de la definición, el rol en la dinámica económica para, por medio de este método, encontrar los alcances y límites que presentan sus concepciones para la comprensión de la tecnología en la relación social capitalista. Seguido de lo anterior, se realiza una reflexión acerca de la validez de las teorías expuestas, planteando que deberá evaluarse tanto por su consistencia interna como por

su capacidad explicativa y predictiva. Finalmente, se concluye la necesidad de construir una visión crítica que incorpore dos elementos fundamentales: el concepto de capital y el imperativo de valorización del capital como finalidad de la relación social en que vivimos.

La tecnología en la escuela clásica

La escuela clásica –ya sea a partir de sus principales exponentes, Adam Smith, David Ricardo o, posteriormente, con Piero Sraffa–, sitúa la tecnología como un elemento externo a la dinámica económica. La tecnología es conocida por los productores a través de lo que Joan Robinson llamó catálogo de técnicas, *book of blueprints*, (Nadal y Salas, 1988). De esta forma, definen la tecnología como una serie de técnicas que existen para producir una determinada mercancía. A su vez, estas técnicas se definen como la proporción de combinación entre los factores productivos (capital, trabajo y tierra). Por lo tanto, conciben un proceso tecnológico como las diferentes combinaciones de capital, trabajo y tierra requeridas para producir una determinada mercancía.

Por lo anterior, la tecnología es un elemento exógeno que es conocido por parte de los productores, siendo el problema económico en lo que recae la decisión acerca de la técnica que el productor va a seleccionar para ejecutar el proceso productivo. De este modo, la decisión estará vinculada a su efecto sobre la tasa ganancia, es decir, el productor elegirá la técnica de producción que le represente la mayor tasa de ganancia o ganancias extraordinarias, como señalan Bidard y Klimovsky (2014).

En este orden de ideas, para los clásicos, la tecnología como elemento externo tiene como finalidad la producción, y es el productor quien decide cuál de las “n” técnicas que la tecnología posibilita le representa una mayor tasa de ganancia, por lo tanto, la tecnología es por sí misma neutral, así como las técnicas, su selección depende de la relación de precios entre los factores.

Adicionalmente, según la escuela en cuestión, no es posible la reversión de técnicas, ni tampoco es posible el cambio tecnológico de forma endógena (Cuevas, 2000). Esto significa que la tecnología se crea por fuera de la actividad económica y para los productores aparece como un dato, de tal forma que la selección que hacen de las técnicas no puede modificarse sino hasta un nuevo proceso. El mecanismo de ajuste se realiza en los subsiguientes procesos hasta que se alcanza la homogeneidad de técnicas entre los diferentes productores y, por ende, la uniformidad en las tasas de ganancia en el largo plazo.

Dado que para los clásicos los factores productivos son independientes entre sí, una tecnología y sus técnicas pueden incrementar la productividad de cualquiera de los factores, la cual se medirá en función de la producción. Para el caso del trabajo, se plantea como supuesto que es homogéneo y, por ende, es posible establecer una medida y un precio, horas y salario. Para el caso del capital existen varios limitantes, entre ellos, que no se cuenta con una definición de capital, lo cual lleva a que pueda considerarse como una magnitud de dinero o un medio de producción, ocasionando que haya una heterogeneidad al interior del factor capital, limitando su agrupamiento y, por lo tanto, su medida (Hennings, 1990) (Dobb, 1975).

Lo anterior revela un primer problema del planteamiento clásico: no es posible comprender el incremento de la productividad del capital, pero, además, la independencia de los factores productivos pone de relieve que podría producirse solo utilizando un único factor, lo cual fenomenológicamente es una mala abstracción de la realidad del proceso productivo (Badeem y Murray, 2006).

La concepción tecnológica de los clásicos puede sintetizarse en que la tecnología son técnicas productivas que se desarrollan al margen de la dinámica económica, siendo el productor quien las introduce y selecciona en el proceso productivo. La tecnología no está interiorizada en ningún factor productivo, sino en su combinación cuantitativa, la cual puede ser incluso una no-combinación de factores, como se señala en el párrafo

anterior, lo cual conduce a un segundo cuestionamiento: si la tecnología es una multiplicidad de técnicas ya conocidas, la actividad económica no puede experimentar el cambio tecnológico, sino solamente el cambio técnico. La anterior afirmación nos muestra que los clásicos y sus intérpretes tienen una concepción esencialista de la tecnología, esto siguiendo a Heidegger (1977), en el sentido de que consideran que es preexistente y, por lo tanto, la labor del hombre y la mujer consiste en revelar y/o descubrir las regularidades naturales y establecer las diferentes formas en las que pueden ser usadas, que se han de denominar como técnicas. Como la tecnología es ese todo disponible previamente a los productores, el papel de estos es encontrar, económicamente hablando, la técnica que permita maximizar su tasa de ganancia, de allí que no es posible derivar, basado en sus supuestos, la posibilidad del cambio tecnológico, lo cual nos conduce a una tercera crítica, la cual se construye a partir de la relación entre acumulación y cambio tecnológico, la cual, para los clásicos, en especial Adam Smith, es concebida como una relación independiente. Así lo señala Marx (1975):

Smith pasa por alto que al progresar la acumulación opera una gran revolución en la relación que existe entre la masa de los medios de producción y la masa de fuerza de trabajo que los mueve. Esta revolución se refleja, a su vez, en la composición variable del valor del capital –constituido por una parte constante y otra variable–, o en la relación variable que existe entre su parte de valor convertida en medios de producción y la que se convierte en fuerza de trabajo (p. 771).

Es consecuente la dificultad de esta escuela por incorporar el cambio tecnológico al proceso de acumulación con su concepción sobre la tecnología, pues mientras la última se concibe como un stock exógeno, la primera es una variable endógena propia de la dinámica económica. Es el cambio técnico que depende de las decisiones de los productores y lo que motiva este proceso es la variación de precios de los factores, de allí que, lo que contribuye a la ganancia no es la técnica en sí, sino la relación de precios entre los factores productivos.

A manera de síntesis, hay limitantes para explicar el desarrollo tecnológico con base en los planteamientos clásicos, pero, además, dada su concepción sobre la economía capitalista, la finalidad de la tecnología vendría a ser el progreso social que se expresa en la reducción generalizada de precios y, por lo tanto, en una expansión del consumo de todas las clases sociales (Nadal *et al.*, 1988; Dobb, 1975).

La tecnología en la escuela neoclásica

El tratamiento de la tecnología por parte de la escuela neoclásica retoma de forma inicial la concepción de los clásicos como un elemento exógeno a la dinámica económica. Así, conciben la tecnología como las múltiples técnicas (combinación de factores productivos) para producir una determinada cantidad de producto. Definición a partir de la cual construyen la función de producción neoclásica, lo cual lleva a la tecnología a ser vista como una restricción para el productor.

Lo anterior significa que, dada una tecnología, es decir, dadas todas las combinaciones posibles para producir diferentes niveles de producción, cada nivel requiere como mínimo la combinación de una cantidad de factores en una proporción específica. La tecnología no solo condiciona las combinaciones de factores para producir un determinado producto, también el nivel máximo de cantidad de producto que puede producirse independiente de la cantidad de factores. La tecnología es una frontera productiva conocida que no es posible superar a menos que se presente un cambio tecnológico, esto es, un ente exógeno que desplaza hacia afuera dicha frontera.

De manera similar a los clásicos, la tecnología expresa diferentes técnicas productivas que podrían denominarse tipos de cambio técnico, los cuales, siguiendo a Hicks (1932), pueden ser de tres tipos: intensivos en trabajo, intensivos en capital o neutrales. Adicionalmente, la tecnología determina los tipos de rendimientos a escala que enfrentan las unidades productivas,

los cuales pueden ser rendimientos a escalas crecientes, decrecientes o constantes.

Si bien la intensidad en el uso de un factor que expresa una técnica productiva está relacionada con su nivel de productividad, no está claro que una propiedad de la productividad de cualquier factor esté determinada por el nivel tecnológico. Esto quiere decir que los factores productivos, por su naturaleza, cuentan con un nivel de productividad intrínseco máximo, esto es, el aporte que otorga una unidad del factor al producto total y que se expresa como su productividad marginal, la cual como supuesto es decreciente.

De este modo, un trabajador no es más productivo porque tenga más y mejores herramientas, sino porque al margen de los medios de trabajo de los que disponga, puede aportar más al producto y en el mismo sentido para el caso del capital. Solo Arrow y Debreu plantearon que el cambio técnico se incorpora a los nuevos bienes de capital, como señalan Nadal *et al.* (1988); sin embargo, en sus desarrollos teóricos persisten en considerar a los factores productivos independientes entre sí y de la tecnología.

La selección de técnicas por parte de los productores está determinada por la maximización del beneficio, sin embargo, esto no significa que el desarrollo tecnológico esté motivado por el beneficio, es una consecuencia, por lo que la motivación del desarrollo tecnológico es externa e impacta favorablemente la producción. La decisión económica es la selección de las técnicas, que es guiada por la maximización del beneficio. En consecuencia, dado los precios de los factores, se busca minimizar los costos, por lo que son los precios, en el proceso de minimización, los que determinan el tipo de técnica.

La selección de técnicas es una decisión racional de los productores que buscan, dado los precios y el nivel de producto, alcanzar la forma eficiente, económicamente hablando, de producir, resultado que se obtiene con la minimización de los costos totales. En este orden de ideas, cuando se presenta un cambio tecnológico, los productores pueden producir con un

menor uso de los factores. No obstante, el tipo de cambio técnico va a depender de la relación de precios de los factores.

De lo anterior, se puede deducir que el tipo de cambio técnico estará en función de los precios de los factores y, no necesariamente, la tecnología determina intrínsecamente la proporción en el uso de estos. Sumado a esta contradicción, Smith (1997) y Nadal *et al.* (1988) señalan que en la decisión racional de los productores no interesan los costos relativos, sino el costo total, por tanto, no hay fundamento para que un productor seleccione una técnica ahorradora de trabajo o capital por el solo hecho de que los precios relativos han cambiado.

El tratamiento de la tecnología por parte de los neoclásicos se modifica con el desarrollo de la teoría de crecimiento que, en sus primeros modelos, mantiene la tecnología como una variable exógena, que se expresa como un dato (residuo) en la función de producción denominada productividad total de los factores (Helpman, 2004).

El residuo es explicado por un cambio tecnológico, el cual no tiene impacto sobre la forma funcional de la producción –sus rendimientos a escala–, ni tampoco sobre el conjunto de técnicas; su impacto es sobre la productividad total de los factores. O sea que si con la tecnología inicial T_1 , la técnica conformada por A unidades de capital y B unidades de trabajo, se producen Y_1 unidades de producto, con la tecnología T_2 (superior a la 1), el empleo de las mismas unidades de trabajo y capital alcanzará un nivel de producto Y_2 donde $Y_2 > Y_1$, es decir, con la teoría del crecimiento se establece que la finalidad del cambio tecnológico es incrementar la producción.

Desde finales de la década de 1980 se han desarrollado modelos de crecimiento con cambio tecnológico endógeno, los cuales han modificado la definición de tecnología para la escuela neoclásica, incorporando el conocimiento como variable fundamental. De este modo, la tecnología se define como la aplicación del conocimiento al proceso productivo. Es decir, conocimiento científico y no científico, que puede desarrollarse de forma exógena a partir de centros de investigación, universidades, etcétera,

pero que también se puede desarrollar al interior del proceso productivo por medio de las inversiones en I+D (Helpman, 2004).

Al endogenizar la tecnología y, más precisamente, el cambio tecnológico, se aprecia que la finalidad es mejorar la productividad de los factores, lo que significa que el objetivo es el incremento de la producción; objetivo que debe coincidir a nivel individual con la maximización de los beneficios, sin embargo, no es la maximización de los beneficios para los autores de esta escuela el fin último del desarrollo tecnológico.

El desarrollo tecnológico es el resultado de la acumulación de conocimiento, sin embargo, éste, como factor, presenta un problema, según los teóricos del crecimiento, tiene la cualidad de ser un bien público, lo cual dificulta su desarrollo, ya que se eliminan los beneficios económicos privados esperados (Helpman, 2004; Smith, 2009).

La búsqueda por hacer privado el desarrollo tecnológico lleva a la introducción de los derechos de propiedad, secretos empresariales, patentes, entre otros mecanismos de privatización del conocimiento. Estos mecanismos permiten hacer del conocimiento un bien excluyente y contribuyen a que las firmas tengan incentivos para su desarrollo, que se manifiestan en rendimientos a escala crecientes, poder de monopolio y, por ende, beneficios extraordinarios.

A partir de este razonamiento, no se puede deducir que el desarrollo tecnológico trae consigo un aumento generalizado de prosperidad material, –como Warsh (2006) ha señalado– más bien, como plantea Smith (2014), es una legitimación ideológica por parte de la corriente dominante del pensamiento económico, la cual establece que son los individuos quienes emplean cosas para obtener con ello fines humanos.

Una conclusión adicional del desarrollo de los modelos endógenos es que la tecnología es a la vez un *input* y un *output* para la firma. Ésta desarrolla el conocimiento como *output* y lo consume como *input*, y este proceso se efectúa por medio del capital humano, que lleva a que la tecnología no

pueda concebirse como un factor independiente del trabajo, y el trabajo deja de considerarse trabajo y se convierte en capital.

Los teóricos del crecimiento endógeno reducen todos los factores productivos a capital, sin embargo, los problemas de la crítica de Cambridge, que Cohen y Harcourt (2003) exponen, no han sido resueltos. Así, la ausencia, no solo de una concepción y medida del capital, sino también de una teoría del capital, lleva a que las inconsistencias internas de los modelos neoclásicos persistan; a que el proceso de acumulación se pueda concebir sin cambio tecnológico, a que los aumentos en las productividades se reduzcan a aumentos en la productividad del capital sin consideración del trabajo, y que la selección de técnicas se analice en función de precios relativos.

Sumado a la ausencia de una teoría del capital, las teorías del crecimiento tampoco cuentan con una teoría adecuada de la competencia intercapitalista. La competencia sigue vinculada a precios, cantidades o diferenciación de producto –como se aprecia en la competencia monopolística–, desvinculando, así, el desarrollo tecnológico como variable de la competencia (Koutsoyiannis, 1978). Las dificultades por comprender el desarrollo tecnológico por parte de las escuelas clásica y neoclásico son sintetizadas por Pasinetti (1983):

Ciertamente estaría fuera de lugar aquí desarrollar una teoría del progreso técnico. Si dicha teoría, algún día se llega a desarrollar pertenecería a un ámbito más amplio que el de la economía, porque no podría evitar la introducción de concepciones sobre las metas y la finalidad de la sociedad humana (p. 67).

Schumpeter: precursor del evolucionismo económico

La primera gran diferencia entre Schumpeter y las escuelas clásica y neoclásica, es su concepción sobre la naturaleza de la relación social

capitalista. Para el primero, el proceso que comanda la relación social capitalista es de tipo evolucionario, lo que significa que constantemente se transforma y que, en lugar de llevarlo hacia un estado de equilibrio o estacionario, como señalan los autores clásicos y neoclásicos, lo repele (Rosenberg, 1979, 2003; Jimenez-Barrera, 2018).

La dinámica evolucionista del modo de producción capitalista se debe a la innovación tecnológica, entendida como la producción de nuevos bienes de consumo, de nuevos métodos de producción y transporte, de nuevos mercados y nuevas formas de organización industrial como se señala en el Manual de Oslo (OCDE y Eurostat, 2005). Tales nuevos desarrollos tecnológicos ocasionan que el sistema enfrente un proceso de destrucción creativa, el cual se ha constituido como uno de los principales aportes de Schumpeter y consiste en someter a una constante renovación el sistema capitalista. Este proceso se enmarca en una dinámica que conlleva procesos de selección, adaptación, propiedades emergentes y extinción (Schumpeter, 1996).

Para Schumpeter el desarrollo tecnológico es impulsado por la competencia, es decir, se da a partir la innovación. La superioridad de los innovadores no es permanente, sino que se encuentra constantemente en riesgo, dado que la dinámica competitiva del sistema se convierte, como señala Schumpeter (1996) “en una amenaza omnipresente para los agentes económicos” (p. 123). A propósito de la concepción sobre la competencia, Schumpeter (1996) crítica a los neoclásicos en los siguientes términos:

Ahora bien: una construcción teórica que descuida este elemento esencial del caso pierde de vista todo lo que hay más típicamente capitalista en él; aun cuando fuera correcta, tanto lógicamente como en arreglo a los hechos sería como un Hamlet sin el príncipe danés (p. 124).

A partir de lo expuesto, se puede sintetizar el razonamiento de Schumpeter: los agentes enfrentan permanentemente una amenaza de ser superados por otros y quedar relegados de la dinámica económica, son impulsados

a innovar tecnológicamente, generando un proceso de destrucción creativa, que tiene como resultado general la expansión de la producción y la caída en los precios. Por lo tanto, para Schumpeter, la competencia vía innovación tecnológica conduce al progreso económico.

La concepción de Schumpeter del desarrollo tecnológico puede catalogarse como endógena, pues el cambio tecnológico se explica a partir de la dinámica competitiva. Sin embargo, el proceso de desarrollo tecnológico lo divide en tres fases: invención, innovación y difusión (Rosenberg, 1979). La primera fase se efectúa de forma exógena a la actividad económica, mientras que las últimas se presentan de forma endógena. Esto lleva a que Rosenberg (1979) cuestione la semi-endogenidad del desarrollo tecnológico, puesto que la actividad inventiva queda fuera del análisis, además de que se asemeja a la idea clásica del catálogo de técnicas.

Si bien los aportes de Schumpeter permiten pensar el desarrollo tecnológico y el proceso económico de manera diferente al presentado por las escuelas clásica y neoclásica, persisten importantes cuestionamientos sobre la concepción de las invenciones, la dinámica propia de la competencia, la motivación de los innovadores, la finalidad del desarrollo tecnológico y el significado del desarrollo; surge, entonces, la pregunta: ¿a quién beneficia la destrucción creativa? Para Schumpeter la respuesta es a toda la sociedad; no obstante, la evidencia empírica señala que los beneficios del desarrollo tecnológico no son neutrales.

La tecnología en la escuela evolucionista

A finales del último cuarto del siglo XX emerge lo que se denomina escuela evolucionista de la economía; sus fundamentos subyacen en los aportes de Schumpeter, no obstante, también recogen los aportes de Adam Smith, Veblen y, metodológicamente, adaptan los planteamientos de la teoría de la evolución de las especies de Charles Darwin al análisis de la dinámica económica (Hodgson, 2007).

La adaptación del evolucionismo de la biología al análisis económico lleva a integrar los conceptos de mecanismos de selección y adaptación, propiedades emergentes en un marco de racionalidad limitada. Esto permite teorizar sobre las trayectorias del comportamiento de los agentes, sus relaciones y co-evolución.

En este orden de ideas, Dosi (2009) define la teoría evolucionista como la interpretación de los fenómenos económicos a partir de la interacción de los múltiples agentes, que tienen como característica su heterogeneidad y que aprenden a partir de ensayo y error. Por esto, su desarrollo (el de las firmas) se realiza a partir de la creatividad y de la innovación, siendo esta última, como señala Malerba (2009), una variable intrínsecamente incierta, pero, a la par, la mejor estrategia que pueden ejecutar las firmas.

Por lo anterior, la teoría evolucionista concibe el sistema económico como lo hace Schumpeter (1996), es decir, como un sistema en constante destrucción creativa, producto de la incesante introducción de innovaciones tecnológicas que lo lleva a un estado de desequilibrio permanente e incertidumbre; muy alejado de las nociones de equilibrio y estado estacionario y de la búsqueda por optimizar el uso recursos productivos.

Dada la importancia de la innovación tecnológica para el sistema económico, la teoría evolucionista se propone, siguiendo a Smith (2004), analizar las causas y consecuencias del cambio tecnológico, para lo cual estudia factores de diverso tipo: las instituciones, la cultura, lo social, lo económico y lo geográfico, entre otros.

La innovación tecnológica se convierte en el eje central del estudio de la escuela evolucionista; Albernathy y Clark (1985) la consideran como una poderosa fuerza para el desarrollo industrial, el incremento de la productividad y el estándar de vida de la población. En este sentido, se define la innovación como la implementación de una nueva tecnología, así, la innovación tecnológica puede ser equiparada con el cambio tecnológico; no obstante, esta concepción no permite entender lo que es la tecnología, siendo necesario presentar su definición.

Dosi (2009) define la tecnología como el conjunto de conocimiento teórico que es funcional en el marco de un paradigma tecnológico, y que tiene la capacidad de identificar y resolver los problemas. Rothwell (1994) la concibe como un medio que tienen las firmas para adaptarse a las intensas exigencias de la competencia en el marco de un ambiente incierto. En este mismo sentido, Nelson y Winter (1982) la explican como un rango de actividades que resuelven problemas, definición que es sintetizada en Dosi y Nelson (2018), como los métodos de hacer las cosas; sin embargo, la limitan al diseño, producción y servicios prestados por parte de artefactos. Por su parte, Salisu y Abu (2020) indican la firma como parte de un cuerpo de conocimientos, técnicas, sistema y herramientas que son necesarias para la producción, distribución y uso de bienes y servicios que tienen un destino final. Finalmente, Mokyr (2018) propone que puede ser definida como la utilización de fenómenos y regularidades naturales para propósitos humanos.

Como se ha observado, existen múltiples definiciones sobre la tecnología; sin embargo, hay también elementos en común: la consideración de que es un medio para fines humanos, el conocimiento que es aplicado para resolver problemas y el mecanismo de competencia entre las firmas. Por consiguiente, es posible sintetizar la definición de tecnología para la escuela evolucionista, como la utilización del conocimiento –que puede ser científico– acerca de los fenómenos y regularidades naturales, para la creación de objetos y métodos con fines humanos, esto es, para la producción, distribución y consumo de bienes y servicios.

La concepción acerca del sistema capitalista y de la tecnología por parte de la escuela evolucionista avanza y desarrolla nuevos conceptos que le permiten conformar un corpus teórico robusto, y así mejorar la comprensión y explicación sobre las unidades básicas de evolución, los mecanismos que generan variaciones tecnológicas y los mecanismos responsables de la selección de las variaciones evolutivamente exitosas (Smith, 2004).

Este corpus teórico, como señala Hodgson (2007), se ha convertido en una alternativa para el dominio teórico de la escuela neoclásica, diferenciándose

en seis fundamentales aspectos: la endogeneidad del cambio tecnológico; el rol de la ciencia para el análisis económico; la capacidad de los agentes de aprender, por lo que pueden desarrollar innovaciones a través de aprender-haciendo; la importancia de las instituciones para el cambio tecnológico; la caracterización del sistema capitalista como un sistema con alta incertidumbre y tendencia al desequilibrio y el rol de la tecnología en distintos periodos del desarrollo del sistema capitalista.

Contrario a las diferencias mencionadas, aún persisten cuatro fundamentales puntos en común con el planteamiento neoclásico: la indefinición y subestimación del concepto de capital, reducido a ser un simple factor productivo; la concepción del sistema de mercado como el mecanismo más eficiente para la producción y distribución de bienes escasos que lleva a la satisfacción de necesidades humanas; la finalidad de la tecnología como medio para la satisfacción de necesidades humanas y una concepción de la tecnología que no permite distinguirla históricamente.

Estos cuatro puntos pueden considerarse como problemas que enfrenta la teoría evolucionista en su concepción acerca de la tecnología, puesto que, al mantener una concepción clásica y neoclásica del capital, incurrir en los problemas sobre el capital que fueron señalados por Cohen *et al.* (2003). Del mismo modo, la incompreensión acerca del capital impide apreciar el determinante fundamental de la relación social capitalista, que es la valorización del capital y que se constituye como el fin último de esta relación social, de igual manera que el principio neoclásico de bienes escasos rompe con la concepción del sistema económico impulsado por el cambio tecnológico.

Reflexión sobre la validez de las teorías

Como se puede apreciar en los apartados anteriores, lo que se ha denominado como visión estándar de la tecnología no es un corpus cohesionado de ideas, sino que cada escuela o corriente de pensamiento económico cuenta con sus fundamentos metodológicos y supuestos.

Los clásicos se caracterizan por enfocar su análisis en una teoría del valor y, con ella, construyen una teoría de la distribución del excedente económico entre las clases sociales, suponiendo la existencia de un orden natural en la economía, por lo que las variables económicas tenderán hacia su centro de gravedad (estado natural).

Los neoclásicos consideran la distribución como un caso particular de la teoría de precios, por lo que su enfoque se centra en estimar los precios de equilibrio, entendido este como aquella situación en la que existe igualdad entre la oferta y demanda en todos los mercados que componen la economía, para lo cual presumen una serie de supuestos restrictivos acerca del comportamiento de los individuos.

Schumpeter y los evolucionistas se distancian de los clásicos respecto de que no pretenden edificar una teoría del valor ni de la distribución, por lo que sus desarrollos se enfocan en presentar las tendencias de la dinámica económica partiendo de que ésta tiene una naturaleza evolutiva. De igual manera, se diferencian de los neoclásicos porque no esperan como resultado final que la economía tienda hacia un estado de equilibrio y le otorgan una gran relevancia al cambio tecnológico, concibiéndolo desde el principio como un factor endógeno vinculado a la competencia entre firmas.

Ahora bien, la validez de cada una de estas teorías tendrá que evaluarse, por una parte, por su consistencia interna y, por otra, por su capacidad explicativa y predictiva. En el trascurso del texto se han señalado críticas que demuestran problemas de consistencia interna de las teorías vinculadas a la versión estándar; falta, en este sentido, una reflexión acerca de la capacidad predictiva y explicativa.

A pesar de las diferencias entre las escuelas mencionadas, lo que las hace parte de la visión estándar de la tecnología, siguiendo a Smith (2010), es que tienen una concepción progresista de la tecnología, entendiéndola, de manera resumida, como un medio para fines humanos, por lo que todo desarrollo tecnológico tiene un efecto favorable en el bienestar del

conjunto de la sociedad. Esta conclusión, que es compartida por este conjunto de escuelas, trae problemas para la explicación de los efectos desfavorables y la persistencia de los problemas sociales y económicos que afectan a importantes grupos poblacionales a nivel global y, además, la predicción que de estas teorías se deducen, acerca de que el desarrollo tecnológico se enfoca en resolver los problemas de la humanidad, se distancia de las tendencias empíricas actuales, que incluso autores destacados del evolucionismo económico, como Dosi y Virgillito (2019), han alertado la posibilidad de que en la sociedad actual se configure un tipo de sociedad tecnofeudal.

Por lo anterior, así como existen críticas a la consistencia interna de las teorías, también se evidencian dificultades en la capacidad explicativa y predictiva de las mismas en relación con la dinámica del cambio tecnológico y sus efectos sobre el conjunto de variables económicas y sociales, por lo que, si bien es necesario abordar con más calma y profundidad la evaluación de la validez de estas teorías (estudio que sobrepasa los alcances del presente capítulo), si es posible, como se ha abordado, señalar las contradicciones y limitaciones que surgen al momento de analizar el desarrollo tecnológico en la sociedad capitalista.

Conclusiones

La escuela clásica, dado sus supuestos, cae en una concepción esencialista de la tecnología, por lo que, no es posible plantear la posibilidad del cambio tecnológico, sino que se reduce a cambio técnico; presenta una concepción exógena de la tecnología como un producto externo a la dinámica económica; no obstante, la incorporación de nuevas técnicas en el proceso productivo tiene un impacto no solo favorable a nivel productivo, sino también mejora las condiciones de vida de las clases sociales.

La escuela neoclásica presenta dos teorizaciones acerca de la tecnología: una exógena y otra endógena; sin embargo, la concepción de que la tecnología es un medio para fines humanos persiste en ambas teorizaciones.

De igual manera, insiste en considerar al capital como un factor productivo independiente del trabajo o incluso reduce todos los factores productivos a capital, esto sin antes haber resuelto las críticas señaladas en la controversia de Cambridge.

La escuela evolucionista, dada la no incorporación del concepto de capital como una totalidad compleja de orden superior (Smith, 2004), lleva a persistir en las dificultades que afrontó Schumpeter para comprender el desarrollo tecnológico en la relación social capitalista.

Por una parte, el desarrollo tecnológico es motivado no por la mera búsqueda de ganancias extraordinarias por parte de las empresas individuales, sino por la determinación de acumular capital. La acumulación de capital no es una característica cultural del empresario en el marco de la sociedad moderna, sino que su decisión de incrementar constantemente el capital se debe a leyes inherentes de la relación social capitalista, que lo obligan a reproducir e incrementar constantemente el capital. Por otra parte, los evolucionistas persisten en el tratamiento exógeno de la invención desconectada de la dinámica económica, retomando la visión de Schumpeter.

El capital y su valorización es, entonces, la pieza clave que le hace falta a la economía evolucionista para comprender la tecnología en el sistema capitalista y, por ende, la dinámica del sistema. Si bien, todos los mecanismos y factores enriquecen el análisis de la tecnología, estos son tan solo necesarios y no suficientes para el desarrollo tecnológico y su comprensión, de tal manera que, a falta del capital, la tecnología pierde su especificidad histórica.

En vista de los alcances y limitaciones de la teoría económica catalogada como la visión dominante sobre la tecnología, se abre una beta de investigación académica para construir una perspectiva crítica de la tecnología que incorpore tanto los principales desarrollos del evolucionismo, como también la finalidad social de acumulación de capital y la concepción de capital como una totalidad de orden superior que gobierna la dinámica

económica, para lo cual es necesario recuperar y reconstruir los planteamientos presentados por Marx en su obra, en especial, en *El Capital*, esto porque su visión crítica permite, como señala Smith (2018), construir una concepción de la tecnología que es coherente con la imperativa necesidad de valorización del capital.

Fuentes

- Albernathy, W., y Clark, K. (1985). "Innovation: Mapping the winds of creative destruction". *Research Policy*, vol. 3, no. 22.
- Badeen, D., y Murray, P. (2016). "A Marxian Critique of Neoclassical Economics' Reliance on Shadows of Capital's Constitutive Social Forms". *Crisis and Critique*, vol. 9, no. 28.
- Bidar, C., y Klimovsky, E. (2014). *Capital, salario y crisis: Un enfoque clásico*. México D.F., Siglo XXI, 2014.
- Cohen, A., y Harcourt, G. (2003). "Whatever Happened to the Cambridge Capital Theory Controversies?". *Journal of Economics Perspectives*, pp. 199-214.
- Cuevas, H. (2000). "Selección de técnicas en la teoría de los precios". *Cuadernos de Economía*, pp. 27-60.
- Dobb, M. (1975). *Teoría del valor y de la distribución desde Adam Smith: ideología y teoría económica*. Buenos Aires, Siglo XXI.
- Dosi, G. (2009). "La interpretación evolucionista de las dinámicas socio-económicas". En R. Viale, *Las nuevas economías: De la economía evolucionista a la economía cognitiva: más allá de las fallas de la teoría neoclásica*. Ciudad de México, Flacso-México, pp. 33-48.
- Dosi, G., y Nelson, R. (2018). "Technological advance as an evolutionary process". En R. Nelson, G. Dosi, A. Pika, S. Winter, P. Savioti, K. Lee, F. Dopfer, *Modern Evolutionary Economics. An Overview*, New York, Cambridge University Press, pp. 35-73.

- Dosi, G., y Virgillito, M. (2019). "Whither the evolution of the contemporary social fabric? New technologies and old socio-economic trends". *International Labour Review*, pp. 593-625.
- Heidegger, M. (1977). *The Question Concerning Technology*. New York & London: Garland Publishing, INC.
- Helpman, E. (2004). *The mystery of economic growth*. Cambridge, The Belknap Press.
- Hennings, K. (1990). "Capital as a factor of production". En J. Eatwell, M. Milgate, & P. Newman, *Capital Theory*, Londres, The New Palgrave, pp. 108-122.
- Hicks, J. (1932). *Theory of wages*. New York, MacMillan.
- Hodgson, G. (2007). *Economía institucional y Evolutiva Contemporánea*. Ciudad de México, UAM.
- Hodgson, G. (2007). "Evolutionary and institutional economics as the new mainstream?". *Evolutionary and Institutional Economics Review*, pp. 7-25.
- Jimenez-Barrera, Y. (2018). "Aproximación crítica a las principales teorías sobre el cambio tecnológico". *Problemas del Desarrollo*, pp. 171-192.
- Koutsoyiannis, A. (1979). *Modern Microeconomics*. New York, St. Martin's Press, Inc.
- Malerba, F. (2009). "La teoría evolucionista: las aportaciones empíricas". En R. Viale, *Las nuevas economías: De la economía evolucionista a la economía cognitiva: más allá de las fallas de la teoría neoclásica* (págs. 49-68). Ciudad de México, Flacso-México.
- Marx, K. (1975). *El Capital*: Tomo I, vol. 1, (P. Scaron, Trad.) Ciudad de México, Siglo XXI.
- Mokyr, J. (2018). "Technology". En *The New Palgrave Dictionary of Economics*, Palgrave Macmillan, pp. 13536-13544
- Nadal, A., & Carlos, S. (1988). *Bibliografía sobre el análisis económico del cambio técnico*. D.F., El Colegio de México.

- Nelson, R., & Winter, S. (1982). *An evolutionary theory of economic change*. Cambridge, Harvard University Press.
- OCDE, & Eurostat. (2005). *Manual de Oslo*. Grupo Tragsa.
- Pasinetti, L. (1983). *Structural change and economic growth*. Cambridge, Cambridge University Press.
- Rosenberg, N. (1979). *Tecnología y Economía*. Barcelona, Gustavo Gili.
- Rosenberg, N. (2003). *Schumpeter and the endogeneity of technology*. New York, Taylor & Francis e-Library.
- Rothwell, R. (1994). "Toward the fifth-generation innovation process". *International Marketing Review*, pp. 7-31.
- Saliso, Y., y Abu, L. (2020). "Technological capability rational capability and firms performance". *Revista de Gestão*, pp. 79-99.
- Schumpeter, J. (1996). *Capitalismo, socialismo y democracia I*. Barcelona, Folio.
- Smith, T. (1997). "The neoclassical and Marxian theories of technology: a comparison and critical assessment". *Historical Materialism*, pp. 113-133.
- Smith, T. (2004). "Technology and History in Capitalism: Marxian and Neo-Schumpeterian Perspectives". En R. Bellofiore, & N. Taylor, *The Constitution of Capital: Essays on Volume I of Marx's Capital*, Londres, Palgrave Macmillan, pp. 217-242.
- Smith, T. (2009). "The Chapters on Machinery in the 1861-63 Manuscripts". En R. Finesschi, y R. Bellofiore, *Re-reading Marx: New Perspective fter the Critical Edition*, London, Palgrave Macmillan, pp. 112-127.
- Smith, T. (2010). "Technological change in Capitalism: some Marxian themes". *Cambridge Journal of Economics*, pp. 203-212.

Smith, T. (1 de Julio de 2018). "Karl Marx on Technology in Capitalism". En M. Vidal, T. Smith, T. Rotta, y P. Prew, *The Oxford Handbook of Karl Marx*, pp. 1-21, Oxford. Obtenido de <https://philpapers.org/rec/SMITDA-2>

Warsh, D. (2006). *Knowledge and the weath of nations*. Nueva York, W.W. Norton & Company.

Personal calificado en vacunas biotecnológicas en México

(2010-2019)

Nancy Alejandra Cuevas Mercado

Doctora en Estudios del Desarrollo. Investigadora Posdoctoral del Conahcyt. Correo electrónico: nancycuevas232615@gmail.com

Introducción

La aparición y propagación del virus SARS-Cov-2 en el mundo puso de manifiesto la necesidad e importancia de que los Estados cuenten con personal especializado, laboratorios y financiamiento dedicados a la I+D en vacunas; además de esquemas jurídico-sanitarios que permitan llevar a cabo pruebas de efectividad y seguridad; todo esto con la finalidad de cubrir las necesidades sanitarias de su población.

En este sentido, la inversión y creación de planes y programas que impulsen la ciencia y tecnología, y en especial la biotecnología, juega un papel clave en la generación de vacunas eficaces y seguras. En México, la biotecnología figuró a principios de la década de los ochenta y, más recientemente, fue considerada en los Planes de CTel como un área estratégica.

Cabe señalar que el Consejo Nacional de Ciencia y Tecnología (Conacyt) es el principal actor en el diseño e implementación de la política de CTel en el país, la cual ha tenido un fuerte componente en formación de recursos humanos. Como ejemplo, tómese el presupuesto que tuvo durante el periodo 2013-2018, 142,543.26 millones de pesos, de los cuales, en promedio, 38.3% se destinó al programa de becas de posgrado, 18.8% al Sistema Nacional de Investigadores (SNI), 13.2% al Programa de Estímulos a la Innovación (PEI),

10.5% al apoyo de actividades científicas, tecnológicas y de innovación y 2.7% al Programa de Cátedras para Jóvenes Investigadores (DOF, 2020, p. 5). Es importante subrayar que los planes y programas de CTel en el país se han diseñado e implementado siguiendo una lógica vertical, como señalan Sánchez y Osorio (2017), es decir, se busca crear o impulsar sectores específicos, como es el caso de la biotecnología.

Con este escenario es que surge la pregunta: ¿cuál es el grado de avance y consolidación del personal especializado en vacunas biotecnológicas en México, dado que es una tecnología reciente en la agenda pública? Para responder, se sigue una metodología de análisis documental y de datos para analizar la política diseñada e implementada en el avance de la biotecnología en vacunas en el país por medio de la revisión de: infraestructura (centros públicos de investigación y laboratorios), evolución de los programas de grado y posgrado en biotecnología orientados a la salud, avance en el número de los miembros del SNI especializados en vacunas biotecnológicas y redes de colaboración enfocado en vacunas biotecnológicas.

Biotecnología en la Política de Ciencia y Tecnología en México

En los años setenta algunos científicos pioneros, como Francisco Bolívar Zapata y Luis Herrera Estrella, se interesaron en formarse en el campo de la biotecnología, pero en el país no existían centros de investigación o universidades que contaran con programas académicos dedicados al área; por esta razón, decidieron instruirse en el extranjero y, tras su regreso, colaboraron en el desarrollo de la biotecnología moderna en el país. Sus aportaciones iniciales fueron la fundación y dirección del Instituto de Biotecnología (IBt) de la UNAM en 1982 (antes Centro de Investigación sobre Ingeniería Genética y Biotecnología [CIIGB]) y en 1986 el Departamento de Ingeniería Genética de la Unidad Irapuato del Centro de Investigación y de Estudios Avanzados (Cinvestav) del Instituto Politécnico Nacional (IPN) (Possani, 2003).

Siguiendo la lógica neoliberal implementada a inicios de esa década, el sector biotecnológico se vio como un campo de oportunidad para la creación de nichos de mercado que podrían atraer capital. Se fomentaron –vía inversión– las investigaciones en el área. El problema fue que no se construyó un puente –empresas paraestatales o mixtas– para que los resultados obtenidos se dirigieran a mitigar problemas sociales.

Respecto del marco normativo, México cuenta con normas y políticas que incluyen disposiciones que deben guiar la práctica biotecnológica en las esferas en las que tiene impacto. La *Constitución de los Estados Unidos Mexicanos* es el documento con mayor nivel jerárquico y rige todas las leyes y normas con menor rango; a pesar de esto, la palabra “biotecnología” no aparece explícita en esa Carta Magna, pero existen artículos que abordan temas en los que esta se vincula. Por ejemplo, en el Artículo 3 constitucional se establece que el Estado tendrá la función de impulsar la investigación científica y tecnológica; el 28 establece el combate a los monopolios y el 73 da facultades al congreso de expedir leyes para promover la inversión pública y privada, la transferencia de tecnología y la generación de conocimientos orientados al desarrollo nacional. Además, la salud se ubica como uno de los derechos más importantes dentro de la *Constitución* y el Estado tiene la función de garantizar que toda la población tenga acceso a servicios de salud y de atender los problemas epidemiológicos que puedan surgir.

Por su parte, en los planes de Ciencia, Tecnología e Innovación (CTeI) del país, fue hasta inicios del siglo XXI cuando la biotecnología figuró (ver cuadro 1). En los últimos tres sexenios se le considera como área prioritaria, pero no se establece un plan específico para impulsarla, lo que coloca a México en desventaja, ya que se incrementa su brecha científico-tecnológica. Respecto de la salud, se resalta como un tema de prioridad nacional, incluso se menciona que las actividades científico-tecnológicas del país deben dirigirse a su progreso.

Cuadro 1. La biotecnología en los planes o programas de Ciencia, Tecnología e Innovación.

Programa	Menciones sobre “biotecnología” y sobre “salud”
<p>Programa Especial de Ciencia y Tecnología 2001- 2006 (DOF, 2002)</p>	<p>“La ciencia y la tecnología determinan cada vez más el nivel de bienestar de la población. La generación y aplicación del conocimiento científico y tecnológico es fundamental para resolver problemas relevantes de la sociedad... en el área de salud, la generación y aplicación del conocimiento científico se puede traducir en la creación de vacunas y de tratamientos que elevan la esperanza y la calidad de vida de la población” (Programa Especial de Ciencia y Tecnología 2001-2006, 2002, p. 7)</p> <p>“Los programas sectoriales que son parte integral del Plan Nacional de Desarrollo 2001-2006, que se ocupan de temas de prioridad nacional y que considerarán explícitamente las actividades científicas y tecnológicas son principalmente los siguientes:</p> <ol style="list-style-type: none"> 1) Educación (SEP) 2) Energía (SENER) 3) Salud (SSA) 4) Producción y abasto de alimentos (SAGARPA) 5) Medio Ambiente y Recursos Naturales (SEMARNAT) 6) Comunicaciones y Transportes (SCT) 7) Economía -comercio interior y exterior, y desarrollo empresarial- (SE) 8) Desarrollo regional, urbano y Social (SEDESOL) 9) Prevención y atención de desastres naturales (SEGOB) 10) Relaciones Exteriores (SRE) 11) Secretaría del Trabajo y Previsión Social (STPS)” (Programa Especial de Ciencia y Tecnología 2001-2006, 2002, p. 14). <p>Dentro del Programa se señalan áreas estratégicas² del conocimiento, que se deben impulsar: la información y las comunicaciones, la biotecnología, los materiales, el diseño y los procesos de manufactura; y la infraestructura y el desarrollo urbano y rural, incluyendo sus aspectos sociales y económicos.</p> <p>Se añade:</p> <p>“Promover el desarrollo de investigación aplicada y tecnológica en campos tales como: informática, computación, biotecnología, comunicaciones, tecnología de materiales, construcción, petroquímica, procesos de manufactura, recursos naturales (marítimos y terrestres), problemática del agua, transferencia de tecnología, economía de la salud, desarrollo regional, problemas lingüísticos, etc.” (Conacyt, 2002, p.73).</p>

2 “Se denominan áreas estratégicas del conocimiento aquellas que tienen un impacto en varios de los sectores y que tienen una alta tasa de cambio o innovación a nivel mundial” (Programa Especial de Ciencia y Tecnología 2001-2006, 2002, p. 14).

Programa	Menciones sobre “biotecnología” y sobre “salud”
Programa Especial de Ciencia, Tecnología e Innovación 2008- 2012 (DOF, 2008)	<p>Este Programa señala que:</p> <p>“El Plan Nacional de Desarrollo 2007-2012 establece un conjunto de prioridades que han sido debidamente incorporadas en los programas sectoriales de mediano plazo, a saber: I) Salud, II) Educación, III) Alimentación, IV) Medio ambiente, agua y cambio climático, V) Energía, VI) Crecimiento económico y desarrollo sustentable, VII) Combate a la pobreza, VIII) Seguridad, IX) Gobernabilidad, X) Población, equidad y género, XI) Infraestructura, y XII) Turismo” (Programa Especial de Ciencia, Tecnología e Innovación 2014-2018, 2014, p. 48)</p> <p>Se añade que:</p> <p>“El sector ciencia y tecnología, establece como factores fundamentales del desarrollo en esta materia la educación de calidad y el fortalecimiento de ciencia básica y aplicada, el desarrollo tecnológico y la innovación para contribuir a mejorar el nivel de vida de la sociedad y lograr una mayor competitividad. En este sentido se impulsarán prioritariamente las siguientes áreas científico-tecnológicas: I) Biotecnología II) Medicina III) Energía IV) Medio ambiente V) Tecnologías industriales de fabricación VI) Materiales VII) Nanotecnología VIII) Tecnologías de la información y las telecomunicaciones IX) Matemáticas aplicadas y modelación”</p> <p>Respecto de la salud, señala la importancia de:</p> <p>“Reorientar la innovación tecnológica y la investigación para la salud hacia los padecimientos emergentes, las enfermedades no transmisibles y las lesiones” (Programa Especial de Ciencia, Tecnología e Innovación 2008-2012, 2008)</p>

Programa	Menciones sobre “biotecnología” y sobre “salud”
<p>Programa de Tecnología Especial Ciencia, e Innovación 2014-2018 (DOF, 2014)</p>	<p>El Programa hace referencia a su alineación con los objetivos de programas sectoriales establecidos en el Plan Nacional de Desarrollo, en tal sentido, se establece que se debe: “Asegurar la generación y el uso de efectivo de recursos en salud” y “Consolidar las acciones de protección, promoción de la salud y prevención de enfermedades” (Programa Especial de Ciencia, Tecnología e Innovación 2014-2018, 2014, pp. 42-43).</p> <p>Se establece como prioridad para el sector:</p> <p>“Fomentar las aplicaciones de la biotecnología para atender responsablemente las amenazas a la salud humana y animal, a la biodiversidad, a la disponibilidad de alimentos y de recursos energéticos, y a las provenientes del cambio climático. Se requieren incentivos y apoyos para lograr que las aplicaciones con organismos genéticamente modificados transiten adecuadamente por el entramado regulatorio” (Programa Especial de Ciencia, Tecnología e Innovación 2014-2018, 2014, p. 50).</p> <p>Dentro de los temas prioritarios se mencionan:</p> <p>El desarrollo tecnológico que incluye: la automatización y robótica, la biotecnología, la genómica, materiales avanzados, nanomateriales y de nanotecnología, la conectividad informática y tecnologías de la información, la comunicación y las telecomunicaciones, ingenierías para incrementar el valor agregado en las industrias y manufactura de alta tecnología.</p> <p>La salud, donde se consideran prioridad: la conducta humana y prevención de adicciones, las enfermedades emergentes y de importancia nacional, la medicina preventiva y atención de la salud; y el desarrollo de la bioingeniería.</p>

Fuente: elaboración propia.

En este tenor, los esfuerzos realizados por normar el uso y las aplicaciones de la biotecnología no han sido suficientes para propiciar su desarrollo, ya que no se cuenta con un plan integral y, mucho menos, una plataforma científico-tecnológica robusta que obedezca a la solución de los principales problemas del país. Bolívar (2003) señala que es necesario reestructurar el marco jurídico nacional de manera que se coloque a la biotecnología como palanca de desarrollo y, a la vez, se proteja la salud humana, animal y vegetal, así como el medio ambiente y biodiversidad por encima de los intereses de particulares. Massieu et al. (2000: 157) coinciden en la necesidad de tener una sociedad informada que presione para establecer un marco regulatorio adecuado y pertinente.

Programas de grado y posgrado en biotecnología

Diversas economías han incluido estrategias sobre CTel en sus planes de desarrollo económico con la intención de hacer frente a los retos económicos y sociales que se imponen globalmente (OCDE, 2014). Por ello, este tema se coloca dentro de las prioridades de las agendas mundiales de desarrollo, tanto que los mismos organismos internacionales han hecho recomendaciones con la intención de que los países puedan acceder a los beneficios que traen consigo los avances científico-tecnológicos.

Dentro de la encomienda de incrementar la inversión en CyT, hay un aspecto que sobresale: la formación de personal altamente calificado. Al respecto, Fred y Cao (2009 introd., párr. 4, posición 226) definen un talento como: “[aquellos] con habilidades y capacidades de alto calibre de importancia estratégica para la modernización del país y creación de riqueza nacional”. Por su parte, Solimano (2013) se refiere a estos individuos como aquellos con altos niveles de educación, cualificaciones especiales, conocimientos y habilidades, que son utilizados en el fomento a la CTel a través de actividades empresariales, comerciales, académicas, culturales y sociales.

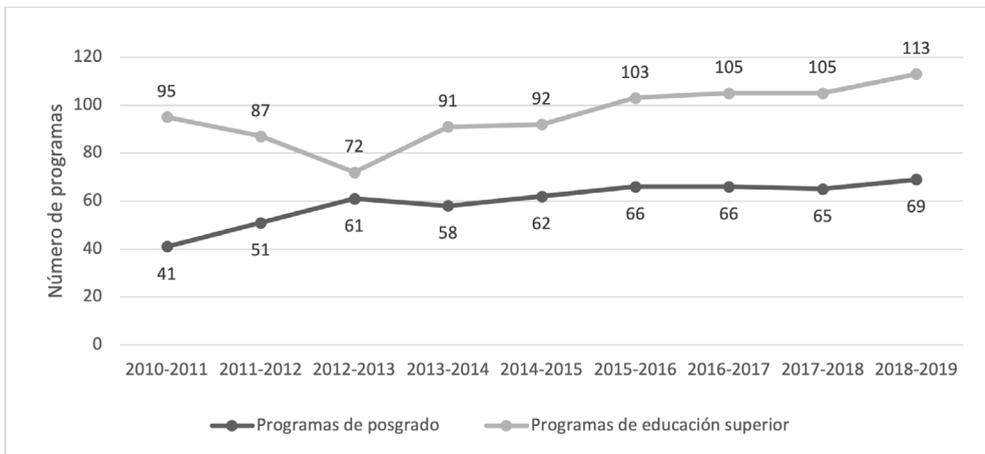
La importancia de impulsar la formación de personal altamente calificado se refiere a la capacidad de las naciones para utilizar todos los conocimientos y destrezas de estos individuos en la creación y fomento de la CTel. Este impulso hacia áreas estratégicas crea beneficios económicos para los países, ello, combinado con políticas estatales que se distribuyan en la sociedad, permitiría colocar a estos individuos como un factor estratégico para impulsar el desarrollo económico y social.

En el caso particular de la biotecnología su progreso depende, entre otras cosas, de la formación de personal altamente calificado en distintas áreas del conocimiento, como química, medicina, biología y bioquímica, entre otras; sin embargo, precisamente el carácter multidisciplinario de esta tecnología hace complicado contabilizar el cúmulo real de personal que

se desenvuelve en el país. A pesar de ello, es bien sabido que la mayor parte de la investigación en México es realizada en las universidades y centros públicos, por lo tanto, la identificación de instituciones dedicadas al estudio de la biotecnología permite brindar una aproximación del número de científicos y académicos que se desarrollan en el área.

Por lo tanto, para este análisis se revisaron: los programas académicos licenciatura y posgrado pertenecientes a la Asociación Nacional de Universidades e Instituciones de Educación Superior (ANUIES), los investigadores que forman parte del Sistema Nacional de Investigadores (SNI), y los Cuerpos Académicos Consolidados del Programa para el Desarrollo Profesional Docente (Prodep); para identificar los programas académicos de biotecnología y el número de estudiantes matriculados en el país se recurrió a las estadísticas disponibles en la ANUIES. En la gráfica 1 se muestra el número de programas de posgrado –incluye doctorado, maestría y especialidad– y de educación superior –incluye licenciaturas, ingenierías y formación de técnicos superior universitarios– desde 2010 hasta 2019³ y se observa que en nueve años se crearon 18 programas de posgrado y 28 de educación superior.

Gráfica 1. Programas académicos de biotecnología (2010-2019).

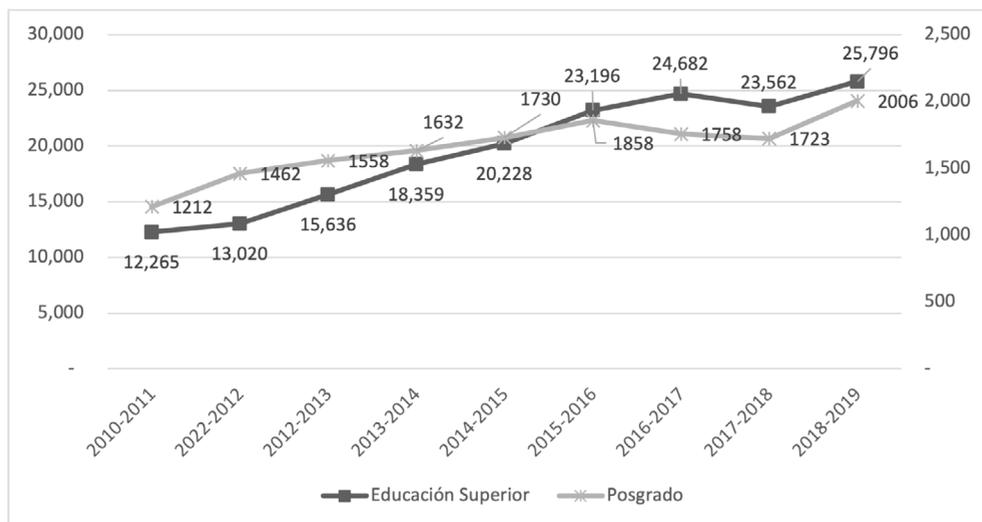


Fuente: elaboración propia con base en datos de ANUIES (2020).

³ El periodo de tiempo está propuesto en función de los datos disponibles en la ANUIES.

Aunque el crecimiento del número de programas académicos no parece tan significativo, la matrícula de los programas de educación superior en biotecnología se duplicó en el mismo periodo de tiempo, pasando de 12,265 alumnos matriculados a 25,796; la tasa media anual de crecimiento fue de 8.6 (véase gráfica 2).

Gráfica 2. Matrícula de programas de educación superior y posgrado en biotecnología (2010-2019).



Fuente: elaboración propia con base en datos de ANUIES (2020).

Por su parte, la matrícula de programas de posgrado también se incrementó de 1,212 alumnos en el ciclo escolar 2010-2011 a 2,006 en el ciclo escolar 2019-2020; la tasa media anual de crecimiento fue de 5.8.

También se buscaron los programas dedicados a la formación de biotecnólogos en el área de la salud, ya que son aquellos que tienen el potencial de desarrollar vacunas biotecnológicas. Para ubicar estos programas se revisaron sitios web y los planes de estudio. Cabe señalar que únicamente se tomó en cuenta el ciclo escolar 2018-2019, ya que los programas de estudio y las líneas de investigación cambian, por lo que no se puede

asegurar que un programa que estudia el área de salud lo hiciera desde su creación. En tal sentido se encontró que, de los 69 programas de posgrado registrados en la ANUIES, solo 29 (42 %) se ubican en el área de la salud, teniendo 965 matriculados. Respecto de los programas de educación superior únicamente 74 (65 %) de los 113 registrados se encuentran en esta área y en conjunto tienen 20,343 alumnos matriculados.

Centros públicos de investigación orientados a la biotecnología en México

La construcción de un sistema científico-tecnológico sólido requiere de infraestructura como centros de investigación y laboratorios, estos darán un soporte físico para que se puedan crear programas educativos, de grado y posgrado, para generar una masa crítica que pueda impulsar el crecimiento y posible consolidación del área en el país. Por tal motivo, se realizó una revisión de los Centros Públicos de Investigación, Laboratorios Nacionales y Redes de Colaboración que Conacyt ha impulsado mediante políticas públicas concretas; específicamente esta sección tiene por objetivo encontrar la infraestructura que sirve para el desarrollo de vacunas biotecnológicas.

La estructura de los Centros Públicos de Investigación en el país se compone de dos tipos: aquellos que dependen de alguna secretaría de Estado y los que pertenecen a Conacyt. Los primeros suman once en total, de los cuales tres tienen relación con la biotecnología agrícola, alimentaria y medioambiental –el Instituto Nacional de Investigaciones Forestales, Agrícolas y Pecuarias (INIFAP), el Instituto Mexicano de Tecnología del Agua (IMTA) y el Colegio de Posgraduados (COLPOS)– y dos más pertenecen al área de la salud –el Instituto Nacional de Salud Pública (INSP) y el Instituto Nacional de Nutrición Salvador Zubirán (INCMNSZ)–, que se destacan por sus importantes investigaciones relacionadas con la biotecnología aplicada (Amaro y Morales, 2016, p. 24).

Respecto del sistema de Centros Públicos de Investigación Conacyt está conformado por 27 instituciones –esto hasta el 2019–, las cuales tienen el objetivo de realizar actividades de investigación, formar recursos humanos, transferir conocimientos con el fin de promover la modernización y mejora de sectores productivos, públicos y sociales; finalmente, socializar los resultados obtenidos en las investigaciones (Conacyt, 2020c).

La revisión de los sitios web y el perfil de los colaboradores de cada centro permitieron identificar que en 16 de estos se realiza investigación en alguno de los campos de injerencia de la biotecnología. Mientras que aquellos involucrados en el desarrollo de vacunas o cualquiera de sus componentes son siete: el Centro de Investigación en Materiales Avanzados S.C., el Centro de Investigación en Química Aplicada, el Centro de Investigación en Matemáticas A.C., el Centro de Investigación y Asistencia en Tecnología y Diseño del Estado de Jalisco A.C., el Centro de Investigaciones Biológicas del Noroeste, A.C., el Centro de Investigación Científica de Yucatán y el Instituto Potosino de Investigación Científica y Tecnológica A.C.

Cuadro 2. Centros públicos de investigación Conacyt relacionados con biotecnología.

Área del conocimiento	Centros públicos de investigación Conacyt relacionados con biotecnología	Campo de injerencia de la biotecnología
Materiales Manufactura Avanzada y Procesos Industriales	Centro de Innovación Aplicada en Tecnologías Competitivas	Ambiental
	CIATEQ, A.C. Centro de Tecnología Avanzada	Industrial
	Centro de Ingeniería y Desarrollo Industrial	Salud
	Centro de Investigación y Desarrollo Tecnológico en Electroquímica, S.C.	Ambiental
	Centro de Investigación en Materiales Avanzados, S.C.	Ambiental y salud
	Centro de Investigación en Química Aplicada	Vegetal
	Corporación Mexicana de Investigación en Materiales, S.A. de C.V.	Agrícola
Física y Matemáticas Aplicadas y Ciencia De Datos	Centro de Investigación en Matemáticas, A.C.	Salud

Medio Ambiente, Salud y Alimentación	Centro de Investigación en Alimentación y Desarrollo, A.C.	Alimentaria, agrícola y salud
	Centro de Investigación y Asistencia en Tecnología y Diseño del Estado de Jalisco, A.C.	Vegetal, alimentaria, salud y ambiental
	Centro de Investigaciones Biológicas del Noroeste, S. C.	Agrícola, ambiental, marina y salud
	Centro de Investigación Científica y de Educación Superior de Ensenada, B.C.	Acuícola y ambiental
	Centro de Investigación Científica de Yucatán, A.C.	Agrícola, salud y ambiental
	Colegio de la Frontera Sur	Ambiental, agrícola, pecuaria, industrial y salud
	Instituto de Ecología, A.C.	Ambiental
Instituto Potosino de Investigación Científica y Tecnológica A.C.	Agrícola, ambiental y salud	

Fuente: elaboración propia.

Por otro lado, los laboratorios nacionales Conacyt son unidades de investigación que tienen tres funciones principales: realizar actividades de investigación, formación de recursos humanos y la prestación de servicios que les permita alcanzar su sostenibilidad financiera (Conacyt, 2020a). Actualmente hay 37 laboratorios nacionales que tienen relación con la biotecnología, de estas únicamente siete están vinculadas con la investigación y el desarrollo de vacunas biotecnológicas (ver cuadro 3).

Cuadro 3. Laboratorios nacionales Conacyt relacionados con biotecnología.

Áreas del conocimiento	Laboratorios nacionales Conacyt
Estudio de la tierra y sus elementos	Laboratorio Nacional de Buques Oceanográficos Laboratorio Nacional de Geoquímica y Mineralogía
Investigación en Alternativas e Inocuidad Alimentaria	Laboratorio Nacional de Investigación y Servicio del Sector Agro-Alimentario y Forestal Laboratorio Nacional de nutrigenómica y microbiómica digestiva animal Laboratorio Nacional de Referencia Molecular y Microbiológico para el Control Sanitario Laboratorio Nacional para la investigación en inocuidad alimentaria Laboratorio Nacional PLANTECC
Medio ambiente y sustentabilidad	Laboratorio Nacional de análisis y síntesis ecológica para la conservación de los recursos genéticos Laboratorio Nacional de Biodiversidad Laboratorio Nacional de Ciencia, Tecnología y Gestión Integrada del Agua Laboratorio Nacional de Desarrollo y Aseguramiento de Calidad de Biocombustibles Laboratorio Nacional de Identificación y Caracterización Vegetal Laboratorio Nacional de Innovación Ecotecnológica para la Sustentabilidad Laboratorio Nacional de Micro y Nanofluídica Laboratorio Nacional de nutrigenómica y microbiómica digestiva animal Laboratorio Nacional de resiliencia costera

Investigación en Salud, Genómica y Biotecnología	Laboratorio Nacional Biobanco
	Laboratorio Nacional de Apoyo Tecnológico a las Ciencias Genómicas
	Laboratorio Nacional de Biotecnología Agrícola, Médica y Ambiental
	Laboratorio Nacional de Canalopatías
	Laboratorio Nacional de Citometría de Flujo
	Laboratorio Nacional de Estructura de Macromoléculas
	Laboratorio Nacional de Investigación y Desarrollo de Radiofármacos
	Laboratorio Nacional de Máxima Seguridad Biológica para el estudio de la Tuberculosis y de Enfermedades emergentes
	Laboratorio Nacional de Medicina Personalizada
	Laboratorio Nacional de Microscopía Avanzada
	Laboratorio Nacional de Óptica de la Visión
	Laboratorio Nacional de Recursos Genómicos
	Laboratorio Nacional de Servicios Especializados de Investigación, Desarrollo e Innovación (I + D + i) para Farmoquímicos y Biotecnológicos
	Laboratorio Nacional de soluciones biomiméticas para diagnóstico y terapia
Laboratorio Nacional en Salud: Diagnóstico Molecular y Efecto Ambiental en Enfermedades Crónico-Degenerativas	
Laboratorio Nacional para la Producción y Análisis de Moléculas y Medicamentos Biotecnológicos	
Materiales avanzados	Laboratorio Nacional de Materiales Grafénicos
	Laboratorio Nacional de Nano y Biomateriales
Investigación en Nanotecnología	Laboratorio Nacional de Nanotecnología
	Laboratorio Nacional de Investigaciones en Nanociencias
	Laboratorio Nacional de Servicios Experimentales

Fuente: elaboración propia.

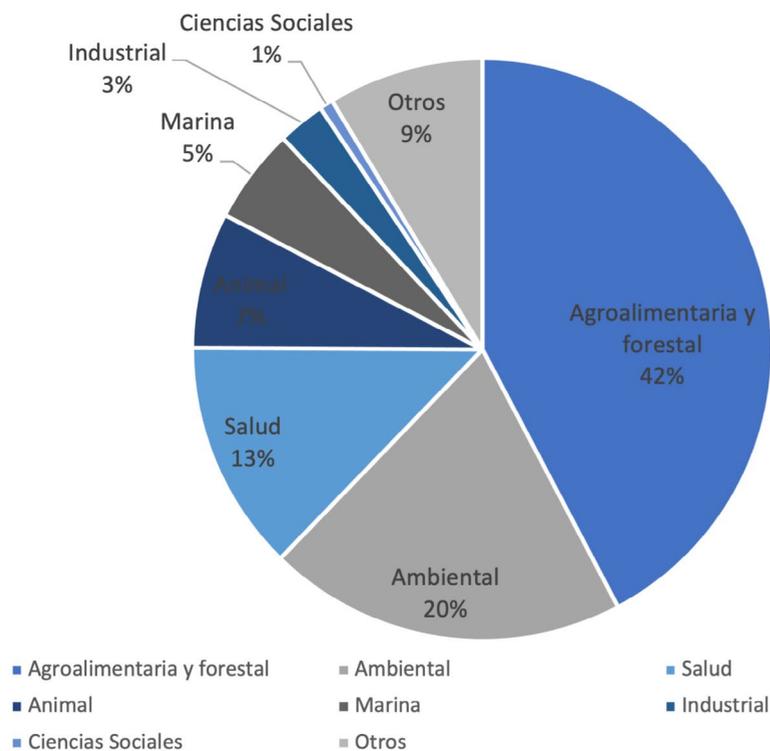
Redes de colaboración sobre vacunas biotecnológicas

El Programa del Mejoramiento del Profesorado (Promep) surge a finales de 1996 (en 2014 cambia de nombre a Programa para el Desarrollo Profesional Docente, Podedp) y busca contribuir a que el profesorado de tiempo completo (PTC) de las instituciones de educación superior (IES) públicas desarrollen capacidades para realizar docencia e investigación, se profesionalicen y se consoliden por medio de Cuerpos Académicos (CA). El Promep ofrece apoyos económicos individuales (beca para estudios de posgrado de alta calidad, apoyo a PTC con perfil deseable, apoyo a la reincorporación de ex becarios Promep y apoyo a la incorporación de nuevos PTC) y colectivos (apoyo para el fortalecimiento de los CA en formación, integración de redes temáticas de colaboración de CA, gastos de publicación, registro de patentes y becas posdoctorales) (Coneval, s.f.; DOF, 213).

Se buscaron los CA registrados hasta abril de 2020 en el Prodep relacionados con la biotecnología y, en específico, con la creación de vacunas o sus componentes. Para ello, se utilizó la base de datos de CA seleccionando el criterio de búsqueda por palabras clave, incluyendo todos los subsistemas y las áreas del conocimiento. Se hicieron dos búsquedas: una con la palabra clave “biotec” y la otra con “vacuna”. Posteriormente, se cruzó la información de ambas bases de datos y se revisaron las descripciones de cada uno de los cuerpos académicos para identificar las áreas de investigación que trabajan. Finalmente, se buscó el currículo y las publicaciones de los investigadores que integran cada CA para detectar aquellos que están relacionados con la investigación, desarrollo de vacunas biotecnológicas.

Se identificaron un total de 348 cuerpos académicos que se dedican a distintos campos de injerencia en la biotecnología como el agroalimentario, ambiental, animal, acuícola, industrial, entre otros (ver gráfica 3), de los cuales el 42 % se ubican en el área agroalimentaria y forestal, el 20 % en la ambiental y el 13 % en aquella relacionada con la salud humana.

Gráfica 3. Cuerpos académicos Prodep dedicados a la investigación en biotecnología, por área.



Fuente: elaboración propia con base en datos del Prodep (2020).

Una vez ubicados los cuerpos académicos relacionados con la biotecnología, se revisaron las líneas de generación del conocimiento, los currículos y producción académica de cada uno de sus integrantes para contabilizar aquellos que trabajan en el desarrollo, creación o evaluación de vacunas humanas; de esta forma se encontraron 24 cuerpos académicos consolidados, en los cuales por lo menos uno de sus miembros se dedica a esta área.

Los datos obtenidos dan cuenta de que México ha impulsado la formación de personal altamente calificado en el área de la biotecnología, aunque la mayoría realiza investigaciones sobre el sector agrícola y alimentario, aquellos dedicados a la salud y, en específico, a la creación de vacunas o sus componentes van en aumento. Sin embargo, debido a la ausencia de industrias biofarmacéuticas innovadoras en el país, la integración de estos científicos e investigadores al mercado laboral es limitada; la mayoría recurre a la academia, donde la situación no es muy diferente, debido a los pocos puestos que se generan, o bien, deciden migrar a países que cuentan con trayectoria mucho más amplia en el área.

El Programa de Redes Temáticas Conacyt tiene el objetivo de: “Promover la colaboración interdisciplinaria para atender problemas de magnitud nacional desde una perspectiva multidimensional de manera articulada entre actores nacionales e internacionales de la academia, gobierno, empresas y sociedad civil”(Conacyt, 2020b, párr. 1). Las redes se conforman de forma voluntaria por investigadores, empresas, estudiantes o personas interesadas en colaborar y con alguna experiencia en las temáticas establecidas como prioritarias para el país, definidas en el PECiTI 2014-2018.⁴

Con la revisión de los sitios web, el perfil de los investigadores que las conforman y la producción académica de cada red temática conformada, se identificaron 23 redes que tienen relación con algún campo de la biotecnología, de estas únicamente tres, la Red Temática de Farmoquímicos, la Red Temática de Glicociencia en Salud y la Red Mexicana de Virología, dedican parte de su trabajo de investigación al área de vacunas humanas.

4 En el Programa Institucional 202-2014 del Conacyt no se hace mención a dar continuidad a las redes temáticas, empero en varias acciones puntuales (1.1.6; 1.4.5; 1.6.6; 5.1.2; 5.2.5, 5.6.7) se señala que se impulsará el trabajo en equipo y en redes de investigación nacionales e internacionales (DOF, 2020, pp. 23, 25, 26, 37, 38, 40).

Cuadro 4. Redes temáticas de investigación Conacyt relacionados con la biotecnología.

Áreas del conocimiento	Red temática
Ciencia y Tecnología de Materiales	Red Temática de Bionanotecnología con impacto en biomedicina, alimentación y bioseguridad Red temática de la materia condensada blanda Red temática de química supramolecular
Salud	Red Temática Colegio Mexicano para la investigación del cáncer Red Temática de Farmoquímicos Red Temática Glicociencia en salud Red Temática de Proteínas, Priones y Enfermedades Neurodegenerativas Red Temática en Salud ambiental infantil Red Temática de Estructura, función y evolución de proteínas Red temática de biofotónica Red Mexicana de Virología
Salud, Ambiente y Sociedad	Red Temática de Toxicología de plaguicidas
Ambiente y Desarrollo Sustentable	Red Temática Programa Mexicano del Carbono Red Temática Código de barras de la vida Red Temática sobre Florecimientos Algales Nocivos Red Temática para el Conocimiento de los Recursos Costeros del Sureste

Sociedad y Territorio	Red Temática Áreas naturales protegidas
	Red Temática Mexicana aprovechamiento integral sustentable y biotecnología de los agaves
	Red Temática Productos forestales no maderables
	Red Investigación e innovación tecnológica para la ganadería bovina tropical
	Red Temática Gestión de la Calidad y Disponibilidad del Agua
	Red Temática Mexicana de Recursos Fitogenéticos

Fuente: elaboración propia.

Personal especializado en vacunas biotecnológicas

Con la información recaba de la ANUIES sobre los posgrados enfocados a biotecnología en salud, se pudo identificar el número de becas nacionales para posgrado otorgadas por Conacyt. En el caso de becas de posgrado hacia el exterior, se identificó el nombre del posgrado y se revisó el sitio web para comprobar que efectivamente se trataba de programas de Biotecnología en Salud. El periodo analizado abarcó de 2012 a 2019.

Sistema Nacional de Investigadores

Se utilizaron los datos del Sistema Nacional de Investigadores (SNI) para identificar la batería de investigadores en el país dedicados al estudio de vacunas biotecnológicas. Según el Conacyt (2019j) este programa fue creado en 1984 para reconocer el trabajo de personas dedicadas a la producción de conocimiento científico y tecnológico. Para acceder al nombramiento de investigador nacional se realiza una evaluación entre pares y una vez acreditada se otorgan estímulos económicos cuyo monto varía dependiendo del nivel asignado.

El SNI tiene por objeto promover y fortalecer, a través de la evaluación, la calidad de la investigación científica y tecnológica, y la innovación

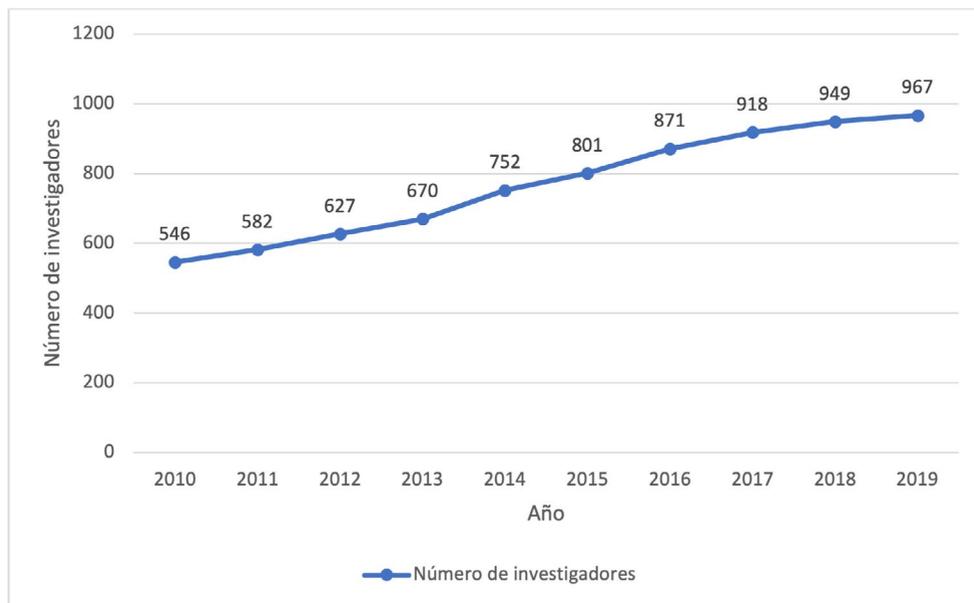
que se produce en el país. El Sistema contribuye a la formación y consolidación de investigadores con conocimientos científicos y tecnológicos del más alto nivel como un elemento fundamental para incrementar la cultura, productividad, competitividad y el bienestar social (Conacyt, 2019, párr. 2).

Amaro y Morales (2016) señalan que la importancia del SNI reside en que parte importante de los investigadores realizan investigación de frontera, por tal motivo contribuyen en la generación de conocimiento social científico y tecnológico.

En este análisis se incluyeron datos desde 2010 hasta 2019 y se consideraron investigadores dedicados al estudio, evaluación y desarrollo de vacunas biotecnológicas. La búsqueda se llevó a cabo en tres etapas: en primer lugar, se identificó a los investigadores inscritos en las siguientes áreas: ciencias de la salud, ciencias de la vida; medicina y patología humana, y ciencias de la tecnología. Posteriormente, se utilizó información de investigadores obtenida en otros estudios –fondos y programas de financiamiento, el análisis bibliométrico de la WoS e identificación de solicitudes de patente registradas ante la OMPI– y se cruzó con la información del SNI.

Finalmente, se realizó un filtrado manual en el que se revisó el currículum vitae y las publicaciones de todos los investigadores. Tal como se observa en la gráfica 4, en este tiempo se incrementó el número de investigadores que están relacionados con vacunas biotecnológicas, aunque es un número reducido considerando el total de investigadores. Asimismo, conviene señalar que la mayor parte de los biotecnólogos registrados en el SNI trabajan temas relacionados con la biotecnología agrícola y alimentaria.

Gráfica 4. Investigadores del SNI relacionados con vacunas biotecnológicas.



Fuente: elaboración propia con base en datos del Conacyt (2019j).

Avances en el desarrollo de la vacuna contra el SARS CoV-2 en México

Como se señaló anteriormente, la aparición y propagación del virus causante de la COVID-19 visibilizó la relevancia de que los países cuenten con una plataforma de ciencia, tecnología e innovación que dé atención a los principales problemas nacionales, entre los que destaca la salud. Desde diferentes latitudes se hicieron esfuerzos por crear vacunas, tratamientos, equipamiento e infraestructura médica que hiciera frente a la pandemia, y México no fue la excepción.

Desde que se presentó el primer caso positivo y comenzó a propagarse rápidamente la enfermedad, el gobierno de México señaló, en reiteradas ocasiones, la relevancia de que el país apostara por el desarrollo

de infraestructura científica y tecnológica que permitiera la creación de vacunas y otros insumos indispensables para que el personal médico hiciera frente a la crisis sanitaria (Secretaría de Relaciones Exteriores, 2020a). En este contexto, la Secretaría de Relaciones Exteriores (2020b) anunció la creación del Consorcio Mexicano de Vacunas y Tratamiento COVID-19, integrado por la Cancillería, universidades, centros de investigación y empresas mexicanas, con la intención de buscar cooperación internacional para implementar proyectos mexicanos contra el coronavirus.

Durante este tiempo surgieron varios proyectos nacionales para el desarrollo de una vacuna contra la COVID-19 (ver cuadro 5) de los cuales, la mayoría, se encuentran en fases preclínicas, es decir, aún se están probando en animales (Domínguez, 2020; Martínez, 2020); con excepción del proyecto de la empresa Avimex en colaboración con otras instituciones públicas, quienes son los encargados de la creación de la llamada “Patria”, la cual se encuentra en la fase clínica, que es cuando se realizan pruebas en un grupo reducido personas.

Cuadro 5. Proyectos mexicanos que desarrollan vacunas contra la COVID-19.

Instituciones	Tipo de vacuna
Instituto de Investigaciones Biomédicas, UNAM Grupo Neolpharma	Vacuna con péptidos sintéticos
Cinvestav Grupo Neolpharma	Vacuna con la proteína Spike
Laboratorio Avimex- Conacyt, con colaboración del IMSS, UNAM y Cinvestav	Vacuna basada en la plataforma Paramixovirus
Tecnológico de Monterrey Universidad Autónoma de Baja California	Vacuna de ADN a partir de la proteína Spike del virus SARS CoV-2

Instituto de Biotecnología de la UNAM

Universidad Autónoma de Querétaro

Vacuna basada
en tecnología recombinante

Vacuna basada en la generación
de proteínas quiméricas, a partir
de la proteína S de la superficie del virus

Fuente: elaboración propia con datos de Domínguez, 2020; y Secretaría de Relaciones Exteriores, 2020a, 2020b.

Además, es importante señalar que estos proyectos 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 otorgados por la Organización Mundial de la Salud (OMS). Se tiene la expectativa de que con estos proyectos se logre el desarrollo de una vacuna que permita al país ser autosuficiente y cubrir las necesidades de la población mexicana. Al respecto, la doctora Beatriz Xoconostle, adscrita al Cinvestav, quien participa en uno de los proyectos antes mencionados, señaló que México debe tener su propia vacuna mexicana dado que:

El calendario establecido por el gobierno federal para la adquisición de vacunas, los números no nos alcanzan. No dependamos de aquellas vacunas que sobran, que no necesariamente son las mejores para nuestra población, tiene que ser algo de largo aliento, de tener esta estructura lista para hacer cara a un nuevo reto que muy posiblemente pueda llegar (Martínez, 2020).

Además, es importante considerar que aún no se conoce cuánto tiempo durará la inmunidad en las personas una vez vacunadas. Al respecto, la OMS (2020c) señala que es demasiado pronto para saber si las vacunas contra la COVID-19 proporcionarán protección a largo plazo. Por lo tanto, aún no se puede definir la frecuencia en que las personas deben inmunizarse, ante esto, contar con una vacuna nacional sería indispensable para garantizar una mayor cobertura en la vacunación.

Si bien es cierto que desde que empezó la pandemia prevaleció el discurso de sumar esfuerzos desde distintas trincheras para hacer frente a los retos que la pandemia ha traído consigo, en la práctica esto no ha sido suficiente para crear una vacuna propia. Esto a pesar de que, como se dio cuenta a lo largo de este capítulo, el país cuenta con importantes capacidades científicas y tecnológicas en la materia, sin embargo, la falta de articulación y el trabajo segmentado entre investigadores e instituciones; aunado a que los altos costos que implican el diseño y producción de una vacuna dificultan el progreso del área. Es así que, hasta el momento, México no ha logrado desarrollar una vacuna nacional contra el SARS CoV-2 que le permita satisfacer las necesidades de su población.

Conclusiones

El análisis de la información documental y las estadísticas disponibles permitió observar que México impulsa la formación de personal altamente calificado especializado en el desarrollo de vacunas biotecnológicas, por lo que el cúmulo de instituciones educativas, estudiantes e investigadores se han incrementado; por tanto, cuenta con áreas de oportunidad que puede utilizar para incentivar la investigación pública en vacunas. Sin embargo, esto no es suficiente para garantizar el progreso del área ya que persisten problemas de vinculación entre I+D con la producción; ejemplo de esto es que en el país hay una importante brecha entre la formación y el nivel de empleabilidad, ya que se privilegia la oferta laboral, pero no se llevan a cabo acciones en la demanda para absorber estos recursos humanos formados.

En el ámbito público y en el privado existen pocos empleos, ya que no se apuesta por la creación de nuevas de plazas docentes o de investigación, de industrias nacionales y son pocas las empresas extranjeras que instalan plantas de I+D en el territorio. Por su parte, el autoempleo no es opción, dado que para crear productos biotecnológicos son necesarios grandes montos de inversión en infraestructura y equipamiento, resultado de ello,

el recurso humano opta por migrar o no ejercer su profesión; ambos casos constituyen un desperdicio de capacidades para México.

Respecto de la infraestructura, el país ha generado programas de formación, centros públicos de investigación, laboratorios nacionales y redes de colaboración del Conacyt, que incluyen la biotecnología como parte de sus líneas de investigación, aunque es importante puntualizar que fue imposible determinar la cantidad, calidad y vigencia de su equipamiento, lo cual también es central para la generación de conocimiento de frontera. Asimismo, se constató que el desarrollo de vacunas no es prioritario, ya que en pocas instituciones se trabaja el tema, dado que únicamente el 43.7% de los Centros de Investigación, el 18.9% de los Laboratorios Nacionales y 13% de las Redes temáticas realizan estudios sobre vacunas biotecnológicas, aunque ninguno se dedica exclusivamente a ello.

Un aspecto que es importante destacar es que, a pesar de que los investigadores han incentivado colaboraciones, tanto del interior como del exterior del país, aún persiste la desvinculación y la poca articulación entre instituciones de investigación y científicos que generalmente trabajan de forma aislada. En este contexto, es importante la creación de una red nacional de investigadores –que incluya información sobre su área de especialización y los centros de trabajo a los que pertenecen–, que sirva para incentivar la colaboración entre ellos y definir agendas de investigación que atiendan los grandes problemas nacionales.

Fuentes

Amaro Rosales, M., & Morales Sánchez, M. A. (2016). "Sistema sectorial de innovación biotecnológica en México: Análisis y caracterización de sus principales componentes". *Redes*, vol. 22, no. 42, pp. 13–40. Recuperado de <http://www.unq.edu.ar/advf/documentos/589b6b8b30ca0.pdf>

ANUIES. (2020). Información Estadística de Educación Superior [Institucional]. Recuperado de <http://www.anui.es.mx/informacion-y-servicios/informacion-estadistica-de-educacion-superior>

- Bolívar, Z. F. G. (2003). Marco jurídico en bioseguridad. En Recomendaciones para el desarrollo y consolidación de la biotecnología en México. México, Conacyt-AMC. Recuperado de <https://www.coniunctus.amc.edu.mx/libros/Recomendaciones.pdf>
- Diario Oficial de la Federación (DOF). (2002). Programa Especial de Ciencia y Tecnología 2001-2006. Recuperado de: https://www.dof.gob.mx/nota_detalle.php?codigo=715647&fecha=12/12/2002#gsc.tab=0
- Diario Oficial de la Federación (DOF) (2008). Programa Especial de Ciencia, Tecnología e Innovación 2008-2012. Recuperado de https://www.dof.gob.mx/nota_detalle.php?codigo=5074624&fecha=16/12/2008#gsc.tab=0
- Diario Oficial de la Federación (DOF) (2014). DECRETO por el que se aprueba el Programa Especial de Ciencia, Tecnología e Innovación 2014-2018. Recuperado de https://www.dof.gob.mx/nota_detalle.php?codigo=5354625&fecha=30/07/2014#gsc.tab=0
- Consejo Nacional de Ciencia y Tecnología [Conacyt]. (2019). Sistema Nacional de Investigadores [Institucional]. Recuperado de <https://www.conacyt.gob.mx/index.php/el-conacyt/sistema-nacional-de-investigadores>
- Consejo Nacional de Ciencia y Tecnología [Conacyt]. (2020a). Programa de Laboratorios Nacionales Conacyt. Recuperado de <https://www.conacyt.gob.mx/index.php/el-conacyt/desarrollo-cientifico/programa-de-laboratorios-nacionales>
- Consejo Nacional de Ciencia y Tecnología [Conacyt]. (2020b). Programa de Redes Temáticas Conacyt [Institucional]. Coordinado por la Dirección de Redes e Infraestructura Científica. Recuperado de <https://www.conacyt.gob.mx/index.php/el-conacyt/desarrollo-cientifico/redes-tematicas-conacyt>
- Consejo Nacional de Ciencia y Tecnología [Conacyt]. (2020c). Sistema de Centros de Investigación. Recuperado de <https://www.conacyt.gob.mx/index.php/el-conacyt/sistema-de-centros-de-investigacion>
- Domínguez, P. (2020, septiembre 22). "Estos son los 6 proyectos de México en carrera de vacuna contra el COVID-19". *Milenio*, 1. Recuperado de <https://www.milenio.com/politica/vacuna-covid-19-mexico-proyectos-preparan>

- Fred Simon, D., & Cao, C. (2009). *China's emerging technological edge assessing the role of high-end talent* (eBook (Kindle Edition)).
- Martínez, A. (2020, diciembre 17). "En México se desarrollan 5 vacunas covid-19, pero falta de recursos frena fase 1". *Milenio*. Recuperado de <https://www.milenio.com/politica/mexico-desarrolla-vacunas-covid-frenan-falta-dinero>
- Massieu, T. Y., Chauvet, M., Castañeda, Z. Y., Barajas, O. R. E., & González, A. R. L. (2000). "Consecuencias de la biotecnología en México: El caso de los cultivos transgénicos". *Sociológica*, 15(44), 133–159. Recuperado de <http://www.redalyc.org/articulo.oa?id=305026537006>
- Organización para la Cooperación y Desarrollo Económicos [OCDE]. (2014). *Perspectivas de la OCDE sobre ciencia, tecnología e industria 2014* (Versión abreviada). OECD Publishing. <https://doi.org/10.1787/9789264226487-es>
- Organización Mundial de la Salud [OMS]. (2020). *Enfermedad por el coronavirus (COVID-19): Vacunas* [Institucional]. Recuperado de [https://www.who.int/es/news-room/q-a-detail/coronavirus-disease-\(covid-19\)-vaccines?adgroupsurvey={adgroupsurvey}&gclid=Cj0KCQiA6Or_BRC_ARIsAPzuer9IPOjtWh318ATPKbTPQW-_qVLYSrVOIm_cUhhQBjlayw8rOEv-7Z4aAoThEALw_wcB](https://www.who.int/es/news-room/q-a-detail/coronavirus-disease-(covid-19)-vaccines?adgroupsurvey={adgroupsurvey}&gclid=Cj0KCQiA6Or_BRC_ARIsAPzuer9IPOjtWh318ATPKbTPQW-_qVLYSrVOIm_cUhhQBjlayw8rOEv-7Z4aAoThEALw_wcB)
- Possani, L. D. (2003). "The past, present, and future of biotechnology in Mexico". *Nature biotechnology*, 21(5), 582–583. Recuperado de <https://www.nature.com/articles/nbt0503-582>
- PRODEP. (2020). "Cuerpos académicos reconocidos por PRODEP" [Institucional]. Recuperado de <http://promep.sep.gob.mx/CA1/index.php?RELOAD=0>
- Secretaría de Relaciones Exteriores. (2020a, junio 29). "Relaciones Exteriores y Salud exponen proyectos mexicanos de desarrollo de vacunas presentadas ante el CEPI" [Institucional]. Recuperado de <https://www.gob.mx/sre/prensa/las-secretarias-de-relaciones-exteriores-y-de-salud-presentan-desarrollos-mexicanos-de-vacunas-participantes-en-la-coalicion-para-las-innovaciones-en-preparacion-para-epidemias-cepi>
- Secretaría de Relaciones Exteriores. (2020b, agosto 24). "SRE anuncia conformación de consorcio que financiará 19 proyectos mexicanos para el desarrollo

de vacunas y tratamientos contra el COVID-19" [Institucional]. Recuperado de <https://consulmex.sre.gob.mx/chicago/index.php/comunicados-prensa/284-sre-anuncia-conformacion-de-consorcio-que-financiara-proyectos-mexicanos-para-vacunas-contra-covid-19>

Solimano, A. (2013). *Migraciones, capital y circulación de talentos en la era global* (1. ed). México, Fondo de Cultura Económica.

Formación y repatriación científica como modelo virtuoso para el desarrollo de la ciencia, tecnología e innovación.

El caso de China

Mónica Guadalupe Chávez Elorza

Docente Investigadora de la Unidad Académica de Estudios del Desarrollo de la Universidad Autónoma de Zacatecas, correo: monick.elorza@uaz.edu.mx

Luis Manuel Miramontes Cabrera

Docente del Centro de Estudios Científicos y Tecnológicos No.18 "Zacatecas" del Instituto Politécnico Nacional, correo: luisaosoul@gmail.com

Introducción

El objetivo de este capítulo es analizar la función que desempeñan y desempeñaron los programas de retorno de estudiantes chinos altamente calificados en el fortalecimiento de las universidades de clase mundial y los centros públicos de investigación, como elementos clave en la conformación de los sistemas locales, regionales y/o nacionales de innovación en China. A partir de este análisis se busca identificar algunas lecciones de política pública, sin suponer que estos programas, por sí solos, deban replicarse sin un sentido crítico de su factibilidad.

La metodología que se sigue es el análisis de la política científica, tomando en consideración el modelo de desarrollo seguido en China, conocido

como *Estado desarrollista o Estado desarrollador* y, en segundo plano, el diseño, implementación y articulación de la política pública en materia de educación y ciencia en las últimas cuatro décadas; haciendo énfasis en los programas de retorno implementados por la República Popular de China, conocidos como: *Programas para nutrir y atraer talento de alta gama*.

El capítulo se estructura en tres secciones. En la primera, presentamos una discusión sobre la particularidad del modelo político-económico desarrollista en China. En la segunda, describimos la manera en que se conforma, diseña y articula el Estado a través de sus instituciones en materia de educación superior y ciencia, tecnología e innovación (CTI). Y, en la tercera, abordamos los distintos programas de Estado que se pusieron en marcha para el fortalecimiento y retorno científico en China. Por último, presentamos algunas conclusiones en cuanto a las lecciones de política científica.

Estado desarrollista chino: caracterización del modelo de desarrollo

La concepción de Estado desarrollista fue propuesta por Johnson (1982) para explicar la manera en que la burocracia japonesa llevaba a cabo la planificación económica del país a través del Ministerio de Comercio Internacional e Industria (MITI, por sus siglas en inglés); y con la cual lograron implementar una serie de políticas que propulsaron al país de la posguerra a tener un rápido y sostenido crecimiento industrial. Más tarde este concepto ha sido utilizado para describir los casos exitosos de varias economías asiáticas, principalmente.

Siguiendo a Telleche e Iza (2019) algunos elementos que caracterizan al *Estado Desarrollador* son: 1) el Estado es rector en la selección de sectores industriales estratégicos que se van a impulsar; 2) el Estado implementa una política industrial vertical, cuyo fin es la incorporación de mayor valor agregado, o bien, promover nuevos sectores industriales; 3) la transición del tejido productivo es a mediano o largo plazo, lo que implica que puede existir una economía dual en la que conviven sectores modernos

y tradicionales poco competitivos; 4) suele haber un sentido nacionalista fuerte que permite llevar a cabo el sacrificio del presente por los beneficios esperados en el futuro; 5) suele existir una fuerte articulación de las políticas monetarias, fiscales, financieras, tecnológicas, educativas, etcétera, para impulsar el o los sectores seleccionados; 6) hay presencia de la inversión extranjera directa (IED), pero con restricciones y exigencias por parte el Estado; 7) el Estado controla el sistema financiero, que suele ser de carácter nacional el cual re-direcciona el crédito hacia los sectores seleccionados; 8) el gasto público se destina a los rubros que impactan en la transformación productiva, por ejemplo, suele haber grandes inversiones en infraestructura y en educación; 9) suelen existir planes nacionales en donde se establecen metas que además van acompañadas de una burocracia eficaz, meritocrática y comprometida con el proyecto nacional.

Ante estas generalidades y agrupación de las naciones del sudeste asiático como *Desarrollistas*, Barry Naughton (2021) asegura que se debe tener más cuidado al analizar el caso chino para no caer en reduccionismos. En este sentido, afirma que es un error agrupar a China con otras economías del sudeste asiático, tales como Japón o Corea del Sur, sólo por su éxito económico en las últimas décadas. En principio, asegura que se debe partir de que en 1978 China pasó de un Estado de control total o de economía planificada a una economía de mercado. De 1988 a 2005, el gobierno intervino poco en la economía, pero de 2006 a la fecha, ha vuelto a tomar el timón, en donde, según Xi Jinping, la aspiración es convertir al país “en una economía dirigida por el gobierno” (p.13). Por tanto, Naughton afirma que el éxito de China no debe atribuirse a las recientes políticas dirigidas por el gobierno, sino que el desempeño debe explicarse por políticas implementadas anteriormente, cuando este tenía poca injerencia, en los años de transición de su economía.

Siguiendo esta argumentación, Naughton (2021) advierte algunos aspectos diferenciadores de China respecto de otros países considerados desarrollistas. El primero es que el legado chino del control total del gobierno sobre la economía era completamente disfuncional en 1978. Los hacedores de política pública tuvieron que hacer las reformas de mercado sin

afectar a la economía, por tanto, no siguieron el modelo japonés o coreano de organización de la economía: a pequeña escala y basada en el mercado. El punto de partida de China fue a gran escala y no basada en el mercado, precisamente le llevó tres décadas eliminar el excesivo control del gobierno.

El segundo punto es que las políticas seguidas por China, a partir de 2010, han sido completamente diferentes a las implementadas por Corea y Japón, puesto que el volumen de recursos que esta introduce en sectores estratégicos es mucho más grande, ya sea como porcentaje de la economía o en dólares. El tercer punto diferenciador es que, en su momento, tanto Corea como Japón buscaron *alcanzar* en algunos sectores a ciertos países desarrollados, de tal manera que pudieran igualarlos industrialmente. Contrario a este objetivo, China busca dar *el salto* (posicionarse en la frontera tecnológica) en sectores prioritarios de áreas emergentes, donde el liderazgo tecnológico no es claro y hay pocos países desarrollados involucrados (Naughton, 2021).

Siguiendo esta línea, de que no todas las características generales de los *Estados Desarrollistas* se pueden adjudicar al Estado chino, podemos identificar que en cuanto a la *verticalidad, planeación y la eficacia de la burocracia*, Haro y Liaudat (2021) afirman que el Estado chino aprendió de la Unión Soviética la planificación económica, y que este elemento combinado con la economía de mercado y el confucianismo le permitió traducir el crecimiento en desarrollo “con el pueblo adentro”, es decir, articular las necesidades sociales con el modelo de desarrollo del país (p. 2).

En una visión más holística, Oropeza (2019) señala que la comprensión del modelo de Estado desarrollador chino está lleno de controversias, mismas que se reflejan en los debates entre académicos. En este sentido, hoy en día sigue existiendo poco conocimiento en el mundo occidental de la cosmogonía china; elemento clave para comprender cómo operan los distintos actores en su economía. Sin esta, señala Oropeza (2019), será difícil comprender en su totalidad el modelo de desarrollo pragmático imperante: *socialismo de mercado*.

Oropeza (2019) coincide con Haro y Liaudat (2021) en señalar que el confucianismo es un elemento clave para comprender cómo se construyen las políticas públicas en China, a través de un Estado que planifica y se articula verticalmente, aunque, para él, no es consecuencia de lo aprendido de la Unión Soviética, sino de la trascendencia de dos de las seis escuelas filosóficas: la confuciana (o la de los letrados) y la legalista. Respecto de la primera, es importante porque introduce dos ideas que permearán en la lógica de operar del Estado. Además, tiene que ver con que la moral es considerada la fuente de toda validez y de acción política y social. La segunda, que no contempla cielo, dioses o divinidades en alguna interacción con el funcionamiento del Estado, es decir, separa a la iglesia del Estado.

La trascendencia de Confucio en este sentido es ofrecer la moral social como una fuente primordial del poder político, que, lejos de convertirla en una religión, y a él en su sacerdote, de manera reiterada hasta su muerte, antepone a la ética social como la única alternativa de una convivencia saludable, y a su compromiso con ella, como la única justificación de un poder central y sostenido (Oropeza, 2019, p.150).

Más tarde, la escuela legalista debatió sobre lo que debe ser el Estado y la manera en que debe ejercer el poder. Su propuesta se aleja de la escuela confuciana, al respecto de los conceptos de la virtud y propone tres temas para conseguir el éxito político: “la ley (*fa*), el poder y la posición del poder (*shi*) y las artes del gobierno del Estado (*shu*)” (Oropeza, 2019, p.153). Esta escuela, como puede apreciarse, se basa en que existan leyes claras, metodologías o mecanismos para solucionar problemas; pero sobre todo, que el gobernante debe apegarse al cumplimiento de la ley.

Con esta trayectoria milenaria, Oropeza (2019) sostiene que el poder en China se puede identificar en sus tres modalidades: poder único, vertical y administración profesional. El poder único se deposita en el Partido Comunista Chino (PCC), “el monarca no es un beneficiario del poder, es un servidor de su pueblo” (p.161). La verticalidad es vista como un principio ordenador que se justifica desde la moral. Y la administración profesional,

porque el gobernante, en caso de que falle, precisa de funcionarios y/o consejeros capaces para blindarlo y obtener resultados económicos, políticos y sociales que sean eficaces.

Ampliando un poco más el panorama, Bresser-Pereira, Jabbour & De Paula afirman que para el caso de la economía china, la manera en que se *implementó el financiamiento* es un elemento clave para comprender el llamado *Nuevo Desarrollismo*. Es decir, la intervención del Estado para promover su crecimiento económico e industrial basándose en el financiamiento interno –ya sea a través de la intervención directa, dando crédito barato o de forma indirecta, a través de subsidios a la banca privada–; promoviendo la estabilidad de cinco precios clave en la economía: tasa de ganancia, tasa de interés, tasa de tipo de cambio, tasa salarial y tasa de inflación. Estos autores concluyen que la estrategia de desarrollo en China tuvo como elementos centrales: la conducción del Estado en la economía; política cambiaria asociada a la política de superávits en cuenta corriente y flujos de capital que mantuvieron el tipo de cambio, el cual garantizó: acceso a demanda interna y externa por parte de las empresas, manejo efectivo de la balanza de pagos y una alta concentración de reserva de divisas para la implementación de políticas públicas. El impulso al consumo, como componente de la demanda, a través de una política de tipos de interés bajos y el aumento a salarios reales; altas tasas de inversión interna y control del Estado sobre activos en sectores estratégicos y en el sistema financiero (Bresser-Pereira; Jabbour & De Paula, 2020, p. 187).

Esta mirada sobre la manera en que se compone la economía China fue señalada anteriormente por Wade (2003), quien resaltó la importancia de la articulación de la economía de manera interna, más que como una integración externa (consecuencia de la globalización), como una característica importante de las economías asiáticas como un motor de crecimiento económico. En otras palabras, es fundamental para las economías en desarrollo articularse de manera interna para alejarse de la premisa de que el crecimiento económico proviene de la demanda por exportaciones (de la integración con el mundo); sino que esta surge de

los eslabones creados de manera interna entre los sectores, por ejemplo, rurales y urbanos.

Ahora bien, desde una perspectiva institucionalista, Virgil Villodres (2018, p. 91) utiliza el concepto de *sinocapitalismo* propuesto por McNally (2012) para describir el capitalismo chino como aquel desarrollo dirigido por el Estado desde arriba y hacia abajo (*top-down*) y que está combinado con la acumulación de capital privado desde abajo hacia arriba (*bottom-up*) por emprendedores y empresarios. Su caracterización de *Estado desarrollista* retoma dos ideas o conceptos diferenciadores. El primero, en relación a la competitividad sistémica propuesta por Esser *et al.* (1994) para diferenciar cuatro niveles analíticos (meta, macro, meso y micro) y su vinculación; haciendo énfasis en la relación estratégica entre los niveles meta y meso en el proceso de desarrollo y entre los actores para acelerar las ventajas competitivas en el entorno empresarial. El segundo, propuesto por Wade (2003), sobre la diferenciación entre articulación interna e integración externa de las economías como motores del crecimiento económico (que ya mencionamos).

La propuesta del autor es que la competitividad sistémica proviene de dos vertientes: de la “integración externa y la articulación interna”. En esta última, en el nivel meso, interviene el Estado fomentando las relaciones sectoriales entre las instituciones público-privadas (agencias de desarrollo, empresas estatales y las universidades e institutos de investigación) y las inter-empresariales (empresas privadas locales y extranjeras organizadas a través de clústeres y polos de desarrollo). De estas relaciones es que se dan los encadenamientos productivos, la transmisión de tecnología, la provisión de insumos y clientes y la generación de investigación y desarrollo (I+D) y conocimiento (Virgil Villodres, 2018, p. 92).

En este sentido, Villodres (2018) concluye que, la economía china es dual, capitalista, pero con una fuerte dirección por parte del Estado. Asimismo, señala que, a nivel meso y desde una mirada institucionalista, el Estado chino ha sabido establecer incentivos de arriba hacia abajo, tómense por ejemplo las reformas en la Ley de Corporaciones (que permitió la

privatización de empresas pequeñas y medianas, y corporativizar las más grandes) que propiciaron una coordinación entre los actores en el nivel meso. Esto ha permitido que los empresarios locales, desde abajo hacia arriba, hayan podido acumular el capital para la formación y reproducción de vínculos entre empresas.

En este texto partimos de la idea de que, si bien, no se pueden equiparar las experiencias de los países del sudeste asiático en una sola concepción de *Estado Desarrollista*, sí se puede afirmar que el Estado tiene un rol clave en el funcionamiento y planeación de la economía. Este mayor o menor grado de intervencionismo, como se verá en el caso que nos ocupa, varía en las distintas épocas y latitudes; especialmente, será más claro cuando analicemos los planes de corto, mediano y largo plazo en las políticas de Ciencia, Tecnología e Innovación (CTI), así como la trayectoria que ha seguido China hacia el liderazgo tecnológico.

Política científica en China: el Estado al centro

China ha buscado centrar su crecimiento y desarrollo económicos basándose en la Ciencia, la Tecnología y la Innovación (CTI) y teniendo como eje central el rol del Estado en la dirección y ejecución de las políticas económicas y de ciencia y tecnología (CyT) implementadas en los últimos 40 años. Partimos de la idea de los Sistemas Nacionales de Innovación (SNI), propuesta por Lundvall (2010), para comprender cómo se ha configurado el andamiaje institucional para la promoción de la CyT en el país:

Un sistema de innovación está constituido por elementos y relaciones que interactúan en la producción, difusión y uso de conocimientos nuevos y económicamente útiles; y que un sistema nacional comprende elementos y relaciones, ya sea localizadas dentro o enraizadas dentro de las fronteras de un Estado-nación (Lundvall, 2010, p. 29 [traducción propia]).

Es importante señalar que el SNI chino sigue la lógica descrita anteriormente de modalidades del poder: único, vertical y burocráticamente eficaz. En

este sentido, analizaremos dos aspectos, el primero relacionado con la estructura organizacional de los agentes que intervienen en la definición e implementación de las políticas científicas en China. El segundo tiene que ver con los elementos de planificación del Estado, esto es, los planes de corto, mediano y largo plazo.

Actores responsables del diseño e implementación de la política científica en China

Como es de esperarse, siguiendo la lógica de estructuración del poder en el aparato estatal chino, en el ápice se encuentra el Partido Comunista Chino (PCC), que a través del Comité Central (CCPCC) coordina las políticas de ciencia, tecnología, educación, salud e innovación; este Comité opera como un órgano consultivo en el que muchos de sus miembros son científicos e ingenieros que no pertenecen al partido comunista chino, y expresan sus opiniones y comentarios expertos. El CCPCC dirige al Grupo Líder en Ciencia, Tecnología y Educación (GLCTE) en el nivel de Consejo de Estado, el cual agrupa a los ministerios involucrados en el diseño e implementación de la ciencia y tecnología: Ciencia y Tecnología, Finanzas, Educación, Agricultura, Salud y de la Industria e Información Tecnológica (Cao, Li, Li & Xiu, 2013).

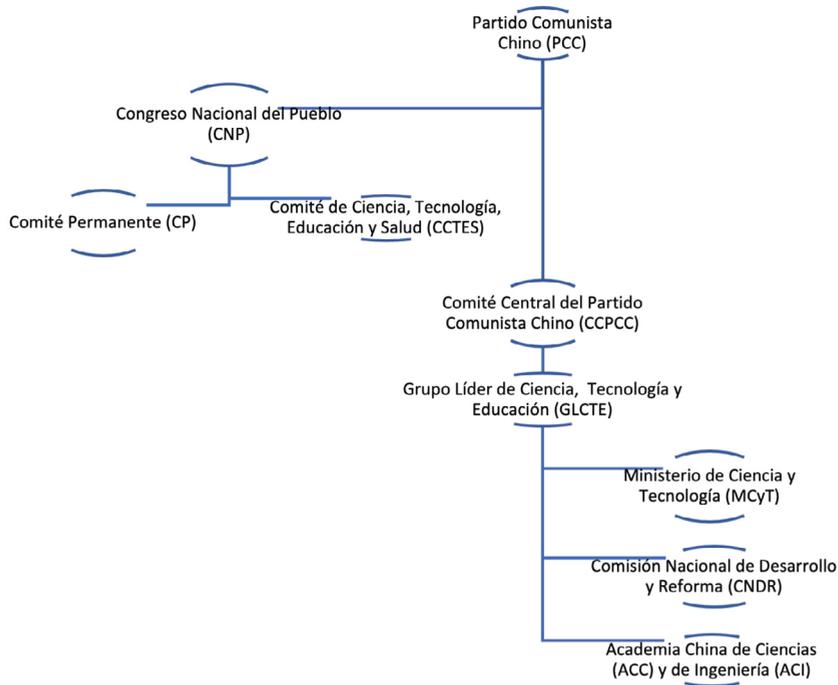
Como se muestra en la figura 1, el Congreso Nacional del Pueblo (CNP) es el parlamento chino, el cual, a través de su Comité Permanente y el Comité de Ciencia, Tecnología, Educación y Salud, tiene la autoridad de redactar, emitir y reformar las leyes relacionadas con la ciencia y tecnología (CyT), las cuales usualmente son redactadas por un ministro gubernamental específico. El CNP también monitorea la implementación de las leyes y aprueba el presupuesto estatal para los asuntos de CyT, (Liu, Cao & Sun, 2011).

De entre los ministerios mencionados, el Ministerio de Ciencia y Tecnología (MCyT) es el que lleva la batuta, pues administra los programas nacionales de CyT, desde los básicos hasta la investigación aplicada y el desarrollo para la comercialización descendente de los logros de CyT, apoya

la innovación dentro de las empresas (junto con la Comisión Nacional de Desarrollo y Reforma, CNDR) y gestiona y promueve parques científicos e incubadoras. Adicionalmente, coordina a los demás ministerios para lograr los propósitos o metas establecidas en la materia. De acuerdo con Cao *et al* (2013), el rol del Ministerio de Finanzas (MF) es central en el proceso de formulación de las políticas científicas y de innovación puesto que lleva a cabo análisis presupuestales de los demás ministerios para poder realizar proyectos o programas específicos; además, es el responsable del monitoreo del uso apropiado de los fondos.

En este entramado institucional, las academias tienen una importante labor, la Academia China de Ciencias (ACC), junto con la Academia China de Ingeniería (ACI), funciona como asesora del gobierno chino para una mejor toma de decisiones. Adicionalmente, la ACC es una entidad con múltiples funciones en investigación, desarrollo y transferencia de alta tecnología (Cao *et al*, 2013).

Figura 1. Actores responsables del diseño de la política en Ciencia y Tecnología en China.



Fuente: Elaboración propia a partir de Cao *et al*, (2013) y Liu *et al* (2011).

Evolución de las políticas de innovación: programas de corto, mediano y largo plazo

La ciencia y la tecnología han sido uno de los objetivos para desarrollar en el país, usándolas como palanca del crecimiento económico. Las reformas económicas implementadas en 1978 abrieron un parteaguas en la sociedad China, puesto que con Deng Xioaping (líder supremo de la República Popular China de 1978–1989) se inició la transición de una economía planificada a lo que llamaron economía socialista de mercado; dicha transición implicó que el Estado dejara de ser el único dueño de los modos de

producción, permitiendo así la articulación entre Estado y empresa privada en una economía de mercado.

En este sentido, siguiendo a Haro y Liaudat (2021) se pueden identificar dos grandes periodos: de 1949 a 1978 y de 1978 a la actualidad. Esta investigación toma como eje particular de análisis el segundo periodo para mostrar la evolución de la política científica (o industrial, como la cataloga Naughton, 2021), por medio de planes, de cinco y quince años, que ha elaborado el gobierno chino a lo largo del tiempo.

Cuadro 1. Fases de la economía china y las políticas de Ciencia y Tecnología, 1978-actualidad.

Modelo económico y líder	Fase	Rasgo central	Conferencias Nacionales y Políticas de Ciencia y Tecnología
Socialismo de mercado. Líderes: Deng Xiaoping (1978-1989); Jiang Zemin (1989- 2002); Hu Jintao (2002-2012); Xi Jinping (2012-actualidad)	1978-1995	Fase experimental y reforma sistémica	<p>Marzo, 1978: Deng Xiaoping expuso la tesis de que la CyT es una fuerza productiva, los intelectuales son parte de la clase trabajadora, y la CyT es la clave del impulso de las “Cuatro Modernizaciones” de China</p> <p>Marzo, 1985: Deng Xiaping dio un discurso importante “La reforma del sistema de CyT es para liberar la fuerza productiva”. El CCPCC emitió la “Decisión de Reformar el Sistema de CyT”. China logró el prólogo de la reforma del sistema en CyT y estableció la tarea principal para mejorar la orientación económica del sistema de CyT.</p> <p>Mayo, 1995: La estrategia de “revitalizar la nación a través de la ciencia, tecnología y educación” fue puesta por delante y el CCPCC emitió la “Decisión de acelerar el progreso de la CyT” abogando que el desarrollo económico debería basarse en el progreso de la CyT. En 1997, la ACC incorpora en un reporte el concepto de “sistema nacional de innovación” en las políticas de CyT. Gradualmente, la política de CyT fue redefinida como política de innovación.</p>

1996-2006	Reforma profunda	<p>Agosto, 1999: El CCPCC y el Consejo del Estado emitió la "Decisión sobre el Fortalecimiento de la Innovación Tecnológica y el Desarrollo de la Alta Tecnología, así como la Realización de la Industrialización", llamando para la construcción del sistema nacional de innovación y acelerando la industrialización de los logros de la CyT.</p>
2006-2025	Innovación indígena y desarrollo por innovación (áreas tradicionales, se buscaba alcanzar a los países avanzados)	<p>Enero, 2006: El CCPCC y el Consejo del Estado emitieron el "Plan de Mediano a Largo Plazo para el Desarrollo de la Ciencia y la Tecnología (2006-2020)" (PML) para convertir a China en "un país orientado a la innovación" para 2020 a través de la construcción de capacidades de innovación indígena o propia.</p> <p>EL PML promovió 16 megaproyectos financiados estatalmente, implementados desde una perspectiva vertical, de arriba hacia abajo, centralizados, donde las decisiones fluían de manera jerárquica. Liderados inicialmente por el MCyT, como política de CyT que luego se convirtió en política industrial (PI).</p> <p>Programa de Industrias Emergentes Estratégicas con financiamiento privado, el gobierno únicamente daría condiciones para que las empresas se desarrollaran y crecieran. Algunas iniciativas eran continuaciones de los megaproyectos. Estas nuevas industrias representaban una oportunidad para dar el salto en el desarrollo de los recién llegados.</p> <p>Febrero, 2010: 12avo. Plan de 5 años (2011-2015) para las Industrias Emergentes Estratégicas, incluía 7 sectores, pero se dejó el enfoque de CyT hacia uno más de PI.</p>

2015	Nuevas políticas industriales (áreas nuevas, busca llegar a ser el líder de la frontera tecnológica)	<p>“Hecho en China 2025”: Es la primera fase de una estrategia a más largo plazo, se contemplan dos fases más hacia 2049 con las cuales el país busca ser parte de las economías líderes dirigidas por la innovación a nivel mundial. Fase 1: prevé la mejora de partes de la economía y la generación de un número (razonable) de empresas de clase mundial que puedan competir con empresas de países industrializados. Fase 2: Prevé la mejora de toda la economía, al menos la industria 3.0, con altos porcentajes de automatización e integración vertical. Fase 3: Se prevé la integración horizontal y el aumento general del nivel de productividad al de los mejores.</p> <p>“Programa Internet Plus”: Busca integrar el uso y aplicación del internet en muchas industrias, principalmente en el sector servicios. La economía de internet y las industrias tradicionales deberán unirse en varios aspectos hacia 2025, al tiempo que se desarrolla el ecosistema para propiciar aún mayor desarrollo.</p>
2016		<p>“Estrategia de desarrollo impulsada por la Innovación” (EDII): enfocada en desarrollar tecnología de propósito general y se basan en el triángulo de comunicación, datos e inteligencia artificial.</p>
2020		<p>“Plan de Mediano a Largo Plazo para el Desarrollo de la Ciencia y la Tecnología (2021-2035)” estará basado en el 14avo Plan de 5 años (2021-2025), el cual estipula como tareas centrales: a) fortalecer el poder estratégico de CyT del país; b) mejorar la capacidad de innovación tecnológica de las empresas; c) estimular la actividad innovadora del talento humano; d) refinar instituciones y mecanismos de innovación en CyT</p>

Fuente: Elaboración propia a partir de Haron & Liaudat (2021); Liu et al (2011); Suttmeier, Cao & Simon (2006); Naughton (2021); Sun & Cao (2021) y, Frietsch (2020, pp. 13-14).

El Plan de Mediano a Largo Plazo para el Desarrollo de la Ciencia y Tecnología a 15 años (PML) 2006–2020 se planteó como objetivos: convertir al país para 2020 en una sociedad orientada por la innovación; que para el año 2050 sea líder en CyT; compromete a desarrollar capacidades de innovación indígena o propia, en lugar de promover la transferencia de tecnología proveniente de corporaciones transnacionales; avanzar posiciones en las nuevas industrias basadas en las ciencias; convertirse en uno de los cinco países en el mundo en tener un número de invenciones de patentes otorgadas a los ciudadanos chinos; y, lograr que los artículos científicos escritos por chinos logren ser los más citados a nivel mundial (Cao & Simon, 2006, p.38). Naughton señala que para ser un plan de gran envergadura, su desarrollo es más bien escaso, puesto que sólo se señalan algunas metas numéricas de manera específica para 2020: la I+D será de 2.5% del PIB; la dependencia tecnológica se reducirá a 30% y el aumento en la productividad deberá ser 60% del crecimiento total (Naughton, 2021, pp. 50–51).

Al respecto, Sun & Cao (2021, p. 3) difieren de las aseveraciones de Naughton y advierten logros importantes: en 2020, se alcanzó el 2.4% destinado a la I+D como porcentaje del PIB; en 2019, se logró que la productividad fuera del 60% como parte del crecimiento total; en 2016, la dependencia de tecnología llegó a 31.2%; en 2018 se logró obtener la tercera posición, a nivel mundial, en cuanto el número de patentes otorgadas a ciudadanos chinos y la segunda posición, a nivel mundial, en cuanto a citas de artículos escritos por chinos.

No obstante, y pese a estos buenos resultados, también se reconocen múltiples críticas al sistema, por ejemplo, las relacionadas con la manera en que se ejecuta la política pública, la duplicidad de objetivos –por parte de los distintos ministerios–, el sobregasto del gobierno, la excesiva intervención del gobierno en el mercado y las limitaciones –y posibles consecuencias– que implicaría continuar con una promoción de innovación indígena o propia en términos de colaboración con el exterior (Sun & Cao, 2021; Cao *et al*, 2013).

Programas para nutrir y retornar talentos de alta gama implementados por China

China, al igual que el resto de los países en el mundo globalizado, se encuentra inmerso en la competencia por atraer, retener y retornar a los recursos humanos altamente capacitados, especialmente aquellos que están relacionados con las áreas de Ciencia, Tecnología, Ingeniería y Matemáticas (CTIM). La demanda por este tipo de personal no sólo está dada por los centros de investigación de las economías más avanzadas, sino también por las corporaciones multinacionales. De acuerdo con Simon & Cao (2009, p. 32), de 1997 a 2007 el número de centros de desarrollo e investigación en China pasó de 24 a mil 140.

Adicionalmente a esta preocupación, en China hay ciertas dudas respecto de la calidad de la educación superior, pues en la década de los noventa se impulsó una política de masificación de la educación, pasando de una matriculación bruta de 3.5 por ciento en 1991 a 22 por ciento para 2006 (Simon & Cao, 2009, p.35). Esta es una razón más para querer retornar a aquellos posgraduados con grados obtenidos en el exterior.

Panorama de la movilidad de estudiantes chinos

Antes de revisar los programas implementados por el país, ofrecemos un breve panorama para conocer la importancia de la emigración y lo que implicaría para el fortalecimiento del Sistema Nacional de Innovación chino.

Existen pocos proyectos a nivel internacional que recaban las cifras sobre la movilidad de estudiantes internacionales: el *Institute for Statistics* (UIS, por sus siglas en inglés) de la Organización de las Naciones Unidas para la Educación, la Ciencia y la Cultura (Unesco, por sus siglas en inglés), la Organización para la Cooperación y Desarrollo Económicos (OCDE) y, el Proyecto Atlas y *Open Doors* del *Institute of International Education* (IIE,

por sus siglas en inglés). Recabamos los datos de tres de estas fuentes para mostrar las tendencias de movilidad de estudiantes provenientes de China.

Las cifras de la Unesco muestran que, durante el periodo de 2015 a 2019, la tasa de crecimiento anual promedio de estudiantes de educación terciaria que salieron de China fue de 6.4 por ciento. Asimismo, para este periodo las regiones de destino preferidas fueron Norteamérica y Europa Occidental (alrededor del 61.7 por ciento) y Asia del Este y Pacífico (34.4 por ciento), véase las siguientes dos figuras.

Figura 2. Número de estudiantes internacionales provenientes de China, 2015-2019

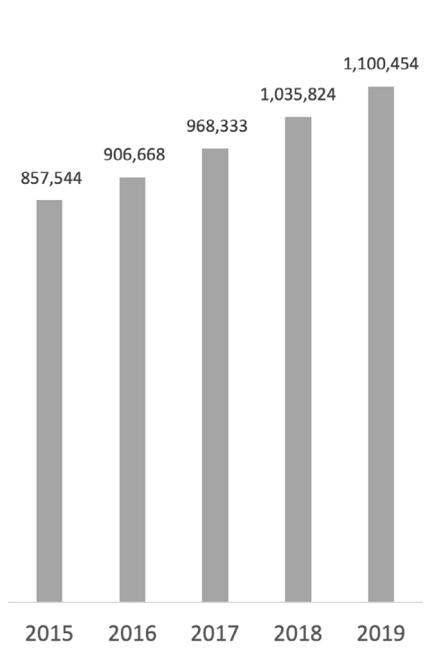
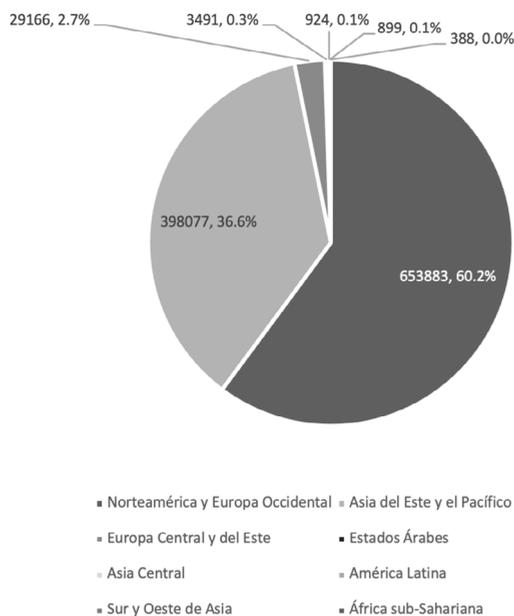


Figura 3. Distribución porcentual de estudiantes internacionales provenientes de China según región de destino, 2019.



Fuente: UIS de la Unesco (2022).

Estos datos los podemos complementar con cifras anteriores que indican que durante el periodo de 1978 a 2007: 1.21 millones de estudiantes chinos salieron para estudiar y/o investigar, de los cuales únicamente regresaron 320 mil (26.4 %), mientras que 657 mil (54.3 %) aún se encontraban estudiando (MOEd, 2008, como se citó en Simon y Cao, 2009, p. 31). Asimismo, se sabe para 2003 había 62 mil 500 chinos con estudios de doctorado en ciencia e ingeniería trabajando en Estados Unidos (National Science Board, 2006; como se citó en Simon y Cao, 2009, p. 31).

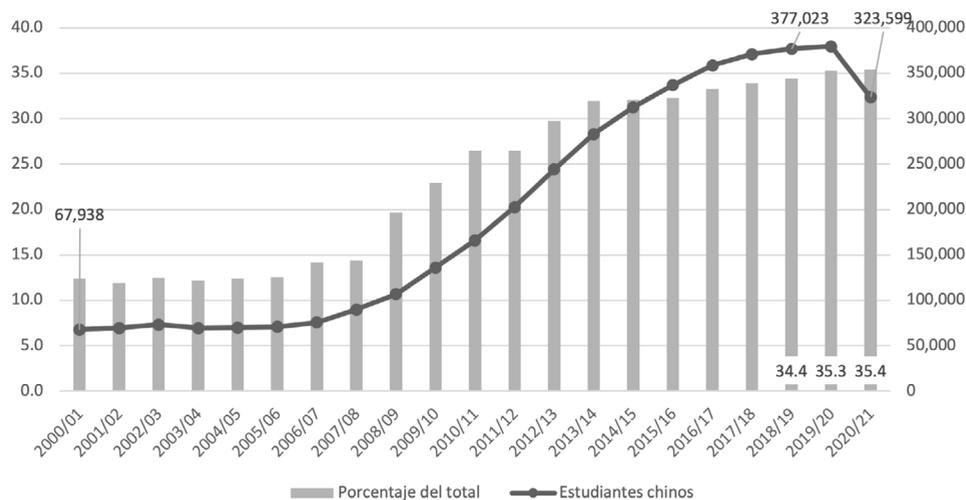
Datos más recientes recabados por Cao, Wagners & Jonkers (2020, p. 175) indican que las tasas de retorno anuales y acumuladas de estudiantes que se encuentran en el exterior han ido aumentando durante el periodo

2000-2017. En 2000, salieron 38 mil 989 estudiantes y regresaron 9 mil 121 (23.3%), para 2017, salieron 608 mil 300 y regresaron 480 mil 900 (79%). Estas tendencias se mantienen si se calculan usando el acervo acumulado de estudiantes. En 2000, había 440 mil y regresaron 130 mil (32.3%) mientras que para 2017 había 5 millones 194 mil 900 y regresaron 3 millones 132 mil (60.28%).

En relación al número de estudiantes que China recibe, los datos del Proyecto Atlas indican que durante el periodo de los años académicos de 2011/12 al 2017/18, la tasa de crecimiento anual promedio de estudiantes internacionales que se dirigen a China fue de 7%. En cuanto a volúmenes, en el año académico 2011/12 hubo 328 mil 330 estudiantes y en el año académico 2017/18 había 492 mil 185. Si se compara el número de estudiantes que salen de China *versus* el número de estudiantes que se dirigen a este país, el saldo neto es negativo, pues salen alrededor de 400 mil estudiantes más que los que entran al país.

Ahora bien, la caracterización de los estudiantes chinos que se dirigen hacia Estados Unidos indica que es un importante flujo puesto que, durante veintiún años (del ciclo 2000/01 al 2020/21): iniciaron con 67 mil 938 en 2000/01 y ha logrado quintuplicar el número, 323 mil 599 en el ciclo 2020/21. Ello, pese a la disminución de estudiantes a nivel global derivadas de la pandemia de la Covid-19. Además, se aprecia una tasa de crecimiento anual promedio de 8.1 %. Esta importancia de los estudiantes chinos se confirma con el porcentaje de este grupo respecto del total de estudiantes provenientes de todo el mundo: en el ciclo 2020/21 apenas representaban el 12.4 % y al correr los años ha llegado a ser un tercio del total de estudiantes (véase figura 4).

Figura 4. Estudiantes internacionales provenientes de China en Estados Unidos, ciclos 2000/01 -2020/21.



Fuente: IIE (2021).

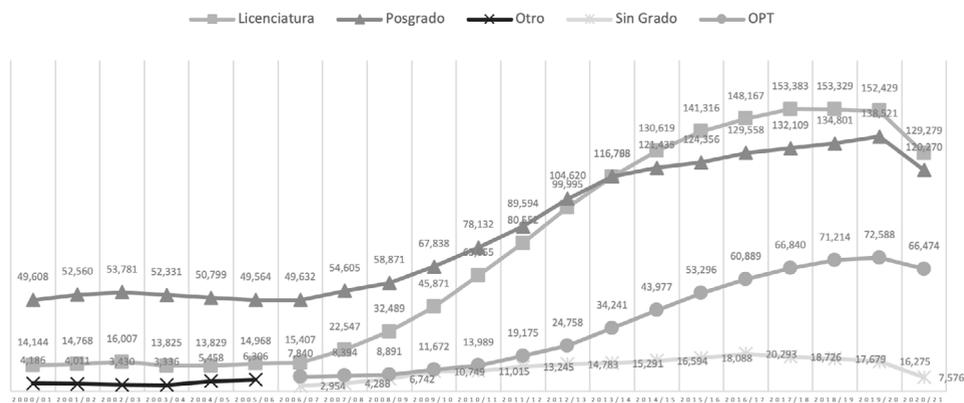
Vale la pena señalar que, si bien el volumen de estudiantes chinos que se dirigen a Estados Unidos ha aumentado en este periodo de tiempo, este esconde algunas características interesantes en relación con sus implicaciones con la especialización en áreas relacionadas a la CyT, así como la importancia de su probable o no retorno al país de origen.

En específico, la distribución de estudiantes de China, según sus niveles educativos en el ciclo 2000/01 era: licenciatura (20.8%), posgrado (73%) y otro (6.2%) para el ciclo 2020/01 fue: licenciatura (40%), posgrado (37.2%), sin grado (2.3%) y OPT (20.5%). Esto se puede apreciar en la figura 4, a partir del ciclo 2014/15 los estudiantes de posgrado han disminuido en comparación con los estudiantes de licenciatura; paralelamente, los estudiantes en el programa *Optical Practical Training* (OPT, por sus siglas en inglés) ha venido aumentando hasta llegar a 66 mil 474 en el ciclo 2020/21. Esto puede tener varias lecturas, una de ellas es que los estudiantes chinos han elegido iniciar sus estudios en Estados Unidos de manera más pronta y no esperar a hacer solo sus posgrados. Ello implicaría que tengan más

oportunidades de permanecer o hacer carrera en este país; lo cual se ve reforzado por el número importante de estudiantes que están en el OPT, programa que permite a aquellos egresados de maestrías en áreas CTIM aumentar los meses de permanencia en el país para lograr emplearse y, de esta manera, transitar en su estatus migratorio de estudiante a residente legal permanente.

Sin embargo, este cambio cualitativo entre los estudiantes provenientes de China no implica que sus volúmenes dejen de ser importantes respecto de los estudiantes originarios de otros países; puesto que en todos los niveles educativos los estudiantes chinos comprenden la tercera parte de los estudiantes internacionales en Estados Unidos.

Figura 5. Estudiantes provenientes de China en Estados Unidos, según nivel educativo y ciclos 2000/01 y 2020/1.



Fuente: IIE (2021).

Ahora bien, respecto de la intención de permanecer en el país, una vez que concluidos los estudios, los datos de la *National Science Foundation* (NSF, 2021) muestran que para el periodo 2014-2020, alrededor del 80% de los chinos con grado de doctor tenía la intención de permanecer en Estados Unidos. Aún más, la mayoría de estos egresados se ubican en áreas del conocimiento relacionados con la CyT, como se aprecia en el Cuadro 2, el

número de graduados de doctorado por año para el periodo 2009-2020 sumaron 61 mil 123, con más del 90 % de ellos especializados en ciencia e ingeniería.

Cuadro 2. Doctorados obtenidos en las universidades estadounidenses por ciudadanos chinos con visa temporal, 2009-2020.

Especialización / Año	2009	2010	2011	2012	2013	2014	2015	2016	2017	2018	2019	2020
China	4,101	3,744	3,988	4,222	4,796	4,982	5,374	5,526	5,555	6,182	6,316	6,337
Ciencia e Ingeniería	3,753	3,457	3,652	3,906	4,443	4,650	4,970	5,140	5,149	5,689	5,755	5,730
% Ciencia e Ingeniería	91.5	92.3	91.6	92.5	92.6	93.3	92.5	93.0	92.7	92.0	91.1	90.4

Nota: a incluye Hong Kong.

Fuente: National Science Foundation (2020 y 2022).

Articulación de los programas para nutrir y retornar a talentos en China con la política educativa y científica

El PML 2006-2020 estimaba que el país debía enfocarse en hacer cambios estructurales relacionados con los recursos humanos, aumentar sus capacidades de innovación, utilizar de mejor manera su acervo actual y, al mismo tiempo, mantener un crecimiento cuantitativo, además de atraer a personal de alto calibre. Específicamente hacía hincapié en: formular

políticas especiales para atraer a expertos en las áreas estratégicas; continuar con las reformas del sistema educativo, especialmente en los currículos de la escuela básica y media; impulsar a los graduados de las universidades a trabajar en las empresas y apoyar a las industrias para atraer y reclutar científicos e ingenieros de otras latitudes; repatriar a estudiantes chinos a través del fortalecimiento de la creación de centros de investigación líderes; y crear un ambiente cultural que promueva el fomento de talentos innovadores (The State Council, 2006, pp. 53-55).

La mejora del personal científico e investigativo estuvo basada en programas de reclutamiento, tanto de talentosos que residían en el exterior, como aquellos formados en el país. En general, los datos exactos sobre el volumen total de retornados a través del total de programas implementados es difícil de conocer, no obstante, para 2018 se hablaba de 16 mil científicos y empresarios de alta tecnología (Cao, *et al*, 2020, p. 175).

Dentro del PLM 2006-2020, el Programa 211 busca posicionar a 100 universidades líderes para que sean reconocidas como instituciones académicas de clase mundial para principios del siglo XXI. Para ello, se eligieron 107 universidades y 600 disciplinas. Mientras que el objetivo del Programa 985 es mejorar la infraestructura de las universidades líderes (Simon & Cao, 2009).

El Programa de Escolares Cheung Kong busca construir un acervo de escolares activos en la investigación internacional de frontera. El programa comenzó en 1998 con un fondo inicial de 9.5 millones de dólares estadounidenses donado por el billonario Li Kai-shing Cheung Kong Holdings, de Hong Kong, y apoyado con fondos del Ministerio de Educación. Este programa otorga financiamiento para dotar de cátedras a científicos sobresalientes de edad media (usualmente de menos de 45 años de edad) que residen dentro o fuera del país. Cada cátedra incluye un estipendio anual de 12 mil dólares estadounidenses.

El apoyo que se otorga busca despertar el interés en los expatriados para que regresen al país, por ello, el estipendio se otorga con algunas

facilidades y flexibilidad para los involucrados. Por ejemplo, no es necesario trabajar a tiempo completo durante todo el año, de acuerdo con Simon y Cao, dedicar entre tres y cuatro meses es más que suficiente. Por otra parte, cabe mencionar que el programa maneja una serie de estímulos a los escolares Cheung Kong más destacados; el *Cheung Kong Scholar Achievement Award* otorga un premio de 120 mil dólares en efectivo. En lo que respecta a las áreas y disciplinas que contempla el proyecto, el programa inicialmente estuvo destinado a las áreas de ciencias e ingeniería, pero poco después incluyó ciencias sociales y humanidades (Simon & Cao, 2009).

Es importante recordar que, en 2004, el Ministerio de Educación decidió combinar todos los programas de reclutamiento de talentos en uno solo. El *Programa Talento de Alto Nivel* tiene por tanto tres niveles, con metas específicas en cada uno: El *Programa Construcción de Equipos de Innovación* y el *Programa Escolares Cheung Kong* selecciona a 200 escolares y 60 equipos innovadores cada año. El *Programa de Apoyo al Talento Sobresaliente del Nuevo Siglo* busca dar apoyo a mil escolares anualmente, enfocado a aquellos con el potencial de convertirse en talentos de primera clase en las áreas de ciencias naturales y ciencias sociales. El *Programa Nutriendo de Jóvenes los Núcleos Académicos* busca a 10 mil miembros de facultades jóvenes cada año para aumentar el nivel general de la enseñanza y la investigación en la educación superior.

Por su parte, la Academia de Ciencias China (ACC) implementó el Programa de Innovación del Conocimiento (PIC) y fue visto como una fase piloto del proyecto de la reforma que llevaría a reconstruir a la academia en 2010. La ACC tiene un rol importante en la realización de los objetivos del Plan a 15 años, dado que buscaba convertirse en uno de los tres centros de investigación más importantes en el mundo para 2020. Las tres fases que implementó la ACC del PIC fueron: la experimental, de 1998 a 2000; la de implementación de reformas de 2001 a 2005 y la de 2006-2010 que buscó armonizar el Programa de Innovación del Conocimiento con el PML. La Academia hizo que las actividades investigativas de los institutos

estuvieran relacionadas con 10 áreas de misión prioritarias en el país con el compromiso de investigación básica interdisciplinaria en áreas de frontera, para dar soporte a este esfuerzo (Suttmeier, Cong & Simon, 2006).⁵

La implementación del PIC ha estado acompañado de un sistema robusto de evaluación que afecta tanto a los institutos, cuanto al personal. La evaluación consiste en revisiones administrativas enfocadas en medir la consistencia de la actividad del instituto con la política de la Academia y los objetivos del PIC. Además, involucra una revisión de pares del trabajo de los profesionales, incluidos los científicos líderes nacionales y extranjeros. El proceso de evaluación es comparativo, por lo cual, el desempeño de la Academia puede ser medido tomando en consideración los estándares internacionales (Suttmeier, Cong & Simon, 2006).

Para dar continuidad a la serie de programas de apoyo con que cuenta China, nos encontramos con el *Programa de 100 talentos*, cuyo objetivo es el de reclutar a 100 de las personas más talentosas alrededor del mundo, como líderes científicos en la Academia de Ciencias de China. Este programa ofrece salarios altos, cargos administrativos y operativos de alta jerarquía y apoyo generoso para jóvenes líderes científicos e investigadores chinos que residen tanto en el exterior como en el país. Con el paso del tiempo hubo cambios significativos en las contrataciones, por ejemplo, los encargos no conllevan promesa de tenencia de por vida (basificación), sino que están sujetos a evaluaciones cuidadosas de la carrera del investigador dentro de la Academia.

El Fondo Ciencia Nacional para Escolares Jóvenes Distinguidos inició en 1994 y está a cargo de la Fundación Nacional China de Ciencias Naturales (NSFC, por sus siglas en inglés) la cual se estableció en 1986, teniendo como modelo la *National Science Foundation (NSF)* de Estados Unidos.

⁵ Las diez áreas prioritarias eran 10: tecnología de la información; electrónica óptica y ciencia y tecnología del espacio; tecnologías avanzadas de la energía; ciencias de los materiales, nanotecnología, y manufactura avanzada; población, salud e innovación médica (involucra la investigación del cuidado de la salud del cerebro y ciencia cognitiva, población y farmacéutica); biotecnología industrial avanzada; agricultura sostenible; ecología y protección del ambiente; recursos naturales y tecnologías de los océanos; e investigación exhaustiva basada en instalaciones de mega-ciencia (Suttmeier, Cong & Simon, 2006, p. 86).

La NSFC es una agencia que fondea los proyectos de investigación con revisión de pares básica y con misión bien orientada. El fondo otorga apoyo a científicos jóvenes prometedores de menos de 45 años de siete disciplinas científicas: matemáticas y física, química, ciencias naturales, ciencia de la tierra, ingeniería y ciencias de los materiales, ciencias de la información y ciencias administrativas. Los ganadores son seleccionados a partir de su desempeño y trayectoria académica, una de las cualidades del programa –que cabe destacar–, es que permite a los científicos continuar desarrollando proyectos y líneas de investigación de interés personal.

En cuanto al estímulo económico, debemos señalar que los incentivos están distribuidos en dos premios. Inicialmente la gratificación era por tres años, en dos modalidades: con un estipendio de 72 mil dólares anuales para aquellos proyectos enfocados a las ciencias experimentales y tecnológicas; y 36 mil dólares para aquellos orientados a la investigación teórica. Cabe mencionar que los fondos fueron aumentando con el tiempo, por lo que en 2002 el apoyo para la ciencia experimental fue de 120 mil dólares.

El Grupo Directivo Central de Coordinación de Talento Mundial (GDCCTM) inició el Programa 100, 1,000 y 10,000 talentos con el apoyo de los Ministerios de Ciencia y Tecnología, Educación y Finanzas; de las agencias como la Comisión Nacional de Desarrollo y Planeación, la NSFC, la ACC y la Asociación China para la Ciencia y Tecnología. El propósito del programa fue identificar a investigadores chinos sobresalientes, de tal manera que, para 2010, el objetivo del GDCCTM sería el de contar con 100 científicos activos en la investigación de frontera en CyT en el plano internacional; mil que tuvieran el conocimiento avanzado para liderar el desarrollo de las distintas disciplinas académicas y 10 mil líderes disciplinarios con altos logros académicos (Simon & Cao, 2009).

Por su parte, el programa 1,000 jóvenes talentosos está más enfocado en áreas de CTIM. El objetivo es reclutar científicos menores de

40 años que usualmente hayan residido en el exterior, al menos tres años, y que cuenten con experiencia laboral en materia de Ciencia, Tecnología, Ingeniería y Matemáticas. No obstante, también busca reclutar a investigadores con grados universitarios, tanto en universidades Chinas como extranjeras, (Marini & Yang, 2021). Este programa cuenta con ciertas cualidades para los interesados: brinda el estado de residencia de los retornados, trabajo para los cónyuges y escuela para sus hijos. A los que retornaban se les da una bonificación de 1 millón de yuans, además de beneficios sociales y médicos; puesto que se busca ofrecer las mismas condiciones, oportunidades y estabilidad que en el exterior se tienen (Zweig, Siqin & Huiyao, 2020, p. 5).

Cuadro 3. Programas destinados a nutrir y atraer talentos.

Ministerio o Agencia	Programas implementados (enfoque) (fecha de inicio)	Logros alcanzados
Ministerio de Educación (ME)	a) Programa 211 (1993) b) Programa 111 (i) (2005) c) Programa 985 d) Programa Chunhui (i) (1996) e) Programa de Escolares Cheung Kong/ Changjiang (d, i) (1998) f) Programa Talento de Alto Nivel (d) g) Programa de Jóvenes Escolares Cheung Kong (d) (2015)	e) En 2009: se había otorgado a 813 profesores y 308 profesores especiales en 101 universidades, la mayoría de ellos reclutados del exterior o bien con experiencia en el exterior. A 14 profesores se les ha otorgado el premio monetario. Para finales de 2012: 2 mil 337 beneficiarios g) Beneficiarios a 2018: 440.

Academia China de Ciencias (ACC)	<p>h) Programa de Innovación del Conocimiento (1998) (d)</p> <p>i) Programa de 100 Talentos (i) (1994)</p> <p>j) Nuevo Programa de 100 talentos (d, i) (2014)</p>	<p>h) Aumento en 148 por ciento (de 5 mil 860 a 14 mil 516), entre 1998 y 2005 de artículos revisados por pares en el <i>Science Citation Index</i>, convirtiendo a la ACC en la cuarta institución más productiva en el mundo. Adicionalmente, hubo un aumento en 3.2 veces en solicitudes de patentes y un aumento en 18.6 veces en el caso de patentes otorgadas, así como en derechos de autor registrados en el periodo.</p> <p>i) De 1998 a 2004, 899 investigadores fueron reclutados usando este mecanismo, 778 provenientes del exterior (392 con doctorados de universidades extranjeras). En 2006, la Academia otorgó 4 mil 738 grados, incluyendo 2 mil 478 doctorados. La edad promedio de los directivos de los institutos pasó de 53 años en 1991 a 47 en 2003. De 1998 a 2003, la Academia hizo 14 mil 409 nuevos encargos, de los cuales 67.8 % se trató de investigadores mayores (<i>seniors</i>) con edades menores de 45 años.</p>
Fundación Nacional China de Ciencias Naturales (NSFC)	<p>k) Fondo Ciencia Nacional para Escolares Jóvenes Distinguidos (d) (1994)</p> <p>l) Fondo Ciencia para Jóvenes Escolares Distinguidos Emergentes (d) (2011)</p>	<p>k) La NSFC ha otorgado 190 premios a jóvenes científicos destacados durante el periodo 2006-2010. En total, el fondo otorgó a mil 174 jóvenes científicos de los cuales el 32.8 % han recibido sus doctorados en universidades extranjeras y 45 % han tenido experiencia haciendo investigación en el exterior. Para 2018: 3 454 beneficiarios.</p> <p>l) Para 2018: 2 mil 398 beneficiarios.</p>

- Grupo Directivo Central de Coordinación de Talento Mundial (GDCCTM)

- m) Programa 100 talentos
- n) Programa 1 000 talentos (i) (2008)
- o) Programa 10 000 talentos (d) (2012)
- p) Programa 1 000 jóvenes talentos (i) (2010)

m) Mi200 beneficiarios (antes de 2009) y 450 talentos en el periodo 2011-12

n) 201 investigadores en 2011, 74.7% eran académicos e investigadores, de los cuales más del 73.5% eran participantes de tiempo parcial, es decir, siguieron con sus empleos en el exterior. Para finales de 2013: hubo mil 723 beneficiarios del programa, la mayoría trabajaba para universidades y otros más para la ACC. Para 2017: atrajo a más de 6 000 profesionales internacionales.

o) Beneficiarios a 2018: 3 mil 454

p) Beneficiarios a 2018: 3 mil 535

Fuente: Elaboración propia a partir de Simon & Cao (2009, p. 44); Suttmeier, Cong & Simon (2006, pp. 83-84); Simon & Cao (2009, p.52); Zweig, Siqi & Huiyao (2020, p.5-6); Cao, Baas, Wagner & Jonkers (2020, p.176); Miao & Wang (2017, p. 115).

Notas: *Los datos estadísticos de todos los beneficiarios en cada programa no se encuentran disponibles en línea, la mayoría de los investigadores citados se obtuvieron a través de peticiones e informes parciales en varios sitios web. ** (i): enfoque internacional (d): enfoque doméstico.

Resultados generales de los programas

Respecto de los problemas que identificaron Suttmeier, Cao y Simon (2006) en la retención, atracción y reclutamiento de los talentos se destaca que, a pesar de los programas existentes, no se ha logrado retornar o atraer a los científicos que trabajan en el exterior que se encuentran haciendo ciencia de frontera y que, además, son críticos del ambiente investigativo en el país. Tampoco, argumentan, se ha podido retener a los estudiantes más destacados y con alto potencial en el país, ya que, ordinariamente, éstos buscan oportunidades de estudio (a nivel profesional y de posgrado) o laborales en universidades del extranjero o en corporaciones multinacionales.

En esta misma línea, aunque un poco más moderada, se encuentran Sun, Rongyu & Zhang (2017, pp. 279-280), quienes evalúan los resultados del

programa 1,000 jóvenes talentosos. Teóricamente, parten de la idea de la construcción de una matriz de 2x2 (véase en el cuadro 4). Las condiciones iniciales a considerar son, en primer lugar, que todos los estudiantes chinos suelen dirigirse a países desarrollados, con SNI avanzados. Y, en segundo, en estos lugares se ofrecen mejores condiciones en términos salariales en comparación con China. Por lo tanto, los investigadores con alta habilidad académica son competitivos en ambos mercados laborales, en el exterior y en el país de origen; si regresan a China pueden recibir menores beneficios en comparación con permanecer en el país anfitrión (cuadrante II). Si por el contrario deciden no regresar pueden disfrutar de altos beneficios (Cuadrante III).

Ahora bien, los investigadores con baja habilidad académica son menos competitivos en el exterior y, por lo tanto, pueden tener dificultades para alcanzar un puesto indefinido (base), por ende, una trayectoria familiar menos estable. No obstante, cuentan con una ventaja comparativa en el mercado laboral del país de origen, dada la brecha entre los sistemas de investigación entre China y los países desarrollados. Por tanto, sus credenciales son valoradas en el país, así que pueden beneficiarse al regresar a tiempo completo (cuadrante IV). De permanecer en el exterior pueden recibir menores beneficios (Cuadrante I).

Cuadro 4. Matriz de toma de decisiones de los talentos chinos que residen en el exterior.

Habilidad académica / Beneficios	Beneficios bajos	Beneficios altos
Alta habilidad académica	Cuadrante II: Regresa tiempo completo	Cuadrante III: Permanece en el exterior
Baja habilidad académica	Cuadrante I: Permanece en el exterior	Cuadrante IV: Regresa tiempo completo

Fuente: Sun, Gui & Zhang (2017, p. 279).

Empíricamente, Sun, Rongyu & Zhang (2017) utilizan los datos de los beneficiarios del programa en los años 2011 y 2012: 736 científicos. Sus resultados indican que los investigadores con altas habilidades académicas

permanecieron en el exterior, especialmente aquellos con puestos estables. Aún más, obsevaron un efecto negativo respecto del ranking académico de su último empleador y del retorno de los académicos, el cual decrece con el tiempo; es decir, entre mejor posicionada se encuentre la universidad menor es la intención de volver, pero esta relación disminuye con el tiempo. Por tanto, encuentran que el programa juega un rol importante en la atracción de talentos de alto calibre, pues investigadores con un puesto estable, aunque en el momento no estén dispuestos a regresar, cambian de idea conforme avanzan en edad.

Adicionalmente, se han detectado algunos problemas subyacentes, derivados de la rigurosidad y/o exigencia de los distintos programas que se han abordado. Suttmeier, Cao y Simon (2006) mencionan que el sistema de evaluación genera demasiada presión en términos de productividad entre los jóvenes científicos, esto provoca, entre otras cosas, que abandonen la carrera investigativa por empleos en otras latitudes. También indican un sinnúmero de casos de corrupción y fraude que acompaña a las atractivas amenidades y salarios para el reclutamiento de personal altamente calificado; y que, en menor medida, ha implicado poco compromiso y aportación de aquellos científicos *estrella* en el trabajo que han desempeñado en el país.

En esta línea de argumentación, Marini & Yang (2021) compararon la productividad de los investigadores participantes en el programa 1,000 jóvenes talentos en los años 2011 y 2012, contra investigadores que permanecieron en universidades de Estados Unidos. Encontraron resultados contrastantes (y hasta cierto punto alarmantes), ya que se da el caso en el que algunos investigadores publican pocos productos, pero lo hacen en el cuartil más alto, y en el polo opuesto, que publican más productos, pero en cuartiles más bajos. Esto sustenta la idea de que los mecanismos de evaluación institucionales están mal orientados/dirigidos, ya que promueven una mayor cantidad de publicaciones por encima de la calidad. Adicionalmente, concluyen que no necesariamente los investigadores más prolíferos se quedan en el exterior, y que la productividad de los que retornan puede estar condicionada por otros factores como las evaluaciones, las condiciones

físicas, la facilidad para seguir construyendo redes internacionales y que, en última instancia, los países deben seguir promoviendo la internacionalización de sus investigadores.

Por su parte, Zweig, Siqin & Huiyao (2020) también hallan evidencia en sentido negativo. Compararon la productividad entre beneficiarios de tres programas: Programa de escolares Chueng Kong, Programa 1,000 talentos y Programa 100 talentos. Sus resultados indican que los beneficiarios de tiempo completo en el Programa 1,000 talentos no son más productivos que los beneficiarios de tiempo completo del Programa de escolares Chueng Kong; no obstante, los beneficiarios de tiempo parcial bajo los dos programas son mejores que aquellos a tiempo completo del Programa de escolares Chueng Kong. Esto indica que no estarían regresando a los mejores y que se *recompensa* a científicos de baja calidad, puesto que no serían mejores que los egresados de universidades chinas. En este sentido, entran en juego una serie de elementos que los autores identifican como *ambiente de investigación suave*; es decir, todas aquellas características que estarían favoreciendo que los retornados puedan tener un mejor desempeño, por ejemplo, facilidades en el acceso a financiamiento por medio de proyectos. No obstante, concluyen que se deben seguir fomentando programas de retorno parcial, puesto que estos investigadores contribuyen en el desarrollo CyT del país.

En este sentido, Cao *et al* (2013) han argumentado que, pese a contar con mejores condiciones, desde las inversiones monetarias, la infraestructura sofisticada y un mejor entrenamiento del talento humano, el sistema de innovación aún está por debajo de un buen desempeño. Identifican las razones que están detrás de esto. A nivel macro, sigue faltando coordinación entre los responsables de la implementación de políticas CyT, puesto que muchos ministerios participan de las mismas, por lo tanto, la existencia de varios organismos involucrados en los programas de ciencia y tecnología, dispersa y debilita el cumplimiento de los objetivos planteados desde el Comité Central del Partido Comunista Chino.

A nivel meso, identifican problemas en el financiamiento a programas, no hay estándares de calidad y, en ocasiones, hay duplicidades. Esto favorece que algunos investigadores, con una misma idea o proyecto, puedan postular ante varios programas y obtener fondos de distintas agencias; sin mencionar que algunos tienen facilidad de obtener mayores sumas dado su doble función como investigador-administrador. Esto pone de manifiesto un trato diferenciado entre investigadores, en el que los más jóvenes van en absoluta desventaja frente a los de mayor experiencia y/o edad.

A nivel micro, los incentivos y evaluaciones han generado varios problemas en la comunidad científica e investigadora. En principio, existe una tendencia hacia la publicación continua y en revistas catalogadas en el *Science Citation Index*. Esta exigencia permea a los doctorandos, a quienes se les exige la elaboración de publicaciones previas para obtener el título de doctorado. Asimismo, las promociones laborales se han vuelto una búsqueda de rentas y la oportunidad de obtenerlas para un número reducido de personas que pertenecen a los paneles evaluadores. A la par, la tendencia a repatriar a investigadores al país con excelentes incentivos ha hecho mella en los que nunca han salido del país o en aquellos que contando con grados en el exterior fueron contratados anteriormente en los programas implementados de CyT en el país.

En este sentido y, desde una mirada más cualitativa, Chen & Li (2019) se centran en 15 entrevistas semi-estructuradas, realizadas a académicos retornados en dos universidades (una de reciente creación y otra con más de 80 años de existencia), hechas entre 2013 y 2018. Parten de la idea de que las políticas implementadas por el gobierno chino no son los factores más decisivos para el retorno de los académicos, sino que entran en juego otros elementos, tales como: los prospectos de carrera personales, la identidad nacional, el sentido de pertenencia a la cultura e incluso las consideraciones familiares.

Desde las voces de los entrevistados, Chen & Li (2019) encuentran similitudes y diferencias en cuanto a la experiencia de los retornados. Ambos tipos de retornados consideran los beneficios de su movilidad, es decir, su

fortaleza en cuanto a la capacidad investigativa, publicaciones en revistas internacionales y recursos en redes académicas internacionales. En el caso de los retornados en la universidad de más antigüedad, se apreciaron experiencias negativas del retorno, puesto que imperan condiciones de endogamia, lo cual se asocia con otros aspectos negativos, culturalmente hablando, tales como: jerarquía, respeto por la edad y tradiciones. Mientras que en el caso de los retornados a la universidad de reciente creación (con más del 90% de su planta docente con doctorados en el exterior), todos tienen una valoración positiva de su reintegración. En ese sentido, apreciaron una consolidación de la universidad como un nuevo modelo de institución de clase mundial en China, donde, además, todos los retornados aseguraron ser claves en el rol de impacto a la sociedad, por medio de la transferencia de conocimiento y tecnología. En el lado negativo, existe evidencia de desgaste, debido a las presiones por publicar en revistas de alto impacto; además de las actividades de docencia y administración, que van a la par con las labores de investigación.

Resultados más positivos son aportados por Cao *et al* (2020), quienes después de haber realizado un análisis comparativo bibliométrico entre investigadores chinos residentes en Estados Unidos y Europa, *versus* aquellos que retornaron de esos lugares, concluyeron que, efectivamente, los investigadores retornados publican productos de alto impacto y que continúan publicando en coautoría con investigadores del país que dejaron atrás. Por lo tanto, ambos tipos de investigadores, retornados y los que permanecen fuera del país, contribuyen en el desarrollo de la ciencia china.

Conclusiones

China ha venido implementado una serie de políticas, planes y programas que buscan basar su economía en el desarrollo de la ciencia, tecnología e innovación en el país; con premisas claras como desarrollar una innovación indígena y que esto sea con un financiamiento importante. Si bien, ha tenido logros cuantitativos importantes al respecto, como lo es aumentar el gasto en I+D, pasando de 0.56 por ciento con respecto al PIB en 1996 a

2.11 por ciento del PIB en 2016; o el aumento de la publicación de artículos en el mismo periodo de 12 783 a 528 263; en el plano cualitativo aún le queda camino por recorrer.

Como se ha analizado a lo largo de este documento, China enfrenta varios retos, entre los cuales se pueden señalar los siguientes: establecer un mando único en la conducción y articulación de la política de CyT entre las distintas agencias y ministerios; fijar presupuestos para dichos fines, dando la prioridad requerida a cada programa; ajustar aquellos programas y/o políticas de las agencias y ministerios, es decir, establecer criterios mínimos (o máximos) de monitoreo y evaluación para mejorar la implementación de proyectos y así evitar la duplicidad de los mismos; en los programas específicos de reclutamiento de talentos, es necesario mejorar las condiciones laborales, en cuanto al clima organizacional y cultural, para lograr una articulación más efectiva para alcanzar las metas de las universidades y centros de investigación; impulsar una política de modernización en las universidades más antiguas con miras a homologar prácticas y criterios de contratación, superación y evaluación académica; y promover mejores políticas para que los investigadores formados en el país puedan tener vinculación con otras universidades o centros de investigación a nivel global y, de esta manera equilibrar las condiciones de profesionalización frente a los investigadores que se formaron fuera del país.

Ahora bien, en cuanto a las lecciones positivas que podemos extraer de este caso, se encuentran: que la política de CyT no es única, sino que está articulada con las políticas educativas, financieras, impositivas y fiscales, así como industriales. Que la agencia responsable de promover las políticas de CyT no es un Consejo, sino un Ministerio; esto es, tiene un rango más elevado que permite impulsar metas comprometidas con el logro del desarrollo científico y tecnológico del país. Que los planes de mediano y largo plazo son integrales, en principio buscaron *alcanzar* a los países desarrollados en áreas estratégicas y, en un segundo momento, *dar el salto en la frontera tecnológica* en áreas donde ningún país tenía el liderazgo. Que las políticas sobre el talento humano tienen un componente endógeno importante (que llaman *nutrir*), es decir, los programas son para nutrir y

retornar a talentos de alto nivel. Esto indica que la promoción interna de su talento sigue siendo importante e incluso competitiva a nivel global. Que el PML ha tenido como una consecuencia positiva la creación de universidades de clase mundial y centros de investigación de CyT que demandan recursos humanos altamente capacitados. En este sentido, es coherente con los programas para nutrir y retormar a investigadores, puesto que estos contemplan la creación de espacios laborales competitivos y atractivos. Y que, a pesar del debate existente sobre si retornan o no los mejores, mostramos información de que 16 mil científicos e investigadores habían retornado a China para 2016. En ese sentido, todos los autores confirman y destacan la importancia del fomento de la internacionalización, pues, se ha constatado que los retornados actúan como *puentes* que conectan a las instituciones chinas con las del resto del mundo.

Fuentes

- Bresser-Pererira, L.C.; Jabbour, E. & De Paula, L.F. (2020). "La convergencia de Corea del Sur y China: Un análisis neo-desarrollista". *Revista Propuestas del Desarrollo*. vol. 5, no. 4, pp. 169-191.
- Cao, C., Baas, J., Wagner, C. S., & Jonkers, K. (2020). "Returning scientists and the emergence of China's science system". *Science and Public Policy*, vol. 47, no. 2, pp. 172-183. DOI: <https://doi.org/10.1093/scipol/scz056>
- Cao, C.; Suttmeier, R.P. (2017). "Challenges of S&T System Reform in China". *Science*, vol. 355, no. 6329, pp. 1019-1021. DOI: [10.1126/science.aal2515](https://doi.org/10.1126/science.aal2515).
- Cao, C.; Li, N.; Li, X.; Liu, L. (2013). "Reforming China's S&T System". *Science*, vol. 341, no. 6145, pp. 460-462. DOI: [10.1126/science.1234206](https://doi.org/10.1126/science.1234206).
- Cao, C.; Suttmeier, R.P.; Simon, D.F. (2006). "China's 15-year Science and Technology Plan". *Physics Today*, vol. 9, no. 12, pp. 38-43. DOI: <https://doi.org/10.1063/1.2435680>

- Cao, C.; Baas, J.; Wagner, C.S. & Jonkers, K. (2020). "Returning scientists and the emergence of China's science system". *Science and Public Policy*, vol. 47, no. 2, pp. 172-183. DOI: 10.1093/scipol/scz056
- Chen, Q., & Li, Y. (2019). "Mobility, knowledge transfer, and innovation: An empirical study on returned Chinese academics at two research universities". *Sustainability*, vol. 11, no. 22, p. 6454. DOI: <https://doi.org/10.3390/su11226454>
- Fietsch, R. (2020). "Current R&I policy: The future development of China's R&I system". *Fraunhofer ISI Discussion Papers Innovation Systems and Policy Analysis*, no. 63 Recuperado de https://www.isi.fraunhofer.de/content/dam/isi/dokumente/cci/innovation-systems-policy-analysis/2020/discussionpaper_63_2020.pdf
- Johnson, C. (1982). *MITI and the Japanese Miracle: The Growth of Industrial Policy, 1925-1975*. Stanford, Stanford University Press.
- Haro S., M. J. y Liaudat, S. (2021). "¿Qué podemos aprender de China en política científica y tecnológica?". *Ciencia, Tecnología y Política*, vol. 4, no. 6, e052. DOI: <https://doi.org/10.24215/26183188e052>
- Huang, C. y Sharif, Naubahar. (2015). "Global technology leadership: The case of China". *Science and Public Policy*, vol. 43, no. 1, pp. 1-12. DOI:10.1093/scipol/scv019.
- Institute of International Education [IIE] (2021). "International Students by Place of Origin and Academic Level, 2000/01-2020/21". *Open Doors Report on International Educational Exchange*. Recuperado de <https://opendoorsdata.org/>
- Liu, F.; Cao, C y Sun, Y. (2011). "China's innovation policies: Evolution, institutional structure, and trajectory". *Research Policy*, vol. 40, no. 7, pp. 917-931. DOI: <https://doi.org/10.1016/j.respol.2011.05.005>
- Liu, X y Zhi, T. (2010). "China is catching up in science and innovation: the experience of the Chinese Academy of Sciences". *Science and Public Policy*, vol. 37, no. 5, pp. 331-342. DOI: 10.3152/030234210X501162; <http://www.ingentaconnect.com/content/beechn/spp>.

- Lundvall, B.A. (2010). "Introduction", pp. 1-19. En Lundvall, B.A. (Ed.) *National Systems of Innovation. Toward a Theory of Innovation and Interactive Learning*. The Anthem Other Canon Series. Londres, Anthem Press.
- Marini, G., & Yang, L. (2021). "Globally bred Chinese talents returning home: An analysis of a reverse brain-drain flagship policy". *Science and Public Policy*, vol. 48, no. 4, pp. 541-552. DOI: <https://doi.org/10.1093/scipol/scab021>
- Miao, I. & Wang, H. (2017). *International Migration of China. Status, Policy and Social Responses to the Globalization of Migration*. Singapore: Springer Nature.
- National Science Foundation [NSF]. (2020). "Survey of earned doctorates". Recuperado de <https://ncses.nsf.gov/pubs/nsf20301/data-tables/#group6>
- National Science Foundation [NSF]. (2021). "Survey of earned doctorates". Recuperado de <https://ncses.nsf.gov/pubs/nsf22300/data-tables>
- Naughton, B. (2021). *The Rise of China's Industrial Policy. 1978 to 2020*. México: UNAM. Disponible en https://dusselpeters.com/CECHIMEX/Naughton2021_Industrial_Policy_in_China_CECHIMEX.pdf
- Oropeza G., A. (2019) "China y el Estado desarrollador. Una opinión desde las líneas de construcción del poder chino", pp. 137- 189. En Telleache, J. A. R., & Iza, J. B. (2019). *Estado desarrollador. casos exitosos y lecciones para México*. [EPub.] México, El Colegio de México.
- Simon, D.F. y Cao, C. (2009). *China's Emerging Technological EDGE. Assessing the Role of High-End Talent*. Reino Unido, Cambridge University Press.
- Sun, Y. & Cao, C. (2010). "Planning for Science: China's 'Grand Experiment' and Global Implications". *Humanit Soc Sci Commun*, vol. 8, no. 215. <https://doi.org/10.1057/s41599-021-00895-7>
- Sun, Y.; Rongyu, G. & Zhang, S. (2017). "China's Brain Gain at the High End: An Assessment of Thousand Youth Talents Program". *Asian Journal of Innovation and Policy*, c.3, pp. 274-294. DOI: <http://dx.doi.org/10.7545/ajip.2017.6.3.274>

- Suttmeier, R., Cao, C., Simon, D.F. (2006). "China's innovation challenge and the remaking of the Chinese Academy of Sciences". *Innovations*, pp. 78–97, Recuperado de http://www.policyinnovations.org/ideas/policy_library/data/ChinasInnovationChallenge/_res/id=sa_File1/INNOV0103_p78-97_suttmeier.pdf
- The State Council. (2006). "The National Medium- and Long-Term Program for Science and Technology Development (2006- 2020)". *The People's Republic of China*. Recuperado de https://www.itu.int/en/ITU-D/Cybersecurity/Documents/National_Strategies_Repository/China_2006.pdf
- Telleache, J. A. R., & Iza, J. B. (2019). *Estado desarrollador. casos exitosos y lecciones para México*. [EPub.] México: El Colegio de México AC.
- Vigil Villodres, A. (2018). "El Estado desarrollista en el capitalismo chino: formación de vínculos entre agentes". *Papeles de Europa*, vol. 31, no. 2, pp. 87-108. DOI: <http://dx.doi.org/10.5209/PADE.63633>
- Wade, R. H. (2003). "What strategies are viable for developing countries today? The World Trade Organization and the shrinking of 'development space'". *Review of International Political Economy*, vol. 10, no. 4, pp. 621-644. DOI: <https://doi.org/10.1080/09692290310001601902>
- Zweig, D., Siqin, K., & Huiyao, W. (2020). "'The Best are yet to Come': State Programs, Domestic Resistance and Reverse Migration of High-level Talent to China". *Journal of Contemporary China*, vol. 29, no. 125, pp. 776-791, DOI: <https://doi.org/10.1080/10670564.2019.1705003>

APROPIACIÓN SOCIAL DEL BENEFICIO TECNOLÓGICO

Derecho y apropiación privada del conocimiento: la figura de la patente⁶

Julián Pinazo-Dallenbach

Doctor en Estudios del Desarrollo por la Universidad Autónoma de Zacatecas (México) y exbecario Conacyt. Doctor en Derechos Humanos, Democracia y Justicia Internacional por la Universitat de València (España). Correo electrónico: julianpinazodallenbach@gmail.com

Introducción

El conocimiento siempre ha tenido un papel importante en la sociedad, pero en el capitalismo contemporáneo se ha convertido en el motor de la economía (Gascón, 2008). En efecto, a partir de la década de los ochenta se genera un cambio en la forma en la que se estructura el capitalismo a nivel global: se experimenta un aumento significativo de la importancia de ciencia, tecnología e innovación (y, por lo tanto, del conocimiento) en la esfera productiva y en la generación, circulación, distribución, concentración y centralización del capital. De ahí que el capitalismo post-industrial haya sido denominado por distintos autores y organismos internacionales como *economía basada en el conocimiento*⁷, *capitalismo cognitivo*⁸,

⁶ El presente capítulo se basa en la tesis doctoral del autor, titulada *El papel del marco jurídico-institucional internacional en la reestructuración de los sistemas de innovación y la migración calificada internacional*, defendida en octubre de 2020.

⁷ La Organización para la Cooperación y el Desarrollo Económicos (OCDE) (1996, p. 7, traducción propia) señala que la *economía basada en el conocimiento* es aquella "directamente basada en la producción, distribución y uso de conocimiento e información".

⁸ Vercellone (2016) define *capitalismo cognitivo* como "nuevo 'sistema histórico de acumulación', en el cual el valor productivo del trabajo intelectual e inmaterial deviene dominante" (p. 29). Por su parte, Fumagalli (2010) considera que el *capitalismo cognitivo* es: "la valorización de las capacidades cognitivas y relacionales de los individuos como último estadio de la evolución de las formas capitalistas de producción" (p. 27).

*capitalismo intelectual*⁹, o incluso *capitalismo intelectual monopolista*¹⁰. Apunta igualmente Castells (2005) que: “Por primera vez en la historia, la mente humana es una fuerza productiva directa, no sólo un elemento decisivo del sistema de producción” (p. 58) y, por su parte, Ramírez y Guijarro (2018) hablan incluso de *mentefactura*.

En este contexto, la propiedad intelectual, como forma de *enclosure* y apropiación del conocimiento y de las creaciones de la mente, resulta fundamental. Un dato ilustrativo de la importancia de este tipo de propiedad en el capitalismo actual es el crecimiento del número de patentes registradas: como destacan Delgado Wise y Chávez (2016), solo entre 1991 y 2011, se registraron en Estados Unidos más patentes que en los 300 años anteriores. Un polo de innovación como Silicon Valley o empresas tecnológicas como Google, Amazon, Facebook o Apple despliegan su influencia y muestran la importancia del conocimiento que, como señala Mateo (2006), es objeto de compraventa, y también permite el control de los mercados o la especulación (Foladori, 2014). En este contexto, el derecho, como regulador de relaciones humanas, económicas y sociales, resulta fundamental.

El objetivo de este capítulo es analizar críticamente la relación entre el derecho y la apropiación privada del conocimiento, especialmente por medio de la patente, figura paradigmática de propiedad intelectual. Para ello, en una primera parte se expondrá la perspectiva teórica que se utiliza en relación con el derecho. Tras esto, se realizará un breve recorrido histórico de la regulación de la propiedad intelectual, especialmente de la patente, que permitirá observar la evolución de éstas hasta la época actual. En una tercera parte, se presentarán una serie de estrategias legales y negocios jurídicos relacionadas con las patentes, a modo de ilustrar lo sostenido en los dos partes anteriores. Se finalizará el capítulo con las conclusiones extraídas.

9 Según Granstrand (1999), el *capitalismo intelectual* es un:

sistema económico con las instituciones capitalistas básicas (derechos de propiedad privada, beneficio privado, mercados competitivos y libre empresa) en cuyos activos y procesos productivos, así como las transacciones y productos comerciales, son de naturaleza predominantemente intelectual o inmaterial en lugar de física (p. 478, traducción propia).

10 La característica fundamental del *capitalismo intelectual monopolista* es que “el monopolio no está simplemente basado en el poder de mercado debido a la concentración de habilidades en las máquinas y la gestión” (Pagano, 2014, p. 1413, traducción propia).

Una perspectiva crítica sobre el derecho

El derecho regula las relaciones humanas y sociales; es un instrumento de ordenación social y económica. Además, como señala Cárcova (1988), el derecho tiene una doble función, ya que cumple “un rol formalizador y reproductor de las relaciones sociales establecidas, y a la vez, un rol en la remoción y transformación de tales relaciones, [por lo que] cumple a la vez, una función conservadora y reformadora” (p. 57). La pregunta que cabe plantearse, sobre todo con relación a la función *reformadora*, es cuáles son los criterios utilizados para realizar esa transformación, o, dicho de otra forma, cómo se decide cuál es la dirección hacia la que deben ir esas relaciones sociales. Uno de los debates que surgen alrededor del derecho es si estas regulaciones son neutras o no. Esta discusión resulta especialmente interesante puesto que la propiedad intelectual, en general, y las patentes, en particular, son un artificio jurídico, es decir, creaciones del derecho. Es por ello que resulta importante determinar qué intereses son tenidos en cuenta a la hora de legislar y aplicar la normativa vigente. Las teorías iuspositivistas, a diferencia de las teorías iusnaturalistas, distinguen y separan el derecho de la moral, señalando que lo importante es lo establecido en la normativa, es decir, el derecho positivo, vigente, y “la calificación de algo como [a] derecho debe ser independiente de su posible justicia o injusticia” (Aparisi, 1997, p. 36). Por ejemplo, si una conducta no está tipificada como delito en el momento de producirse, entonces no podrá ser sancionada, aunque se considere reprochable desde un punto de vista moral o ético. Así, el aforismo *Nullum crimen, nulla poena sine praevia lege* es un principio básico en el Derecho Penal.

En el iusnaturalismo se considera que hay un derecho superior al positivo, el derecho natural, y que, por tanto, esa conducta sí podría ser juzgada y condenada. Se distingue entonces entre lo justo *legal* y lo justo *natural* (Trujillo, 2015). Por su parte, señalan Bonetto y Piñero (1994) que “por encima de las leyes humanas existe otro derecho, llamado natural, sobre el que deben asentarse los ordenamientos jurídicos positivos, al menos en sus principios fundamentales” (p. 64). Sin embargo, Hans Kelsen, autor

influyente considerado iuspositivista, señala que el derecho es neutro, ordenado y coherente, y hace énfasis en que debe distinguirse de la ideología, que no es neutra [ver, por ejemplo, Kelsen (2009)]. Es decir, según este autor, el derecho resulta un instrumento neutro de regulación de las relaciones sociales y económicas. Estas discusiones teóricas han ido avanzando, complejizándose, apareciendo entonces otras corrientes o posturas, como son los neoconstitucionalistas y los pospositivistas.

Por su parte, señala Atienza (2017) que el derecho, como obra del ser humano, debe entenderse dentro del contexto histórico, cultural y social en el que es creado, pero teniendo en cuenta también determinados elementos universales y atemporales, en orden a abandonar la posibilidad de relativismo. Otros movimientos críticos, como son *Critical Legal Studies* en Estados Unidos, *Critique du Droit* en Francia, la Teoría Crítica del Derecho en Argentina o el Uso Alternativo del Derecho en España e Italia hacen hincapié, por una parte, en la inseparabilidad del binomio *derecho-ideología* y, por otra, en la importancia del lenguaje jurídico: el derecho no es neutro, sino una herramienta de mantenimiento del *statu quo* cuya no neutralidad puede encontrarse en varios momentos, incluso en la propia enseñanza del derecho en las universidades. En este sentido, y siguiendo a Entelman (1991, citado en Bonetto y Piñero, 1994), podemos distinguir tres momentos donde encontrar esa no neutralidad en el derecho: la creación de las normas, la interpretación de éstas y la recepción e interiorización de éstas por los usuarios del derecho. Explico brevemente cada uno de éstos.

Creación de las normas: en la clásica división de poderes propuesta por Charles de Montesquieu en su obra *Del espíritu de las leyes*, de 1748, las leyes (en el sentido de *normas*) son creadas por el poder legislativo¹¹. El contenido de éstas refleja los intereses dominantes, teniendo en cuenta los poderes y contrapoderes presentes. Es importante destacar igualmente la labor de los juristas en la redacción de las normas: las palabras, términos, tecnicismos escogidos pueden resultar más o menos ambiguos, dando

¹¹ Hay que destacar, no obstante, la labor de los tribunales en la generación jurídica en el *common law*. En este sistema, a diferencia del continental, las sentencias judiciales no son simplemente una interpretación de las normas, sino que son la principal fuente del derecho.

lugar a interpretaciones posteriores por los técnicos jurídicos (desde abogados y letrados hasta jueces).

Interpretación: señala la corriente crítica que la labor realizada por los intérpretes del derecho no es neutra. Por una parte, ya sea de forma consciente o inconsciente, aplicarán su ideología o forma de entender tanto las leyes aplicadas como las aplicables y, también, en general, los distintos casos que se les plantean. Señala igualmente Pistor (2019) que la conocida como *indeterminación del derecho*, esto es, las normas abiertas que permiten diversas interpretaciones, es una herramienta, un instrumento muy útil en manos de abogados expertos. También hay que tener en cuenta que, como se ha señalado anteriormente, el derecho es un producto que debe entenderse en un contexto histórico y social determinado. La interpretación de una norma no será la misma en un contexto u otro. Sin embargo, hay que apuntar que la interpretación realizada por los jueces está limitada por márgenes legalmente determinados, por lo que las resoluciones judiciales tampoco pueden desviarse demasiado del resultado esperado. Se espera, por lo tanto, el mantenimiento del *statu quo*.

Recepción e interiorización por los usuarios: continuando con una postura crítica, encontramos que en este tercer momento tampoco hay neutralidad. El derecho trata de mantener, a la par que legitimar, el *statu quo*, siendo el derecho el discurso del poder (Correas, 2005), muestra a la sociedad y determina qué conductas son lícitas y cuáles no lo son, realizando así una función ideologizadora en la que se confunde la legalidad con la legitimidad.

A todo esto hay que añadir el especial papel que juegan los abogados, ya que aquellas personas (físicas o jurídicas) que contratan sus servicios pueden beneficiarse de su conocimiento sobre la normativa aplicable o incluso las lagunas legales que les pueden resultar favorables. Como se verá en el último apartado de este capítulo, varias son las posibles estrategias legales y los posibles negocios jurídicos relacionados con la propiedad intelectual y las patentes. En todos ellos la mediación o participación de un abogado es de gran importancia. Además, siguiendo a Pistor (2019),

la labor del abogado no es únicamente encontrar la legislación aplicable, sino realizar una tarea de innovación para tratar de adecuar la normativa a los intereses de su cliente.

Hemos explicado brevemente distintas teorías acerca de la neutralidad o no del derecho. En este capítulo se considerará el derecho como una herramienta al servicio de los intereses dominantes, del poder, para el mantenimiento del *statu quo* en un contexto histórico y socio-económico determinado. Los intereses de los poderes y contrapoderes determinarán la dirección del derecho, tanto en su creación como en su aplicación.

Pasemos ahora a explicar la propiedad intelectual y las patentes como herramientas de apropiación privada del conocimiento.

La propiedad intelectual y las patentes

El conocimiento es, desde una perspectiva económica, un bien naturalmente no excluyente y no rival (Álvarez, Salazar y Padilla, 2015). Esto significa que varias personas pueden utilizar un mismo conocimiento a la vez y, además, las características de éste no mermarán ni empeorarán. Por el contrario, como señala Ramírez (2009), en el proceso de desarrollo del conocimiento, el nuevo proviene del anterior y éste, a su vez, sirve para el desarrollo del siguiente.

Según la Organización Mundial de la Propiedad Intelectual (OMPI) (2016), la propiedad intelectual engloba las creaciones de la mente, del intelecto, y puede dividirse en dos grandes ramas: por una parte, la propiedad industrial, y por otra, los derechos de autor y derechos conexos. En este capítulo nos centraremos en las patentes que, siguiendo de nuevo lo indicado por este organismo, están incluidas en la rama de la propiedad industrial junto con los modelos de utilidad, las marcas, los diseños industriales, los secretos comerciales, las obtenciones vegetales y las indicaciones geográficas. La OMPI define *patente* como:

derecho exclusivo que se concede sobre una invención. En términos generales, una patente faculta a su titular a decidir si la invención puede ser utilizada por terceros y, en ese caso, de qué forma. Como contrapartida de ese derecho, en el documento de patente publicado, el titular de la patente pone a disposición del público la información técnica relativa a la invención.¹²

Las patentes son una creación jurídica, un artificio. Hace algunos siglos, la *enclosure* física mediante cercas, delimitó los territorios, distinguiendo los de propiedad privada de los que eran públicos. La creación de la figura de la patente permite, a través del derecho, realizar la *enclosure* del conocimiento y convertirlo en un bien excluyente y rival: la patente delimita el conocimiento privatizado, no pudiendo ser utilizado por otras personas distintas del titular, sin su autorización, creándose un monopolio legal temporal. En este sentido, define Schmitz Vaccaro (2005) la propiedad intelectual como “un conjunto de derechos temporales, exclusivos y excluyentes destinados principalmente a impedir falsificaciones o copias no autorizadas de las creaciones –materiales o inmateriales– del intelecto humano” (p. 17). La patente, señala Llobet (2003), tendría como objetivo incentivar la innovación y diseminación del conocimiento a través de la protección de la invención frente al uso no autorizado por el titular. No obstante, autores como Baker, Jayadev y Stiglitz (2017) sostienen que hay otras formas de promover la innovación que no suponen un peligro para los derechos humanos –como, por ejemplo, el derecho a la salud en relación con las patentes en los productos farmacéuticos–.

Como se ha indicado anteriormente, hay que entender el derecho en el contexto histórico y social en el que se da, por lo que estudiar, aunque brevemente, la historia de la propiedad intelectual y las patentes resulta fundamental para poder explicar esta forma de cercamiento del conocimiento.

Alrededor de 1440, Gutenberg inventó la imprenta. La importancia de este acontecimiento, en relación con la propiedad intelectual, y más

¹² <http://www.wipo.int/patents/es/> (consultado el 11/01/2021).

concretamente con las patentes, reside en que esta herramienta supuso una gran mejora en la transmisión del conocimiento: de la oralidad o la limitada fabricación de libros se daba paso a la extensión de la copia de éstos, que podría entonces realizarse de una forma más rápida y menos costosa. La imprenta supone también el auge de la vulneración de derechos de los escritores y la aparición de nuevas figuras, como la del editor. Se comienza a distinguir entonces entre el derecho moral del autor, y los derechos económicos, que pueden ser del propio escritor, del editor o de otras personas (Miró, 2007).

En relación con la propiedad industrial y las patentes, señalan Sáiz y Lobato (2012) que debemos remontarnos al Renacimiento: las creaciones y la difusión del conocimiento son gratificados de forma discrecional por el Rey o la autoridad competente, ya sea mediante premios o privilegios. Sin embargo, la primera ley de patentes reconocida como tal, es la veneciana, que data de 1474: se establece, a través del ordenamiento jurídico, la concesión de la exclusividad sobre la invención al titular durante un periodo de 10 años, con la obligación de registrar el conocimiento creado (Zuckerfeld, 2011). Sin embargo, el *Statute of Monopolies* inglés de 1624 supone el inicio del sistema moderno de patentes (Federico, 1929, citado en Ponchek, 2016). Esta ley trató de proteger los inventos locales, otorgando el derecho de uso monopólico al inventor durante un tiempo determinado y prohibiendo aquellas invenciones contrarias al interés público. Con las dos Revoluciones Industriales, algunos países desarrollaron su industria más que otros y promulgaron leyes nacionales como forma de protección de ésta y de mercados internos. El Estado toma un rol activo en la protección de los intereses nacionales, utilizando el derecho como instrumento. Así, encontramos, por ejemplo, la ley de patentes de Estados Unidos de 1790, la francesa de 1791, la española de 1820 y la alemana de 1877.

Este contexto en que, por una parte, las innovaciones son de gran importancia tanto para la industria como para el desarrollo de los países y su poder económico, y por otra, hay una gran cantidad de leyes nacionales basadas en el principio de territorialidad y defensa de los derechos de los titulares nacionales –lo que se traducía en que el conocimiento

patentado prácticamente solo se protegía en el país del titular, y no en el extranjero— lleva a muchos influyentes inventores a negarse a acudir a la Exposición de Viena de 1873, considerando que sus invenciones podrían ser copiadas por otros y sus derechos vulnerados. Estas presiones darán como resultado la adopción del Convenio de París para la Protección de la Propiedad Industrial, en 1883 (Convenio de París) y el Convenio de Berna para la Protección de las Obras Literarias y Artísticas, en 1886 (Convenio de Berna). De hecho, uno de los elementos principales de estos convenios es el *principio de trato nacional* (recogido en el artículo 2-¹³ del Convenio de París y en el artículo 5-¹⁴ del Convenio de Berna), según el cual los países miembros de estos convenios deben proteger las invenciones u obras de los nacionales de otros países miembros de los convenios de la misma forma que protegen las de los suyos propios. Con estos convenios comienza a internacionalizarse la regulación de la propiedad intelectual. En este sentido, señala Schmitz Vaccaro (2013) que estos convenios suponen el inicio de la “internacionalización incipiente” (p. 64). Se observa que aquí se instrumentaliza el derecho internacional para proteger los intereses de los grandes inventores y de los países desarrollados, firmantes de estos Convenios (aunque con el paso del tiempo, la gran mayoría de países del mundo los han firmado).

En el periodo comprendido entre la adopción de estos dos tratados internacionales y las dos guerras mundiales, hay que destacar la creación en 1893 de las BIRPI (siglas por su nombre original: *Bureaux Internationaux Réunis pour la Protection de la Propriété Intellectuelle*, en español, Oficinas Internacionales Reunidas para la Protección de la Propiedad Intelectual) y el aumento paulatino de su actividad e importancia, llegando incluso a proponer cambios normativos entre los Estados firmantes de los convenios

13 Artículo 2:

1) Los nacionales de cada uno de los países de la Unión gozarán en todos los demás países de la Unión, en lo que se refiere a la protección de la propiedad industrial, de las ventajas que las leyes respectivas concedan actualmente o en el futuro a sus nacionales, todo ello sin perjuicio de los derechos especialmente previstos por el presente Convenio. En consecuencia, aquéllos tendrán la misma protección que éstos y el mismo recurso legal contra cualquier ataque a sus derechos, siempre y cuando cumplan las condiciones y formalidades impuestas a los nacionales.

14 Artículo 5:

1) Los autores gozarán, en lo que concierne a las obras protegidas en virtud del presente Convenio, en los países de la Unión que no sean el país de origen de la obra, de los derechos que las leyes respectivas conceden en la actualidad o concedan en lo sucesivo a los nacionales, así como de los derechos especialmente establecidos por el presente Convenio.

internacionales antes mencionados. Dado el número de adhesiones a estos convenios, así como la importancia de las BIRPI, se decidió, en la conferencia de revisión de los convenios, que tuvo lugar en 1967 en Estocolmo (Suecia), adoptar el Convenio por el que se establece la Organización Mundial de la Propiedad Intelectual (OMPI). En 1970 se adoptaría el Tratado de Cooperación en materia de Patentes (TCP), creando entonces el llamado *sistema TCP*, de solicitud internacional de patente y protección de las invenciones, y en 1974 la OMPI se convertiría en un organismo especializado de Organización de las Naciones Unidas (ONU). Como observamos, son años con importante actividad a nivel internacional en relación con la protección de la propiedad intelectual, tanto desde un punto de vista institucional (creación de la OMPI y su vinculación a la ONU) como jurídico (adopción del TCP).

A finales de los años 70 y durante los años 80, se promulgan tres leyes en Estados Unidos que muestran la importancia y protagonismo que va adquiriendo la innovación en la economía, no solo del país norteamericano, sino del mundo en general: el *Patent and Trademark Amendment Act* de 1980, el *Federal Courts Improvement Act* de 1982 y el *Drug Price Competition and Patent Term Restoration Act* de 1984. Como se ha señalado anteriormente, el derecho es un producto del contexto histórico y social. En este caso, estas leyes se promulgan como resultado de las presiones del sector privado, que demanda el endurecimiento de la legislación en materia de derechos de propiedad intelectual (Cristancho Escobar, 2017). Estas peticiones surgen en un contexto determinado por varios factores: por una parte, las inquietudes tanto de los empresarios estadounidenses como de los *policy makers* acerca de la pérdida de competitividad de las ventajas comparativas de Estados Unidos (Hunt, 1999); por otra, el surgimiento y auge de empresas intensivas en innovación (principalmente en el ámbito de la computación). Una herramienta para mantener esas ventajas comparativas es la propiedad intelectual y las patentes: sin el consentimiento de su titular, otras empresas no podrían utilizar las innovaciones (tratando así de evitar la piratería y la ingeniería inversa), manteniéndose una posición aventajada en el mercado. Este endurecimiento se realiza mediante

tres vías: aumentar el tiempo de duración de la patente, extender la protección de las patentes a otras materias y otorgar mayor poder a los titulares de las patentes en las demandas por infracción de éstas (Gallini, 2002).

Así, el contenido fundamental de estas tres leyes, que supondrían cambios en los ordenamientos jurídicos nacionales de muchos otros países debido a la influencia estadounidense (Graff, 2010), es, resumidamente, el siguiente. El *Patent and Trademark Amendment Act* de 1980, permite que entidades como, por ejemplo, centros de investigación, universidades o empresas sin ánimo de lucro, sean titulares de las patentes derivadas de las investigaciones realizadas con fondos públicos. En virtud de esta ley, también pueden transferirlas a entidades privadas mediante licencias o a través de la creación de *joint ventures* (Orsi y Coriat, 2006). El *Federal Courts Improvement Act* de 1982 crea la *United States Court of Appeals for the Federal Circuit*, con jurisdicción en todo el país y única con competencia en apelaciones en materia de patentes. Hay que señalar igualmente que este tribunal flexibilizó el criterio de *no obviedad* (actividad inventiva), facilitando la patentabilidad y, por lo tanto, favoreciendo el cercamiento y la apropiación del conocimiento. Finalmente, el *Drug Price Competition and Patent Term Restoration Act* de 1984, pretende, por una parte, aumentar el tiempo efectivo de protección de las patentes, teniendo en cuenta así las pretensiones de la industria farmacéutica acerca del tiempo restante de monopolio para rentabilizar sus inversiones en las investigaciones realizadas y, por otra parte, se facilitaba el procedimiento para validar los medicamentos genéricos.

El siguiente hito, de gran importancia en relación a la regulación y protección de los derechos de propiedad intelectual, es la firma del Acuerdo de Marrakech por el que se establece la Organización Mundial del Comercio, en 1994, promovido por las grandes potencias, interesadas en crear un organismo permanente con personalidad jurídica propia, que sustituyera al GATT (siglas por su nombre original: *General Agreement on Tariffs and Trade*, en español, Acuerdo General sobre Aranceles Aduaneros y Comercio). La inclusión del Anexo IC, titulado *Acuerdo sobre los Aspectos*

de los Derechos de Propiedad Intelectual relativos al Comercio (Acuerdos ADPIC) constituye, en palabras de Schmitz Vaccaro (2013) la “era de la globalización” (p. 64) de la propiedad intelectual, debido a la introducción de ésta en el sistema multilateral de comercio.

Para el presente capítulo resulta de especial interés la sección 5ª de la parte II del Anexo 1C (artículos 27 y siguientes), puesto que establece la protección mínima que los Estados miembros de la OMC deben incorporar a sus ordenamientos internos en materia de patentes. Como hemos indicado anteriormente, la patente delimita qué conocimiento es propiedad del titular de ésta. Los artículos 27, 28 y 33 resultan fundamentales en esta materia, puesto que establecen qué se puede patentar (art. 27)¹⁵, qué derechos tiene el titular de la patente sobre la invención –conocimiento– patentada (art. 28)¹⁶ y cuánto dura la protección de esos derechos (art. 33)¹⁷. Teniendo en cuenta que: los Acuerdos ADPIC están incluidos en el Acuerdo de Marrakech; que todo país que quiera participar en el sistema multilateral de comercio tiene que pertenecer a la OMC –y para ello tiene que ratificar el tratado internacional por el que se establece la OMC, aceptando así, entre otros, los Acuerdos ADPIC, y transponer el contenido de éstos en sus ordenamientos internos–; y que, actualmente, la OMC cuenta con más de 160 miembros, podemos deducir la importancia que supone esta regulación en relación a la apropiación del conocimiento.

15 Principalmente, toda invención que cumpla con las condiciones de patentabilidad –novedad, actividad inventiva y aplicabilidad industrial– es patentable, ya sea de producto o de procedimiento, y en cualquier campo de la tecnología. Sin embargo, los Miembros pueden excluir de la patentabilidad aquellas invenciones cuya explotación comercial suponga un peligro para el orden público o la moralidad, o “proteger la salud o la vida de las personas o de los animales o para preservar los vegetales, o para evitar daños graves al medio ambiente” (art. 27-2). El apartado 3 de este artículo también posibilita a los Miembros del Acuerdo de excluir

a) los métodos de diagnóstico, terapéuticos y quirúrgicos para el tratamiento de personas o animales; b) las plantas y los animales excepto los microorganismos, y los procedimientos esencialmente biológicos para la producción de plantas o animales, que no sean procedimientos no biológicos o microbiológicos.

16 Artículo 28 – Derechos conferidos:

1. Una patente conferirá a su titular los siguientes derechos exclusivos:

a) cuando la materia de la patente sea un producto, el de impedir que terceros, sin su consentimiento, realicen actos de: fabricación, uso, oferta para la venta, venta o importación para estos fines del producto objeto de la patente;

b) cuando la materia de la patente sea un procedimiento, el de impedir que terceros, sin su consentimiento, realicen el acto de utilización del procedimiento y los actos de: uso, oferta para la venta, venta o importación para estos fines de, por lo menos, el producto obtenido directamente por medio de dicho procedimiento.

2. Los titulares de patentes tendrán asimismo el derecho de cederlas o transferirlas por sucesión y de concertar contratos de licencia.

17 La protección otorgada por la patente no será inferior a 20 años desde la solicitud, pudiendo fijar los Estados miembro una duración mayor si lo desean.

Es por ello que, como subrayan Cimoli y Primi (2008), los Acuerdos ADPIC, junto con la normativa estadounidense antes comentada, suponen grandes transformaciones en materia de propiedad intelectual. Es preciso señalar que los Acuerdos ADPIC establecen algunas flexibilidades como, por ejemplo, la que entró en vigor el 23 de enero de 2017, relacionada con el acceso a los medicamentos esenciales por parte de los países en vías de desarrollo o menos desarrollados (Junco, 2018). No obstante, algunos países tratan de evitar estas flexibilidades a través de la inclusión, principalmente en tratados bilaterales, de las conocidas como *disposiciones ADPIC Plus*. Éstas son cláusulas que establecen criterios más rígidos o que profundizan la protección de la propiedad intelectual ya que los Acuerdos ADPIC son mínimos que los Estados miembro deben incorporar a sus ordenamientos internos. Un ejemplo de *disposición ADPIC Plus* es la inclusión en un tratado de libre comercio de la obligatoriedad de adherirse a un convenio internacional de protección de propiedad intelectual, como ocurre en el Tratado entre México, Estados Unidos y Canadá (T-MEC), firmado el 30 de noviembre de 2018¹⁸ y en vigor desde el 1 de julio de 2020, en su artículo 20-7. Se considera que este artículo contiene una *disposición ADPIC Plus* porque obliga a los tres países a ratificar el Protocolo concerniente al Arreglo de Madrid relativo al Registro Internacional de Marcas, de 1989. En este caso, el único de los tres países que no lo había firmado cuando se negoció el T-MEC era Canadá.

Finalizaremos este breve recorrido histórico mencionando la adopción del Tratado sobre el Derecho de Patentes (TDP), y su Reglamento, en 2000. Pese a que, por el momento, solo hay 42 partes contratantes¹⁹, es un texto normativo para tener en cuenta, puesto que trata de “facilitar los trámites administrativos y procedimentales a los solicitantes de patentes” (Fernández Rozas, 2013, p. 973), lo que podríamos considerar que favorece la apropiabilidad del conocimiento.

18 El 10 de diciembre de 2019 se firmó su Protocolo Modificatorio.

19 https://wipo.int/treaties/ShowResults?start_year=ANY&end_year=ANY&search_what=C&code=ALL&treaty_id=4 (consultado el 14/01/2020)

Observamos que, tanto la propiedad intelectual en general como la patente en particular no son creaciones recientes, es decir, no son fruto del capitalismo contemporáneo. El derecho ha ido modificándose y profundizando en esta materia a medida que el contexto ha ido cambiando y que los grupos de poder han tenido intereses en ello. Así, la regulación que comenzó como una forma de premiar a inventos útiles para los gobiernos en un periodo determinado, ha llegado a convertirse en una regulación global que obliga a más de 160 países.

Cabe destacar que los grandes cambios globales en materia de regulación de la propiedad intelectual ocurren a partir de los años 80 y van profundizándose a medida que aumenta la importancia del aspecto cognitivo, del trabajo intelectual, en el capitalismo contemporáneo. Los tratados internacionales, en virtud del derecho internacional, crean derechos y obligaciones a las partes contratantes ²⁰ de ahí que se haya instrumentalizado también el derecho internacional en esta materia para la consecución de determinados intereses (principalmente los de los países desarrollados y sus corporaciones multinacionales).

Terminaremos este apartado señalando cuáles son, actualmente, las llamadas *condiciones de patentabilidad*, esto es, aquellos criterios, condiciones o requisitos positivos o negativos (Rangel Medina, 1998) que, según la doctrina, deben cumplirse para que una invención pueda ser patentada. Siguiendo a Broseta y Martínez (2019), las positivas son:

Novedad: la invención no tiene que estar en el estado de la técnica, esto es, no tiene que estar publicada anteriormente la misma invención;

Actividad inventiva: la invención debe ser resultado de una actividad, no puede ser evidente u obvia ni fácilmente obtenible por una persona con un nivel medio de conocimientos en el área;

20 La Convención de Viena sobre el Derecho de los Tratados, de 1969, establece en su artículo 26: "*Pacta sunt servanda*. Todo tratado en vigor obliga a las partes y debe ser cumplido por ellas de buena fe". El brocardo en latín *pacta sunt servanda* significa que los pactos deben cumplirse. Se trata de un principio básico tanto en el derecho civil como en el derecho internacional. Aquellos tratados para los que no sea aplicable este artículo (por ejemplo, aquellos tratados internacionales vigentes antes de la entrada en vigor de esta convención -1980-), se aplica, por ser costumbre internacional -y por tanto, fuente del derecho internacional- el principio *pacta sunt servanda*.

Aplicabilidad industrial: esto significa que la invención debe poder utilizarse en el ámbito industrial, descartando, por ejemplo, las teorías o aquellas invenciones que se apliquen en actividades no industriales.

En cuanto a las condiciones negativas, se trata de prohibiciones establecidas por el ordenamiento jurídico, es decir, que algunas invenciones, pese a cumplir con las condiciones positivas de patentabilidad, no podrán ser patentadas. Por ejemplo, aquellas que vayan contra la moral u orden públicos.

En este apartado se realizó un breve recorrido histórico por los principales hitos de la regulación de la propiedad intelectual, principalmente las patentes. Se observa que se ha ido endureciendo y aumentando la normativa en materia de protección de los derechos de propiedad intelectual, así como extendiendo su ámbito de aplicación, encontrándonos actualmente en una globalización económica que incluye no solo los bienes, servicios y capitales, sino también la propiedad intelectual. A medida que van creciendo las necesidades de protección y apropiación del conocimiento por aquellas personas o grupos con poder, el derecho se va adaptando a esas pretensiones: de la misma forma que a finales del siglo XIX los grandes inventores presionaron y fruto de ello se adoptó el Convenio de París para la Protección de la Propiedad Industrial de 1883, la inclusión de la propiedad intelectual en el Acuerdo de Marrakech por el que se establece la Organización Mundial del Comercio, un siglo más tarde, fue resultado, entre otras, de las presiones de la industria farmacéutica estadounidense en la labor de *lobby* de Estados Unidos (Pistor, 2019).

Se exponen ahora una serie de estrategias legales y negocios jurídicos en materia de patentes, con el fin de poder ilustrar lo indicado a lo largo de este capítulo: la utilización del derecho como instrumento para la apropiación privada del conocimiento.

Estrategias legales y negocios jurídicos en materia de patentes

En la base del capitalismo se encuentran la propiedad privada y el ánimo de lucro. Pese a las posibilidades de desarrollo y progreso que ofrecen tanto el conocimiento en general, cuanto la ciencia, tecnología e innovación en particular, el cercamiento del conocimiento, la creación artificial de su escasez, y su apropiación privada, por medio del derecho, permiten la obtención de ganancias a través de la posición monopolística creada en el mercado (aumento de precios) o a través de la especulación. Señalan Delgado Wise (2015), Delgado Wise y Chávez (2016) y la Organización Internacional para las Migraciones (OIM, 2016) que asistimos actualmente a una reestructuración de los sistemas de innovación, cuyo cuarto eje es las nuevas formas de control de las agendas de investigación y de apropiación de los productos del trabajo científico-tecnológico. En este mismo sentido, Foladori (2014) habla incluso de *ciencia ficticia*, en alusión al *capital ficticio*, para referirse a aquellas investigaciones e innovaciones que no buscan el bienestar social y el desarrollo humano, sino la especulación, la acumulación y la ganancia. El conocimiento cercado en el título de la patente, y apropiado por el titular de ésta, no tiene porqué necesariamente traducirse en una mejora social, sino que puede ser instrumentalizado, utilizado como una forma de aumentar el poder de negociación sobre otras empresas (Llobet, 2014) o como una forma de tener controlado el mercado, llegando incluso a bloquearlo (Foladori, 2014). Añaden también Kultti, Takalo y Toikka (2006) que patentar puede ser una estrategia defensiva: dado el derecho al monopolio concedido por la normativa de patentes, una empresa puede patentar una innovación para evitar que lo haga otra.

Encontramos en el mundo del derecho toda una serie de estrategias legales y negocios jurídicos relacionados con las patentes lo que, como se verá a continuación, confiere gran importancia, desde un punto de vista empresarial y económico, a esta institución jurídica. Es por ello que se considera interesante dedicar este apartado a varias de esas estrategias y negocios,

con el objetivo de ilustrar lo que se viene sosteniendo en este trabajo: la utilización del derecho para la apropiación privada del conocimiento.

Una primera estrategia legal es la elección entre patentar o mantener en secreto comercial una determinada invención. Ambas opciones protegen el conocimiento, la propiedad industrial, pero de manera distinta, puesto que son dos figuras diferentes. En la patente, el conocimiento se expresa en el propio documento y se hace público. Se confiere entonces una protección que, como se ha indicado anteriormente con relación a los Acuerdos ADPIC, generalmente es de 20 años desde la solicitud. Se puede acceder públicamente al contenido de la patente y, por lo tanto, conocer en qué consiste la invención registrada. La normativa protege, principalmente, frente a un uso no autorizado por el titular de la patente. El fundamento del secreto comercial es diferente: existe un número limitado de personas que conocen la información confidencial, que se quiere proteger mediante la no divulgación y la no publicación, y la normativa protege precisamente frente a esa difusión no autorizada. Así, la protección en la patente es frente al uso no autorizado y en el secreto comercial, frente a la divulgación no autorizada. Teniendo en cuenta esto, una primera estrategia legal consiste en escoger entre estas dos opciones o, simplemente, no proteger el conocimiento. En la decisión entran en juego varios condicionantes como, por ejemplo, conocer la existencia de estas opciones o disponer de asesoría jurídica especializada, el coste de cada una de ellas, o incluso conocer qué estrategia están siguiendo las empresas del entorno. Con relación a esto último, otra estrategia es realizar investigación y desarrollo en temáticas que no interesen a corporaciones con alto poder de litigación, evitando así posibles demandas por infracción de derechos de patentes y los consiguientes gastos que ello conlleva (Lerner, 1995).

En este sentido hay que hacer especial mención al conocido como *patent troll*, esto es, una persona o empresa que adquiere la titularidad de patentes con el fin de demandar a otras corporaciones que utilicen la invención sin su autorización (McDonough, 2006). Se trata ésta de otra estrategia legal relacionada con las patentes, y un ejemplo de la mercantilización del conocimiento. Puede resultar muy lucrativo para estas empresas, y muy

costoso para las partes demandadas. Señalan igualmente Kiebzak, Rafert y Tucker (2016) que la litigación frecuente, como es el caso de la conducta realizada por los *patent trolls*, influye de manera negativa en las inversiones en capital-riesgo.

Volviendo a la opción de patentar, otra estrategia legal utilizada es estudiar detenidamente qué conocimiento se quiere incorporar en la propia solicitud de la patente y cuál no. Aquí hay que tener en cuenta dos elementos: por una parte, la invención debe cumplir con los requisitos positivos arriba mencionados –novedad, actividad inventiva y aplicabilidad industrial– lo que se traduce en que no se puede limitar demasiado la información aportada en la solicitud, de lo contrario podría ser rechazada; por otra parte, se protege la información aportada, es decir, que cuanto más información contenga la patente, más quedará protegida. Sin embargo, la publicidad exigida a cambio de la protección otorgada permite a las empresas de la competencia conocer en qué punto se encuentra la corporación solicitante, así como en qué punto se encuentra en sus investigaciones. Por lo tanto, estudiar detenidamente todos estos elementos permite al solicitante de la patente tomar una decisión acerca de cuánto conocimiento tiene que incorporar a la solicitud para que ésta sea aprobada, y cuánto quiere desvelar.

Cuando se es titular de una patente, hay varias estrategias y negocios posibles: utilizar la invención patentada, realizar el *patent trolling* antes mencionado, licenciar la patente o cederla, entre otros que estudiaremos a continuación. En el contrato de licencia, el titular de la patente (licenciador) autoriza a otra persona (licenciataria) a explotarla a cambio de una contraprestación que, generalmente, es económica: un pago en *royalties* (Broseta y Martínez, 2019). También puede ser exclusiva o no exclusiva, dependiendo de si el licenciante puede, por ejemplo, seguir utilizando la invención o realizar contratos de licencia con otras personas. En la licencia puede determinarse la extensión temporal y territorial, es decir, la duración de la licencia y para qué territorios se aplicará el contrato. Hay que mencionar igualmente la licencia obligatoria, que es aquella en la que el titular de la patente es obligado a conceder la licencia. El Convenio de París

incluye la posibilidad, para potenciales licenciarios, de solicitar licencias obligatorias si se cumplen determinados requisitos [art. 5-A-4)]²¹. La cesión de la patente, por su parte, consiste en la transmisión de la titularidad de ésta: el cesionario se convierte en el nuevo titular y el cedente pierde todos sus derechos de propiedad industrial sobre la invención patentada. El nuevo titular adquirirá igualmente las obligaciones como, por ejemplo, el pago de la cuota de mantenimiento.

Otras estrategias legales o negocios jurídicos posibles son el copatentamiento, el *patent pool* y la revelación selectiva de conocimientos. Veamos en qué consisten cada uno de éstos. El copatentamiento es la cotitularidad de la patente. Esto se traduce en que varias personas (o empresas) pueden utilizar la invención registrada sin que sea necesaria una licencia o una cesión, teniendo todas los mismos derechos y obligaciones. Hay tres tipos distintos dependiendo de si las empresas son de la misma industria (intra-industrial), de distintas industrias (inter-industrial) o si uno de los titulares es una universidad (Belderbos *et al.*, 2014). La *patent pool* es distinta. Ésta consiste en poner en común determinadas patentes para que puedan ser usadas por las distintas empresas asociadas, lo que permite el acceso a patentes de otras empresas y tener seguridad jurídica, evitando posibles demandas por infracción de derechos de patentes (Lis-Gutiérrez, 2015). Hay varios elementos para tener en cuenta a la hora de decidir unirse: cuántas empresas formarán parte, qué patentes serán incluidas, cómo se repartirán los resultados obtenidos, etcétera. Destacan Gambardella y Panico (2014) la importancia del poder de las empresas a la hora de participar, distinguiendo entre el poder de decisión y el poder de negociación: “el poder de decidir el reparto de los derechos de decisión durante la estipulación del contrato, lo que llamamos poder de contratación; y el poder de capturar el valor de la innovación, lo que llamamos poder de negociación” (p. 904, traducción propia). Finalmente, la revelación selectiva de conocimientos puede resultar una estrategia interesante ya que consiste

21 Artículo 5-A-4): Una licencia obligatoria no podrá ser solicitada por causa de falta o de insuficiencia de explotación antes de la expiración de un plazo de cuatro años a partir del depósito de la solicitud de patente, o de tres años a partir de la concesión de la patente, aplicándose el plazo que expire más tarde; será rechazada si el titular de la patente justifica su inacción con excusas legítimas. Dicha licencia obligatoria será no exclusiva y no podrá ser transmitida, aun bajo la forma de concesión de sublicencia, sino con la parte de la empresa o del establecimiento mercantil que explote esta licencia.

en dar a conocer determinados conocimientos solicitando alguna contraprestación, sin necesidad de realizar un contrato de licencia.

Finalmente, se puede mencionar también, como negocios o estrategias relacionadas con las patentes, la absorción de otra empresa y el *strategic investment*. En el primer caso, la estrategia consiste en comprar otra empresa adquiriendo así su cartera de patentes, es decir, la titularidad de éstas (y demás propiedad intelectual) de la empresa adquirida. Es algo común, por ejemplo, en Silicon Valley, donde las *start-up* van generando propiedad intelectual y, posteriormente, son absorbidas por grandes corporaciones, adquiriendo la propiedad intelectual de éstas. El *strategic investment* es distinto, ya que se trata de inyecciones de capital a cambio del control de la totalidad o parte de la empresa o de la obtención de información sobre el conocimiento de la empresa o sus líneas de investigación y rentabilizar de esta manera la inversión realizada (Graffagnini, 2009). Esta estrategia permite entonces obtener una parte o la totalidad del conocimiento que se está generando en la empresa en la que se invierte el capital, consiguiendo influir en, o incluso determinar, la dirección de las investigaciones que se llevan a cabo en ésta.

Se observa, por lo tanto, que existe toda una serie de estrategias legales o negocios jurídicos en materia de patentes que suponen la mercantilización del conocimiento. El conocimiento de éstas resulta importante para las corporaciones puesto que les permite mejorar su posición en el mercado, aumentar su valor bursátil y, principalmente, obtener ganancias. Las grandes corporaciones tendrán mayores facilidades para llevar a cabo estas estrategias o negocios que las pequeñas, ya sea por su poder de negociación y de mercado o, simplemente, por tener una mayor facilidad de acceso a especialistas en materia legal.

Conclusiones

Con el objetivo de analizar críticamente la relación entre derecho y apropiación del conocimiento, en este capítulo se ha comenzado estableciendo la

perspectiva teórica que considera que el derecho es un producto histórico-social de regulación no neutra. El breve repaso histórico muestra cómo la normativa va cambiando y evolucionando a medida que determinados grupos de poder (grandes inventores, corporaciones multinacionales, etcétera) van realizando solicitudes o mostrando sus pretensiones a los órganos legislativos o, el propio poder, sin necesidad de esas pretensiones, lo hace *motu proprio* (en el caso, por ejemplo, de los premios concedidos por el Rey a los inventores en aquellas invenciones que resultan de interés para la Corona).

Actualmente la normativa se ha endurecido y se ha profundizado en los derechos de propiedad intelectual de los titulares, hasta el punto de adoptar textos internacionales cuyos preceptos deben trasponerse a los ordenamientos nacionales de los países firmantes. Así, en la mayoría de países, para que una invención sea patentable deberá cumplir unas determinadas condiciones de patentabilidad y, una vez concedida la patente, los derechos mínimos que ésta deberá proteger, están determinados en esta normativa internacional. Todo esto muestra la importancia del derecho en la apropiación privada del conocimiento, a lo que hay que sumar una serie de estrategias legales y negocios jurídicos que muestran que el conocimiento se ha mercantilizado y que el derecho ha servido de instrumento para ello.

No obstante, teniendo en cuenta lo sostenido acerca de que el derecho es un producto histórico-social, no neutro, y que su contenido viene determinado por los intereses dominantes, por el poder y la influencia de los contrapoderes, hay autores que entienden que hay espacio para un derecho alternativo. Por ejemplo, Luigi Ferrajoli considera que el derecho es la *ley del más débil* (Ferrajoli, 2014), esto es, una limitante al poder y, por lo tanto, un instrumento de garantía para las personas más desfavorecidas. Boaventura de Sousa Santos, por su parte, considera que el derecho, de la misma forma que está siendo instrumentalizado por las clases poderosas, podría ser utilizado como una herramienta emancipatoria por las clases subalternas (Santos, 2012).

En relación a la apropiación del conocimiento, un derecho alternativo pensado según lo expuesto por estos dos autores podría ser, por ejemplo, aquél que limitaría la materia apropiable (i.e. excluir los conocimientos tradicionales) o los derechos de los titulares, permitiendo así que los países en vías de desarrollo pudieran utilizar libremente determinados avances científico-tecnológicos de los países más avanzados –o, por ejemplo, permitir en alguna medida la ingeniería inversa, utilizada en otras épocas por actuales potencias, para desarrollarse– con el objetivo de alcanzar mayor desarrollo, progreso y bienestar para sus poblaciones; o incluso considerar la propiedad intelectual como la excepción (como en el caso de Ecuador), siendo libre el acceso al conocimiento y su utilización por ser considerado un bien común. Teniendo en cuenta la importancia del conocimiento en el desarrollo, el bienestar social, e incluso la convivencia del ser humano en armonía con la naturaleza, resulta fundamental reconocer esa importancia, evitando relegarlo a la categoría de mera mercancía.

Fuentes

- Álvarez, D.F., Salazar, O.E. y Padilla, J.C. (2015). "Teoría de la propiedad intelectual. Fundamentos en la filosofía, el derecho y la economía". *Civilizar*, vol. 15, no. 28, pp. 61-76.
- Aparisi, A. (1997). Introducción al concepto de derecho. En De Lucas, J. (coord.), *Introducción a la teoría del derecho*, 3ª Edición, pp. 25-42. Valencia, Tirant lo Blanc.
- Atienza, M. (2017). *Filosofía del Derecho y transformación social*. Madrid, Editorial Trotta.
- Baker, D., Jayadev, A. y Stiglitz, J.E. (2017), "Innovation, intellectual property, and development: a better set of approaches for the 21st century", *Center for Economic and Policy Research*. Recuperado de <http://cepr.net/images/stories/reports/baker-jayadev-stiglitz-innovation-ip-development-2017-07.pdf>

- Belderbos, R., Cassiman, B., Faems, D., Leten, B. y Van Looy, B. (2014). "Co-ownership of intellectual property: Exploring the value-appropriation and value-creation implications of co-patenting with different partners". *Research Policy*, vol. 43, no. 5, pp. 841-852. <https://doi.org/10.1016/j.respol.2013.08.013>
- Bonetto, M.S. y Piñero, M.T. (1994). "Teoría crítica del derecho". *Revista Estudios*, no. 3, pp. 63-71.
- Broseta, M. y Martínez, F. (2019). *Manual de derecho mercantil* (26ª ed.). Madrid, Editorial Tecnos.
- Cárcova, C. (1988). "Acerca de las funciones del Derecho". *Crítica jurídica*, no. 9, pp. 47-58.
- Castells, M. (2005). *La Era de la Información: Economía, sociedad y cultura*, vol. I: La sociedad Red (5ª ed.), D.F., Siglo XXI editores.
- Cimoli, M. y Primi, A. (2008). "Propiedad intelectual y desarrollo: una interpretación de los (nuevos) mercados del conocimiento". En Martínez Piva, J.M. (coord.), *Generación y protección del conocimiento: propiedad intelectual, innovación y desarrollo económico*, pp. 29-58. D.F., Comisión Económica para América Latina y el Caribe.
- Correas, O. (2005). *Crítica de la ideología jurídica. Ensayo sociosemiológico*, 2ª ed., D.F., UNAM, Ediciones Coyoacán.
- Cristancho Escobar, F. (2017). "La propiedad intelectual en los acuerdos ADPIC plus suscritos por Colombia: una visión desde la teoría económica de los derechos de propiedad". *CES Derecho*, vol. 8, no. 1, pp. 124-138. Recuperado de <https://revistas.ces.edu.co/index.php/derecho/article/view/4274/2753>
- Delgado Wise, R. (2015). "Unravelling Highly Skilled Migration from Mexico in the Context of Neoliberal Globalization". En Castles, S., Ozkul, D. y Arias, M. (eds.), *Social Transformation and Migration. National and Local Experiences in South Korea, Turkey, Mexico and Australia*, Londres, Palgrave Macmillan, pp. 201-217.
- Delgado Wise, R. y Chávez, M. (2016). "¡Patentad, patentad!": apuntes sobre la apropiación del trabajo científico por las grandes corporaciones multinacionales". *Observatorio del desarrollo*, vol. 5, no. 15, pp. 1-12.

- Fernández Rozas, J.C. (2013) "Entrada en vigor del Tratado sobre el Derecho de Patentes de 1 junio 2000". *Anuario Español de Derecho Internacional Privado*, vol. 13, pp. 971-975.
- Ferrajoli, L. (2014). *Derechos y garantías. La ley del más débil*, 8ª ed., Madrid, Editorial Trotta.
- Foladori, G. (2014). "Ciencia ficticia". *Estudios críticos del desarrollo*, vol. 4, no. 7, pp. 41-66.
- Fumagalli, A. (2010). *Bioeconomía y capitalismo cognitivo. Hacia un nuevo paradigma de acumulación*, Madrid, Traficantes de Sueños.
- Gallini, N. (2002). "The Economics of Patents: Lessons from Recent U.S. Patent Reform". *Journal of Economic Perspective*, vol. 16, no. 2, pp. 131-154.
- Gambardella, A. y Panico, C. (2014). "On the Management of Open Innovation". *Research Policy*, vol. 43, no. 5, pp. 903-913. <https://doi.org/10.1016/j.respol.2013.12.002>
- Gascón, P. (2008). "La economía del conocimiento o la reinención del capitalismo". *Veredas*, vol. 9, no. 17, pp. 7-30.
- Graff, G. (2010). "¿Ecos de la Ley Bayh-Dole? Un Estudio de las Políticas de PI y de Transferencia de Tecnología en las Economías Emergentes y en Desarrollo". En Anguita, P., Díaz, F., Chi-Ham, C.L., Villena, A., Bas, F. y Bennett, A.B. (eds.), *Propiedad Intelectual e Innovación en Agricultura y en Salud: Un Manual de Buenas Prácticas*, Santiago de Chile, Fundación para la Innovación Agraria; PIPRA, pp. 101-131).
- Graffagnini, M.J. (2009). "Corporate Strategies for Nanotech Companies and Investors in New Economic Times". *Nanotechnology Law & Business*, vol. 6, no. 2, pp. 251-276.
- Granstrand, O. (1999). *The Economics and Management of Intellectual Property: Towards Intellectual Capitalism*. Cheltenham: Edward Elgar Publishing.

- Hunt, R.M. (1999). "Nonobviousness and the Incentive to Innovate: An Economic Analysis of Intellectual Property Reform". *Federal Reserve Bank of Philadelphia*, Working Paper N°. 99-3. <http://dx.doi.org/10.2139/ssrn.160674>
- Junco, N. (2018). "Las flexibilidades del derecho de patentes en la regulación de la Organización Mundial del Comercio". *Revista La Propiedad Inmaterial*, no. 25, pp. 49-71. <https://doi.org/10.18601/16571959.n25.03>
- Kelsen, H. (2009). *Teoría pura del derecho*, 4ª ed., Buenos Aires, Eudeba.
- Kiebzak, S., Rafert, G. y Tucker, C. (2016). "The effect of patent litigation and patent assertion entities on entrepreneurial activity". *Research Policy*, vol. 45, no. 1, pp. 218-231. <https://doi.org/10.1016/j.respol.2015.07.002>
- Kultti, K., Takalo, T. y Toikka, J. (2006). "Simultaneous Model of Innovation, Secrecy, and Patent Policy". *American Economic Review*, vol. 96, no. 2, pp. 82-86. [dx.doi.org/10.1257/000282806777211928](https://doi.org/10.1257/000282806777211928)
- Lerner, J. (1995). "Patenting in the Shadow of Competitors". *Journal of Law and Economics*, vol. 38, no. 2, pp. 463-495. <https://doi.org/10.1086/467339>
- Lis-Gutiérrez, J. (2015). "Los consorcios de patentes como alternativa de gestión de los derechos de propiedad industrial". Recuperado de <https://ssrn.com/abstract=2780956>
- Llobet, G. (2003). "Patentes, premios y contratos de investigación para recompensar a los innovadores". *Economía Industrial*, no. 339, pp. 127-134.
- Llobet, G. (2014). "La licencia de patentes en estándares tecnológicos". *Economía Industrial*, no. 393, pp. 51-58.
- Mateo, J.L. (2006). "Sociedad del conocimiento". *Arbor*, vol. 182, no. 718, pp. 145-151. Recuperado de <http://arbor.revistas.csic.es/index.php/arbor/article/view/18/18>
- McDonough III, J.F. (2006). "The Myth of the Patent Troll: An Alternative View of the Function of Patent Dealers in an Idea Economy", *Emory Law Journal*, vol. 56, pp. 189-228. Recuperado de <http://ssrn.com/abstract=959945>

- Miró, F. (2007). "El futuro de la propiedad intelectual desde su pasado. La historia de los derechos de autor y su porvenir ante la revolución de internet". *Revista de la Facultad de Ciencias Sociales y Jurídicas de Elche*, vol. 1, no. 2, pp. 103-155.
- Organización Internacional para las Migraciones. (2016). *Migración calificada y desarrollo: Desafíos para América del Sur*. Buenos Aires, OIM.
- Organización Mundial de la Propiedad Intelectual. (2016). *Principios básicos de la propiedad industrial*. Ginebra, OMPI.
- Organización para la Cooperación y el Desarrollo Económico. (1996). *The Knowledge-Based Economy, OCDE/GD(96)102*. París, OCDE.
- Orsi, F. y Coriat, B. (2006). "The New Role and Status of Intellectual Property Rights in Contemporary Capitalism". *Competition & Change*, vol. 10, no. 2, pp. 162-179. <https://doi.org/10.1179/102452906X104222>
- Pagano, U. (2014). "The crisis of the intellectual monopoly capitalism". *Cambridge Journal of Economics*, vol. 38, no. 6, pp. 1409-1429. <https://doi.org/10.1093/cje/beu025>
- Pistor, K. (2019). *The Code. How the Law Creates Wealth and Inequality*. Princeton: Princeton University Press.
- Ponchek, T. (2016). "The Emergence of the Innovative Entity: Is the Patent System Left Behind?". *The John Marshall Review of Intellectual Property Law*, vol. 16, no. 1, pp. 65-114.
- Ramírez, A. (2009). "La teoría del conocimiento en investigación científica: una visión actual". *Anales de la facultad de medicina*, vol. 70, no. 3, pp. 217-224.
- Ramírez, R. y Guijarro, J. (2018). "Conocimientos o barbarie: argumentos contra la dependencia cognitiva en América Latina (reflexiones críticas y utópicas a 100 años de Córdoba)". *Integración y Conocimiento*, vol. 7, no. 2, pp. 22-36.
- Rangel Medina, D. (1998). *Requisitos de patentabilidad en Derecho intelectual*. Ciudad de México, McGrawHill; Universidad Nacional Autónoma de México.

- Sáiz, P. y Lobato, L.L. (2012). "Breve historia de la propiedad industrial y de su relación con la actividad innovadora". En De Couto, R.M. y Sánchez-Ramos, C. (coords.), *Seguros y patentes*, Madrid, Factoría I+D, pp. 15-33.
- Santos, B.S. (2012). *Derecho y emancipación*. Quito, Corte Constitucional para el Período de Transición.
- Schmitz Vaccaro, C. (2005). *Propiedad intelectual a la luz de los Tratados de Libre Comercio*. Santiago de Chile, Editorial LexisNexis.
- Schmitz Vaccaro, C. (2013). "Evolución de la regulación internacional de la propiedad intelectual". *Revista La Propiedad Inmaterial*, no. 17, pp. 63-92.
- Trujillo, I. (2015). "Iusnaturalismo tradicional clásico, medieval e ilustrado". En Fabra, J.L. y Núñez, A. (eds.), *Enciclopedia de Filosofía y Teoría del Derecho*, vol. 1. D.F., Universidad Nacional Autónoma de México, Instituto de Investigaciones Jurídicas, pp. 3-35.
- Vercellone, C. (2016). "Capitalismo cognitivo y economía del conocimiento. Una perspectiva histórica y teórica". En Sierra Caballer, F. y Maniglio, F. (coords.), *Capitalismo financiero y comunicación*. Quito: Ediciones Ciespal, pp. 17-49.
- Zukerfeld, M. (2011). "Las regulaciones del acceso a los conocimientos en el período preindustrial. Introducción a una sociología histórica de la propiedad intelectual". *Redes*, vol. 17, no. 32, pp. 17-37.

Disposiciones jurídicas:

- Acuerdo de Marrakech por el que se establece la Organización Mundial del Comercio, del 15 de abril de 1994. Recuperado de https://www.wto.org/spanish/docs_s/legal_s/04-wto.pdf
- Anexo 1C del Acuerdo de Marrakech: Acuerdo sobre los Aspectos de los Derechos de Propiedad Intelectual relacionados con el Comercio, en vigor desde el 1 de enero de 1995. Recuperado de https://www.wto.org/spanish/docs_s/legal_s/27-trips.pdf

Convenio de Berna para la Protección de las Obras Literarias y Artísticas, de 9 de septiembre de 1886, enmendado el 28 de septiembre de 1979. Recuperado de <https://wipolex.wipo.int/es/text/283694>

Convención de Viena sobre el Derecho de los Tratados, de 23 de mayo de 1969. Recuperado de <https://www.wipo.int/export/sites/www/wipolex/es/pdf/viena-convention-es.pdf>

Convenio de París para la Protección de la Propiedad Industrial, de 20 de marzo de 1883, enmendado el 28 de septiembre de 1979. Recuperado de <https://wipolex.wipo.int/es/text/287557>

Convenio que establece la Organización Mundial de la Propiedad Intelectual, firmado en Estocolmo el 14 de julio de 1967 y enmendado el 28 de septiembre de 1979. Recuperado de <https://wipolex.wipo.int/es/text/283834>

Protocolo Modificatorio al Tratado entre los Estados Unidos Mexicanos, los Estados Unidos de América y Canadá, firmado el 10 de diciembre de 2019, en vigor desde el 1 de julio de 2020. Recuperado de https://www.gob.mx/cms/uploads/attachment/file/516595/Protocolo_Esp_BIS_COTEJO_SE_SRE.pdf

Tratado entre los Estados Unidos Mexicanos, los Estados Unidos de América y Canadá, firmado el 30 de noviembre de 2018, en vigor desde el 1 de julio de 2020. Recuperado de <https://www.gob.mx/t-mec/acciones-y-programas/textos-finales-del-tratado-entre-mexico-estados-unidos-y-canada-t-mec-202730?state=published>

¿Apropiación de las tecnologías disruptivas? Casos concretos²²

María de los Ángeles Ortiz Espinoza

Doctora en Estudios del Desarrollo, Universidad Autónoma de Zacatecas.

Introducción

El cómputo en la nube, la digitalización, el Internet de las cosas (IoT) y la inteligencia artificial, son ejemplos de importantes avances tecnológicos que han irrumpido en la vida diaria y el entorno industrial. La reducción de tiempos y procesos; el acceso a regiones antes inalcanzables o económicamente inexplorables, tanto en el cuerpo humano como en los ecosistemas; la generación de grandes cantidades de información y la disminución de mano de obra requerida para la ejecución de algunas tareas, son algunas de las repercusiones de la implementación de estas tecnologías.

En este sentido, existen dos posturas con respecto a las repercusiones que los avances tecnológicos han tenido sobre la esfera social. Por un lado, hay quienes afirman que las nuevas tecnologías favorecen a la consecución de una mejor calidad de vida reduciendo riesgos laborales, incrementando la esperanza de vida o permitiendo el acceso a los grandes cúmulos de información. Al mismo tiempo, está presente la perspectiva que anticipa los posibles riesgos de estas tecnologías en cuanto a sus afectaciones a la cadena productiva: la suplantación de la fuerza laboral humana, la sobreproducción de ciertos productos, y la extinción de trabajos existentes, por mencionar algunas.

22 El presente texto retoma parte de la investigación realizada en colaboración con Cidesi sobre el impacto social de las tecnologías disruptivas de la Industria 4.0 y actualmente se trabaja como parte del proyecto Conacyt: Ciencia de Frontera 2019 No. 304320

Aunque es probable que ambas posturas encierren algo de verdad, hay casos en los que algunas de estas tecnologías han sido retomadas, en su mayoría, por grupos de la sociedad civil organizada, a fin de contribuir a la resolución de problemas sociales. El presente texto pretende revisar algunos casos de éxito en los que se han usado tecnologías disruptivas propias de la Industria 4.0 para finalidades distintas a la producción como lo es la satisfacción de ciertas demandas sociales o la disminución de algunas de sus problemáticas; para esto, se analizan algunos casos concretos que han contribuido para tal fin. Además de estos, serán revisados algunos ejemplos, también concretos, de algunos de los riesgos atribuibles a las tecnologías disruptivas vinculadas a la Industria 4.0, a fin de dilucidar una primera aproximación respecto del potencial de las mismas fuera de la cadena de producción.

Además de esta introducción, el presente trabajo se divide en cuatro partes. Primero, se describen algunas consideraciones teóricas referentes a la potencialidad del avance tecnológico para la resolución de problemas sociales, asumiendo que éste surge con la finalidad de incrementar la producción. Posteriormente, se describen algunas de las ventajas y riesgos percibidos por las organizaciones internacionales en lo que toca a la implementación de tecnologías disruptivas. En seguida, se expondrán algunos casos concretos relacionados con la apropiación de estas tecnologías haciendo hincapié en aquellas que son retomadas por la sociedad civil organizada para la resolución de problemas sociales. Finalmente, serán expuestas algunas conclusiones. Por cuestiones de espacio, el presente texto no profundiza en cuestiones técnicas sobre el funcionamiento de las tecnologías propuestas ni desarrolla un análisis profundo de los casos expuestos.

Una breve acotación teórica

Uno de los principales postulados del núcleo duro de la ciencia marxista es la consideración de que, para que haya historia, los seres humanos deben transformar la naturaleza para producir sus medios de existencia

(Burawoy 1990). De este postulado deriva un primer paso para el desarrollo del método materialista: exponer el proceso de producción material, esto es, lo necesario para la reproducción y el mantenimiento de las condiciones de vida; es preciso explicar cómo se producen los medios de existencia y cómo se organiza la sociedad para producirlos; de aquí la inferencia de que toda técnica se desarrolla para incrementar la producción (Marx y Engels 2014). Este postulado concuerda con el desarrollo de las llamadas tecnologías disruptivas de la Industria 4.0, las cuales han modificado no sólo los procesos de producción, sino la vida cotidiana. El cómputo en la nube, la digitalización, el Internet de las cosas (IoT) y la inteligencia artificial, son ejemplos representativos de estas tecnologías que, indudablemente, han tenido importantes afectaciones en los tiempos y procesos de producción, en la generación de grandes cantidades de información y en la disminución de mano de obra requerida para la ejecución de ciertas tareas.

Igualmente, es necesario explicar cómo se da el intercambio y qué tipo de Estado genera; derivado de lo anterior surgen las distintas formas de conciencia (Marx y Engels 2014). Marx y Engels (2014) parten de la premisa de la existencia de seres humanos que necesitan subsistir, para lo cual deben establecer medios para la satisfacción de necesidades; al desarrollar estos medios, se van generando nuevas. Dichas necesidades pretenden ser cubiertas por la producción industrial, pero algunas de las mismas no se satisfacen a través del intercambio, lo que da lugar a la participación del Estado para proporcionar ciertas capacidades fundamentales a la población y que esta pueda insertarse en el sistema laboral; tal es el caso de las políticas sociales y las políticas educativas que buscan la generación de nuevas capacidades para la industria. Más aún, en ocasiones, el Estado no es lo suficientemente capaz de atender todas las problemáticas sociales derivadas de la desigualdad social producida por el sistema capitalista, surgiendo así grupos de la sociedad civil organizada que aportan acciones para la disminución de desigualdades, incluyendo aquellas derivadas del avance tecnológico.

Es importante mencionar que la labor de la OSC puede estar comprometida con ciertos sectores dominantes, sobre todo en lo que toca al origen de su financiamiento, el cual tiende a crear compromisos entre las OSC y sus beneficiarios, que bien pueden ser Estados, grandes corporaciones, miembros participantes u otras organizaciones (Chapman 2020). En este punto, AbouAssi (2014) sostiene que hay cuatro formas en las que las OSC²³ podrían responder a las demandas de sus donantes: la salida, no trabajar más con el donante en cuestión; la voz, manifestar sus preocupaciones a fin de encontrar un compromiso común; la lealtad, la organización mantiene su fidelidad hacia el donante; y la adaptación, la organización tiene un grado de independencia y se ajusta a los objetivos del financiador para obtener más recursos. Todas estas categorías dependen del contexto y evaluación de las organizaciones (Chapman 2020) y no implica que dejen de generar cierto beneficio social a partir de su acción.

En el capitalismo surge una clase destinada a soportar los inconvenientes, más no los privilegios del sistema de producción; de la toma de esta conciencia se origina la necesidad de tomar los medios de producción para asegurar su supervivencia (Marx y Engels 2014). Tomando en cuenta la premisa anterior, sería posible pensar que la tendencia a la automatización actúe como motivante para la toma de estos medios de producción, pues el trabajo humano tiende a ser por completo sustituido por máquinas y esto genera la imposibilidad de subsistencia de las clases dominadas, es decir, la supervivencia y la forma de vida del trabajador se ven amenazadas. Por otro lado, también es importante considerar la capacidad emancipatoria de las nuevas tecnologías de información y comunicación, más aún, tomando en cuenta la relativa democratización de los medios tecnológicos, es decir, el acceso a diversos instrumentos tan materiales como inmateriales para generar innovación y desarrollo están cada vez más a la mano; plataformas como GitHub, con acceso a códigos de programación totalmente gratuitos y liberados, son una forma de socializar el conocimiento incluso para personales no calificados.

23 En el texto de Abouassi sobre Organizaciones No Gubernamentales esta categorización aplica de igual forma a las OSC, aunque se reconoce que no son lo mismo; no es objeto de este texto ahondar en su diferenciación.

En este sentido, si bien la automatización forma parte del proceso de la vieja economía política que ejerce control a través de la maquinaria, las computadoras y la alta conectividad en la que nos encontramos traspasan ese límite y ofrecen un alto potencial para la ruptura del sistema (Negri 1996). Aunque habría que aceptar la tecnología bajo el principio de la precaución, la mayor parte de la tecnología se presenta como necesaria y beneficiosa, de ahí que llegue a tomarse por algunos grupos de la sociedad civil organizada, surgidos del grupo hacedor de trabajo intelectual, para utilizarla en favor de la resolución de algunos problemas sociales. La tecnología que se desarrolla a partir de la clase capitalista refleja también un nivel de apropiación dentro de las clases menos favorecidas, aunque del mismo modo implica una conciencia impuesta al respecto de la tecnología como un valor necesario, es decir, la realidad es que el ser humano está inmerso en ese desarrollo tecnológico y no puede concebir las relaciones sociales fuera de ella.

Potencialidades y riesgos

La perspectiva “optimista”

Desde 2017, el Foro Económico Mundial (FEM) cuenta con un equipo específico para el tratamiento de temas relacionados a la sociedad y la innovación. En su último reporte, se abordaron tres consideraciones sobre cómo enfrentará la sociedad civil los retos planteados por la llamada cuarta revolución industrial:

- El reconocimiento de la sociedad del rol de la tecnología en la resolución de nuevos y viejos problemas sociales.
- La respuesta de las organizaciones de la sociedad civil para resolver las tensiones propiciadas por la implementación de la Industria 4.0.

- La necesidad de que las organizaciones de la sociedad civil realicen propuestas críticas para liderar áreas clave de la cuarta revolución industrial (Foro Económico Mundial 2019a)

De acuerdo con el reporte de FEM (Foro Económico Mundial 2019a), las principales tecnologías de la industria 4.0 que se han utilizado para la resolución de problemas sociales son: la gestión de datos, IoT, inteligencia artificial y aprendizaje automático, *blockchain*, drones y vehículos autónomos, impresión 3D, realidad virtual y aumentada, y biotecnologías. Estas tecnologías han sido utilizadas por las organizaciones de la sociedad civil en la resolución de diversos problemas sociales que se incluyen en cinco principales categorías de acuerdo al informe del FEM (Foro Económico Mundial 2019a):

- Comprender a las comunidades y sus necesidades.
- La prestación de servicios de precisión.
- Comunicar nueva información de manera más efectiva.
- Seguir, compilar y verificar información.
- Pronosticar tendencias e influir en la toma de decisiones.

Por otro lado, de acuerdo con la encuesta realizada por Deloitte (2018), el uso de las nuevas tecnologías claramente supone para los altos ejecutivos de empresas transnacionales una importante mejora en los dividendos y productividad de la industria. En esta encuesta, realizada a más de mil 600 altos ejecutivos de diversas empresas e industrias transnacionales, se puntualizan algunos hallazgos desde la perspectiva de los empleadores:

- La mayoría de los ejecutivos considera que las entidades con mayor influencia en la Industria 4.0 son las organizaciones de negocios, seguidas de las agencias gubernamentales.

- Los ejecutivos creen que los temas más discutidos en su organización son la creación de nuevos productos y servicios, así como el incremento de la productividad.
- Según los ejecutivos, el cambio regulatorio y la emergencia de nuevos modelos de negocios son unos de los temas que más impacto tienen en las organizaciones. Por el contrario, el incremento de los riesgos cibernéticos, la incertidumbre con respecto a la fuerza laboral y la inestabilidad geopolítica son temas de menor relevancia al interior de las empresas.
- El 86 por ciento de los encuestados afirmó hacer todo lo posible para la capacitación y generación de una fuerza laboral adecuada para la Industria 4.0, mientras que el 65 por ciento de los entrevistados dijo que los sistemas educativos eran adecuados para preparar a los individuos en dicho ámbito.
- El 87 por ciento consideró que la Revolución Industrial 4.0 llevará a una mayor estabilidad y equidad. Poco más de la mitad, 56 por ciento, aseguró que habría que modificar concienzudamente los contratos laborales (Deloitte 2018).

Los riesgos

No es raro que los altos ejecutivos y las agencias internacionales tengan una perspectiva mayormente en *pro* del avance tecnológico, pues los beneficios al incremento de la producción son evidentes. Con todo, las mismas agencias internacionales argumentan que la implementación de estas tecnologías no está exenta de presentar algunos riesgos en cuanto a su impacto social. El Informe Global de Riesgos (IGR) realizado por el FEM en 2019 alerta sobre diversas amenazas globales entre las que destacan algunos riesgos tecnológicos, consecuencia del rápido avance de las nuevas tecnologías.

Tabla 1 Riesgos Tecnológicos Globales.

Riesgos	Descripción
Consecuencias adversas de avances tecnológicos	Consecuencias intencionadas y no deseadas de los avances tecnológicos, como la IA, la geoingeniería y la biología sintética, causantes de daños humanos, ambientales y económicos.
Caída de redes y de la infraestructura de información crítica	La dependencia cibernética que aumenta la vulnerabilidad ante la interrupción de la infraestructura de información crítica (Internet, satélites, etc.) y redes.
Ciberataques	Ciberataques o malware a gran escala que causan grandes daños económicos, tensiones geopolíticas o una pérdida generalizada de confianza en Internet.
Accidente masivo de fraude / robo de datos	Explotación ilícita de datos privados u oficiales.

Fuente: Foro Económico Mundial 2019b.

Según el mismo informe, la automatización de procesos, una de las tecnologías concernientes a la Industria 4.0, es en la que se han detectado mayor cantidad de riesgos de impacto social, asimismo, el sector laboral es uno de los que presentan mayores consecuencias adversas. El informe destaca los siguientes puntos sobre el tema:

- Los avances tecnológicos han eliminado los límites entre el trabajo y la vida cotidiana. La hiperconectividad ha provocado que el horario de trabajo se extienda más allá de sus límites formales, lo que provoca una falta un equilibrio entre la vida personal y el trabajo, así como altos índices de fatiga.
- Aun cuando la tecnología ha disminuido los trabajos monótonos, la Organización Mundial de Salud (OMS) ha detectado efectos psicológicos negativos derivados de los alto índices de estrés que provoca la posibilidad de sustitución de la fuerza laboral por la automatización.

- La tecnología vuelve más sencillo el monitoreo de los trabajadores; lo que también provoca altos niveles de estrés y la llamada *conformidad anticipada*, es decir, cierto grado de conformidad y aceptación ante altos niveles de vigilancia con la intención no sólo de seguir las reglas, sino de evitar la vergüenza pública (Duke en Taylor 2007). De acuerdo con el reporte, esto podría equivaler a una forma sustituta de automatización.
- En este mismo sentido, si bien el monitoreo representa un incremento en la productividad, también produce tensión física y psicológica. Al mismo tiempo, la misma productividad puede reducirse si los trabajadores perciben el monitoreo como pérdida de la privacidad (Foro Económico Mundial 2019b).

Otro de los hallazgos expuesto en el mismo reporte tiene que ver con los problemas de salud mental asociados con el incremento en el uso de la tecnología. En la época actual se tiene el registro de alrededor de 700 millones de personas que han experimentan problemas mentales, más aún, existe evidencia de que el excesivo uso de la tecnología, principalmente en la adolescencia, incrementa la posibilidad de desarrollar desórdenes de la mente y otros patrones emocionales negativos como el estrés y la sensación de soledad (Foro Económico Mundial 2019b).

En este último punto, es destacable que la tecnología ha sido citada como una de las mayores causas de sentimientos de soledad. Esta sensación afecta la capacidad de sueño, que a su vez incide en la habilidad de adaptación y recuperación de los individuos; pasar mucho tiempo frente a una pantalla incrementa la posibilidad de trastornos del sueño. Aunado a lo anterior, se han encontrado indicios de que las tecnologías digitales han comenzado a desplazar las interacciones interpersonales, las cuales proporcionan elementos fundamentales en el desarrollo de capacidades como la concentración, la priorización de tareas y el control de impulsos (Foro Económico Mundial 2019b).

También se ha encontrado evidencia de que el uso de la tecnología reduce los niveles de empatía: las relaciones en línea son hasta seis veces más débiles que aquellas en las que interviene una relación cara a cara. Por otro lado, se ha visto que la realidad virtual puede ser utilizada para mejorar los sistemas empáticos al transmitir a los usuarios algunas realidades que le son ajenas, empero, existen ejemplos en los que el resultado es el opuesto, tal es el caso de los juegos en línea, los cuales se correlacionan negativamente con la empatía (Foro Económico Mundial, 2019b).

Por otro lado, el aumento de la digitalización y el uso de datos abiertos conlleva a la necesidad de generar altos niveles de seguridad para garantizar el resguardo de los datos personales. En este sentido, la rápida evolución de las plataformas tecnológicas convierte rápidamente en arcaicos los sistemas de seguridad utilizados, por ejemplo, la inminente aparición y utilización de las computadoras cuánticas volvería obsoletas la criptografía actual.

Asimismo, la presencia cada vez mayor de inteligencia artificial y algoritmos de aprendizaje automático, propicia la perspectiva de una inminente sustitución de humanos por máquinas, lo que produciría una mayor eficiencia técnica, aunque también puede llevar a una mayor rigidez social, por no mencionar la crisis social y económica que esto traería consigo. Considerando que son los gobiernos los propietarios de la mayor cantidad de información, de los canales para su distribución y de los mayores medios para la generación de investigación y avances científicos, el autoritarismo y el debilitamiento de los sistemas democráticos se vuelve un posible riesgo en un mundo de total visibilidad y trazabilidad. En este sentido, la inteligencia artificial y el aprendizaje automático tienen el potencial de radicalizar a los grupos sociales, ya que pueden identificar patrones en el comportamiento individual, así como manipular y propiciar determinados comportamientos con potencial para desatar violencia (Foro Económico Mundial, 2019b).

Los casos concretos

Si bien sabemos que la ciencia y la tecnología no son neutrales, estos reportes consideran que tanto los usos positivos como la consideración de posibles riesgos tienen su origen en el uso que se le dé a la tecnología, aun cuando es reconocible (sobre todo en la parte de los riesgos) que su origen estaba destinado al incremento de la productividad y a la explotación de las clases sociales no favorecidas; los beneficios aluden casi por completo al incremento de la producción. A pesar de no ser la tendencia generalizada, hay casos concretos en los que las tecnologías disruptivas han sido retomadas para beneficio social. La siguiente tabla proporciona algunos ejemplos de los diferentes usos, favorables y adversos, que se vinculan algunos avances tecnológicos de la Industria 4.0.

Tabla 2. Matriz de potencialidades y riesgos de Tecnologías de la Industria 4.0 seleccionadas

Tecnología	Potencialidades	Casos concretos	Riesgos	Casos concretos
Manufactura aditiva	Impresión multidimensional (impresión 3D). Esto incluye creación rápida de prototipos, escaneo 3D, moldes y herramientas, fabricación digital y fabricación personal.	Impresiones 3D de Oxfam para solventar equipo de saneamiento de componentes y prolongar la vida del material obsoleto (ej. lavamanos de emergencias, refugios en desastres Handicap International 3D prostheses printing hace prótesis de distintas partes del cuerpo	Vacíos legales (ej. proliferación de en la fabricación de armas Inseguridad económica ante la simplificación de las cadenas de suministro y de los procesos de producción.	Generación de productos ilegales Uso de plástico ABS que contiene bisfenol-A para la producción de enseres que están en contacto con alimentos (ej. cucharas, tenedores)
Inteligencia artificial	IA y aprendizaje automático. Uso de algoritmos dentro de las estructuras de datos existentes para priorización, clasificación, asociación y filtrado. Algoritmos de aprendizaje automático, de aprendizaje profundo y algunas formas de robótica	Airbel Center, utiliza un algoritmo de aprendizaje automático desarrollado por el Laboratorio de Políticas de Inmigración de la Universidad de Stanford que empareja refugiados en áreas donde es más probable que prosperar una vez reasentados.	Fallas en los algoritmos; entrenamiento adverso o negativo	Fallas en el algoritmo de reconocimiento de voz para la valoración de la prueba TOEIC lo que derivó en cancelaciones injustificadas de visas de estudio en UK Norman, robot psicópata del MIT Supercomputadora Watson da recomendaciones inadecuadas sobre tratamientos contra el Cáncer

Robótica y automatización	Teledetección y entrega de carga (especialmente en crisis humanitarias).	Gavi drone delivery initiative entrega a través de drones de material médico.	Se han detectado efectos psicológicos negativos de la automatización y su posibilidad Falta de reconocimiento de la máquina de acciones adversas	Accidente de vehículo autónomo en Uber
Realidad virtual y realidad aumentada	Mayor precisión en tareas industriales creación de empatía, visualización creativa de impacto	WaterAid AI chatbots (Facebook) para proyectos de agua limpia. A fin de promover la interacción con el contexto, el chatbot puede presentar al usuario a un habitante en un área remota de Sierra Leona para mostrar fotos y videos de la aldea.	Los efectos a la salud aún no se conocen del todo; se han encontrado algunos como: convulsiones, mareo, fatiga visual, desorientación	Aplicaciones de RV están correlacionados de manera negativa con la empatía Daydream View señala que un contenido violento en videojuegos puede provocar trastornos físicos (incremento en la frecuencia cardíaca y de la presión sanguínea) y psicológicos (ansiedad, miedo y trastorno de estrés postraumático)
Big Data	Generación de grandes cantidades de información e indicadores (ej. transcripciones, transacciones recogidas por dispositivos, GPS, redes sociales, datos mercantiles en línea) Intercambio de datos asociaciones	Amnesty International Amnesty Decoders son voluntarios alrededor del mundo que analizan imágenes, documentos e información para ayudar a la investigación sobre derechos humanos (ej. análisis de tweets para identificar patrones de racismo y sexismo)	Manipulación masiva a través de grandes cúmulos de información	Cambridge Analytica uso 50 millones de perfiles de Facebook para direccionar las elecciones presidenciales de EUA en 2016

Digitalización	<p>Generación de datos abiertos y de fácil disposición (ej. datos administrativos, datos generados por los ciudadanos, recursos comparados disponibles en bases de datos gubernamentales) Datos abiertos</p>	<p>MercyCorps' Syria Incident Frequency Dashboard es un panel de frecuencia de incidentes en Siria PATH Visualize No Malaria genera información en tiempo real sobre brotes de malaria a través de paneles de datos sobre incidentes de brotes de malaria y sobre despliegues de recursos.</p>	<p>Vulnerabilidad de la información a hackeos Pérdida de la información ante fallas técnicas de los dispositivos.</p>	<p>Vulnerabilidad de datos para el robo de identidad.</p>
Cyberseguridad	<p>Blockchain y tecnologías de contabilidad distribuida (DLT): verificación criptográfica, intervenciones en efectivo en situaciones de crisis, capacidad de auditoría e identificación digital.</p>	<p>El Comité Internacional de la Cruz Roja publicó su Manual sobre protección de datos en la acción humanitaria (2017), el objetivo es ayudar al personal de las organizaciones humanitarias internacionales a aplicar los estándares de protección de datos en su recopilación y procesamiento.</p>	<p>Obsolescencia de la criptografía actual con la aparición de computadoras cuánticas Hackeos masivos Mayor rigidez social ante más control: propensión al autoritarismo ante la total visibilidad y trazabilidad.</p>	<p>Sharp Eyes usa televisores privados y teléfonos inteligentes para descentralizar el sistema de vigilancia. El sistema propicia el monitoreo de espacios privados y vigila a los ciudadanos en sus propios hogares Project Dragonfly: el gobierno chino decide la que información a la que se puede acceder.</p>
Computo en la Nube	<p>Disponibilidad de información en la nube desde lugares remotos Trabajo en línea Plataformas educativas</p>	<p>Humanitarian Data Exchange es una plataforma de datos compartidos para organizaciones comunitarias.</p>	<p>Vulnerabilidad de la información ante hackeos masivos y fallas en los servidores.</p>	<p>Vulnerabilidad de la información de no establecerse medidas de seguridad apropiadas como contraseñas seguras.</p>

Sistemas Ciberfísicos	Monitoreo para el incremento de productividad	Sistemas de monitoreo médico Control de procesos y etiquetado de productos Pilotos aeronáuticos automáticos.	El monitoreo puede producir tensión física y psicológica y la productividad puede reducirse si los trabajadores perciben al monitoreo como pérdida de la privacidad	Sharp Eyes
Internet de las cosas	Gestión de infraestructuras y control de calidad Generación de Big Data Métricas en tiempo real	luces nocturnas, direcciones IP para rápida localización, vehículos aéreos no tripulados (UAV); productos de inteligencia	Amenazas a la seguridad como consecuencia de la hiperconectividad de los dispositivos Vulnerabilidad por hackeo	Strava data heatmaps expone la ubicación de diversas bases militares

Fuente: elaboración propia con base en información de: (BBC 2014; BBV 2018; Expansión 2018; Foro Económico Mundial 2019a; Johnston, Smith, y Irwin 2018; Pieranni 2019; Taylor 2007).

La tabla 2 muestra algunos ejemplos sobre usos concretos de estas tecnologías 4.0 que ponen de manifiesto algunas potencialidades y riesgos. En el caso de estos últimos, la mayoría recae en amenazas a la seguridad de la información. En lo que toca a las potencialidades para la resolución de problemas sociales, foco de interés del presente texto, las iniciativas provienen de básicamente tres sectores: los organismos internacionales, las universidades y centros de investigación, y las OSC. Los proyectos están encaminados a problemáticas específicas, más para explotar el potencial de las tecnologías disruptivas, para ello sería necesario redireccionar los esfuerzos a incrementar las capacidades tecnológicas de la población, a fin de aprovechar los recursos tecnológicos disponibles como resultado de la conectividad misma. Si bien algunas iniciativas globales impulsan el desarrollo de ciertas capacidades técnicas, como la alfabetización digital y el uso de herramientas digitales y datos existentes, como el Proyecto OPAL y el toolkit de Oxfam para organizaciones humanitarias (Foro Económico Mundial 2019a), son muy pocas iniciativas encaminadas a desarrollar propiamente habilidades técnicas. En México, es de destacar el Movimiento STEM, cuyo objetivo es impulsar la educación en materia

de ciencia, tecnología, ingeniería y matemáticas, con enfoque de género (Movimiento STEM 2022).

Conclusiones

Por medio de la revisión documental, el presente texto ha explorado información pertinente en lo que se refiere a las tecnologías disruptivas de la Industria 4.0 con la finalidad de identificar las oportunidades y desafíos que estas presentan desde la perspectiva social. Entre los principales hallazgos destaca la necesidad de crear medios de profesionalización para la adopción, generación y tratamiento de las tecnologías disruptivas. A pesar de que el Estado y la iniciativa privada son los principales impulsores de los avances tecnológicos, resaltan casos en los que OSC y centros de investigación han utilizado las tecnologías disruptivas para sus proyectos. Sin embargo, son muy pocas las iniciativas que buscan promover de forma concreta las habilidades técnicas para el uso de la tecnología, que es la única forma de aprovechar su potencial emancipador.

Es importante mencionar que las OSC de gran tamaño que trabajan a escala internacional tienden a moverse en determinados espacios de poder tanto político como económico (Chapman 2020). Tal es el caso de la mayoría de las organizaciones que aquí se mencionan, mismas que de no estar vinculadas con determinados sectores privilegiados, sería muy improbable que tuvieran acceso a productos de alta tecnología, basta ver que la mayoría de las OSC presentadas o bien están funcionando como organismos internacionales, o están auspiciadas por grandes corporaciones. Es de esperarse que lo anterior traiga consigo la adquisición de ciertos compromisos en cuanto al cumplimiento de una agenda común entre patrocinador y beneficiario, sin embargo, esto no implica que no haya beneficio social de su aplicación para la resolución de los problemas que las OSC en cuestión intentan aminorar.

Fuentes

- AbouAssi, K. (2014). "Get Money Get Involved? NGO's Reactions to Donor Funding and Their Potential Involvement in the Public Policy Processes". *VOLUNTAS: International Journal of Voluntary and Nonprofit Organizations*, vol. 25, no. 4, pp. 968–90. doi: 10.1007/s11266-013-9389-y.
- BBC. (2014). "Los 10 puntos oscuros de las impresoras 3D". *BBC News Mundo*. Recuperado el 22 de septiembre de 2022 (https://www.bbc.com/mundo/noticias/2014/03/140327_tecnologia_impresoras_3d_lado_oscurο_rg).
- BBVA. (2018). "Los siete usos de la realidad aumentada que ya están aquí". Recuperado de <https://www.bbva.com/es/innovacion/siete-usos-realidad-aumentada-ya-estan-aqui/>
- Burawoy, M. (1990). "El marxismo como ciencia: desafíos históricos y desarrollo teórico". *American Sociological Review*, vol. 55, no. 6, pp. 775–93.
- Chapman, D. (2020). "¿Facilitando la desposesión? Complejidades de la industria de las ONG", en *Rostros del desarrollo neoliberal en México*. UAZ-MAPorrúa, pp. 307–32.
- Deloitte. (2018). "The Fourth Industrial Revolution is here—are you ready?"
- Expansión. (2018). "La realidad virtual conlleva riesgos muy reales para la salud". *Expansión*. Recuperado el 22 de septiembre de 2022 (<https://expansion.mx/tendencias/2018/01/02/la-realidad-virtual-conlleva-riesgos-muy-reales-para-la-salud>).
- Foro Económico Mundial. (2019a). *Civil Society in the Fourth Industrial Revolution: Preparation and Response*. FEM.
- Foro Económico Mundial. (2019b). *The Global Risks Report 2019*.
- Johnston, T., Troy D. Smith, y J. Luke Irwin. (2018). *Additive Manufacturing in 2040: Powerful Enabler, Disruptive Threat*. RAND Corporation.

- Marx, K., y F. Engels. (2014). "Feuerbach. Contraposición entre la concepción materialista y la concepción idealista", en *La ideología alemana*. Madrid, Akal, pp. 14–68
- Movimiento STEM. (2022). "Acerca de | Movimiento STEM". Recuperado el 22 de septiembre de 2022 (<https://www.movimientostem.org/nosotros-2/>).
- Negri, A. (1996). "Twenty Theses on Marx: Interpretation of the Class Situation Today". Pp. 149–80 en *Marxism Beyond Marxism*, editado por S. Makdisi, C. Casarino, y R. Karl. Routledge.
- Pieranni, S. (2019). "What's behind China's 'Sharp Eyes'". *Il Manifesto Global*. Recuperado el 22 de septiembre de 2022 (<https://global.ilmanifesto.it/whats-behind-chinas-sharp-eyes/>).
- Taylor, D. (2007). "Anticipatory Conformity: Will the Growing Surveillance Panopticon Cause us to Self-censor? Old-thinker news".

Construcción de la (bio)economía social del conocimiento en Ecuador (2007–2017).

Supuestos teóricos y políticas tecnocientíficas

Manuel Pintos

Tesista de la Maestría en Política y Gestión de la Ciencia y la Tecnología (MAECYT-UBA), Universidad de Buenos Aires. Correo: manupintos08@gmail.com

Introducción

En el presente capítulo²⁴ se aborda analíticamente la construcción de la (bio)economía social del conocimiento desarrollada en Ecuador durante las presidencias de Rafael Correa (2007 – 2017). La importancia del período seleccionado radica en las transformaciones institucionales y políticas que emergieron en el país –aprobación de una nueva Constitución (2008), modernización del Estado, un nuevo proyecto de desarrollo, entre otras–. En este sentido, la ciencia y la tecnología fueron visibilizadas desde el Estado bajo el supuesto de que, con una “buena” orientación, las mismas permitirían la transformación de la matriz productiva. Es decir, dejar de lado el modelo primario extractivista para pasar a un “paraíso del bioconocimiento” (Ramírez, 2013; 2016). Esta visión sobre el “progreso” nacional, asociada a los mitos de neutralidad y determinismo tecnocientífico (Dagnino, 2014; 2016; 2018), fue la que justificó las acciones –e inacciones– y las decisiones tomadas en política tecnocientífica.

24 El presente trabajo es una extensión del plan de tesis presentado para la obtención del título de magister en política y gestión de la ciencia y la tecnología de la Universidad de Buenos Aires. Las aproximaciones teóricas y/o empíricas aquí presentadas se encuentran en construcción.

Defiendo como hipótesis que las dinámicas que surgieron fueron muchas veces contradictorias²⁵. Las acciones tomadas, direccionadas a organizar la ciencia, estuvieron caracterizadas por procesos de burocratización que subordinaron a los actores no-tecnócratas a lógicas de producción de conocimiento tecnocientífico escasamente relacionado con las necesidades o problemáticas nacionales. Asimismo, el enfoque empleado para la política tecnocientífica estuvo engarzado a modelos internacionales exigentemente coherentes con la realidad del país. Y, no menos importante, es de resaltar las divergencias evidenciadas en la práctica respecto de lo discursivo de la propia naturaleza del Estado; es decir, a pesar de que desde la retórica gubernamental se proclamaba un modelo socialista focalizado en el desarrollo sustentable –uso del conocimiento derivado de los saberes ancestrales, ciencia y tecnología para el cuidado de la naturaleza–, en la práctica se acrecentó el modelo extractivista, y las áreas de investigación estuvieron dominadas, con una avidez inusitada, en campos cercanos a la frontera del conocimiento científico, difícilmente articulables con el cosmovisión ancestral del “Buen Vivir”.

Los objetivos que guían este trabajo están vinculados con la deconstrucción teórica del proyecto (bio)economía social del conocimiento desde las políticas tecnocientíficas. Es decir, se pretende indagar sobre los modos de pensar la tecnociencia que circularon desde el Estado en el intento de generar un nuevo modelo de desarrollo; en palabras de sus impulsores, usar la ciencia, la tecnología y la innovación para transformar la matriz primaria productora de *commodities* hacia una terciaria productora de bienes y servicios del bioconocimiento (Ramírez, 2016). Así, pretendo describir los supuestos teóricos sobre la tecnociencia, empleados por el Correísmo, en la construcción de este proyecto de desarrollo; esto es, el

25 Una ejemplificación de este aspecto se encuentra en Villavicencio (2013) en su trabajo titulado, *¿Hacia dónde va el proyecto universitario de la Revolución ciudadana?* en él da cuenta de contradicciones en el ámbito de la educación superior. Según él, desde la falsa noción de un universalismo de la ciencia y de la praxis científica se están adoptando criterios probablemente válidos en otros contextos, pero, muy alejados de la realidad o de las necesidades del país. Asimismo, Isch (2013) en *El Extractivismo como negación de la Constitución de la República* desarrolla cuestionamientos sobre las contradicciones presentes en la naturaleza del Estado durante los gobiernos de Rafael Correa. Plantea que la estrategia de “desarrollo” se abocó a un proceso de modernización capitalista sustentada con una inusual violencia extractivista, alejada de la cosmovisión ancestral sobre el “Buen Vivir”.

paradigma dominante y los sentidos de relevancia que orientaron la política tecnocientífica.

La pregunta problema de la investigación refiere a indagar cómo los modos de pensar la tecnociencia desde el Estado se tradujeron en una política tecnocientífica, orientada hacia este programa, cuyos fines y valores fueron contradictorios, y controversiales. Este plan, que pretendía generar un nuevo modelo de desarrollo, se sustentó en una ampulosa retórica, antes que un esquema coherente y consensuado. El hecho de que se hayan destinado importantes cantidades de inversión pública para la tecnociencia no garantiza *per se* el éxito de una propuesta, ni asegura el desarrollo –lo que quiera que se entienda, desde los *policy makers*, por “desarrollo”–.

De hecho, reconociendo las incipientes capacidades tecnocientíficas del país, conviene interpelarse: ¿qué desarrollo es más conveniente para un pequeño país capitalista periférico? Más aún, es oportuno preguntarse en qué medida la tecnociencia puede ser implementada para solucionar algunas de las problemáticas sociales, económicas o ambientales del país, que surgen como consecuencia del modelo extractivista dominante. Únicamente se constituyó una fachada que blindaba cualquier discusión sobre lo que se ocultaba de la propuesta –los “conflictos latentes” (Lukes, 2005[1974])–, sobre todo en lo referido a la contradicción de que un proyecto discursivamente socialista no recoja las demandas sociales al momento de pensar la ciencia y la tecnología.

Reflexiones de este tipo permiten recuperar “lo político” de la política tecnocientífica. Discurrir sobre los elementos y actores que definen las agendas de investigación dan cuenta del juego político presente en la política tecnocientífica, puesto que la omisión o priorización de ciertas temáticas es un ejercicio de poder. En suma, es oportuno recordar que los instrumentos utilizados para conocer el mundo no reemplazan los valores e intereses del decisor, negar la política es por antonomasia la representación de la posición que se defiende. Siguiendo a Albornoz (1997), una política sin gestión es poco más que retórica, la gestión sin política es ciega y no discute rumbos. Es imprescindible el carácter instrumental de la gestión en

las políticas, pero necesariamente articulada a fines que los trasciendan, vinculados a las necesidades y las potencialidades del país.

La perspectiva metodológica de esta investigación está enmarcada en el campo de estudios de ciencia, tecnología y sociedad (CTS), consecuentemente su abordaje está atravesado por varias disciplinas. En este sentido, tal interdisciplinariedad, se evidencia al tomar elementos que provienen del análisis de políticas públicas, de la teoría crítica de la tecnociencia y de la filosofía de la política tecnocientífica. Así, desde el análisis de políticas públicas como campo académico, este estudio engloba un amplio espectro de actividades, todas ellas envueltas, de una manera u otra, en el examen de causas y consecuencias de la acción –o inacción– gubernamental. El alcance del análisis de las políticas públicas va más allá del contenido o de las decisiones de los *policy makers*; dado que los procesos y los resultados de las políticas siempre envuelven varios grupos sociales, se constituye por naturaleza en un campo en disputa, entre los diferentes grupos políticos, con algún grado de interés sobre las cuestiones del aparato estatal.

En lo referido a la dimensión técnica de esta investigación de índole cualitativa, los instrumentos y estrategias de recolección de información que se utilizarán permitirán una descripción exhaustiva y densa de la realidad que es objeto de investigación (Rodríguez, *et al.*, 1996). Asimismo, siguiendo a Wacquant y Bourdieu (1995), al momento de interpretar la información, se debe considerar que la práctica investigativa en ciencias sociales no tiene que elegir entre dos polos (individualismo o estructuralismo), puesto que lo que constituye la realidad social, la “materia” de la acción y de la estructura, así como aquella de su intersección en tanto que historia, radica en las relaciones (p. 19).

En este sentido, se estudia a través de un análisis documental, el marco de planificación desarrollado para el programa (bio) economía social del conocimiento, se explorará dentro de las publicaciones oficiales –biblioteca disponible en la página web de la SENESCYT– documentos de trabajo e informes relacionados con el proyecto “(bio) economía social del

conocimiento” presentados durante el periodo 2007–2017; como también, se hace, mediante un análisis del discurso, una revisión audiovisual de entrevistas efectuadas a los principales funcionarios del gobierno que permitiesen reconstruir la “voz oficial”.

A modo de recorte teórico. ¿Por qué tecnociencia?

Un aspecto importante por esclarecer para esta investigación refiere la aceptación de la terminología “tecnociencia”, en lugar de tratar como categorías separadas a la ciencia y a la tecnología (Echeverría, 2003, 2012 y 2015; Olivé, 2011; Dagnino, 2014; 2016 y 2018). Consecuentemente, para dar cuenta de la política y lo político de la ciencia y la tecnología (tecnociencia), se utilizará la expresión política tecnocientífica en esta investigación.

Históricamente, la ciencia y la tecnología, sus vínculos y formas de manifestarse, han variado. Esta relación ha presentado distintas matices –dominación o subordinación de una sobre otra, acercamientos y distanciamientos entre ambas– que han configurado nuestra forma de ver y conocer el mundo. En la actualidad transitamos un escenario distinto, marcado por las complejas interrelaciones entre ciencia y tecnología con límites cada día más difusos. La aparición de la globalización, o de la “postmodernidad” en los términos de Forman (2007), ha alterado la forma en que se configura la actividad científica y tecnológica (Vessuri, 2014).

Hoy, en las disciplinas científicas y en las prácticas tecnológicas, los fines justifican los medios; prevalece la “utilidad”, la “competitividad”, la “ventaja económica” sobre intereses científicos (extender la frontera del conocimiento científico), ni qué decir sobre preocupaciones sociales; la pertinencia y la relevancia se presentan como valores referenciales, como señales ubicuas y ambiguas, permeadas constantemente por racionalidades mercantiles; únicamente se valora la eficacia y la eficiencia con que se logran los fines. La innovación tecnológica se posiciona como el “norte” que orienta la investigación científica y la práctica tecnológica (Vessuri, 2014). En suma, como lo plantea Vessuri y Sánchez-Rose (2012),

“hoy el principal motor del conocimiento es el capital. ¿Cómo evitar ser devorados por una poderosa tecnociencia?” (p. 252).

Las necesidades (exigencias) del desarrollo industrial, la avidez por artefactos tecnológicos triviales, cuando no dispensables, como consecuencia de la sociedad de consumo en la que vivimos, la presión por la competitividad entre las firmas, y en general, entre las grandes potencias mundiales, han modificado el retrato de la ciencia y de la tecnología. Siguiendo a Núñez (2000), citado en Dagnino (2014):

La imagen de la ciencia como una actividad de individuos aislados que buscan la verdad sin otros intereses que los cognitivos no coincide con la realidad social de la ciencia contemporánea (..) es difícil saber a qué se dedican las personas que trabajan en un laboratorio de I+D de una gran industria: ¿hacen ciencia o hacen tecnología? Quizás simplemente hagan “tecnociencia”, actividad donde los viejos límites son desdibujados (p.29).

De esta forma, en la actualidad, el conocimiento científico se ha limitado a ser un medio para producir innovaciones (Echeverría, 2015). Dado que el financiamiento de la ciencia y de la tecnología, así como su posterior circulación, está estrechamente asociada a circuitos económicos globales (Monteiro, 2014), la imagen de la tecnociencia, con frecuencia, es vinculada con analogías industriales, particularmente en lo que respecta a la descripción y a la gestión de la actividad científica (Vessuri y Sánchez-Rose, 2012).

En consecuencia, como lo plantea Echeverría (2003), al referirme a “tecnociencia” considero el cambio profundo en la estructura de la práctica científica, no por una revolución epistemológica o metodológica, sino por la penetración de un nuevo sistema de valores e intereses en la labor científica. De este modo, desde una perspectiva axiológica, con la llegada de la tecnociencia, los valores más característicos del capitalismo entraron en el núcleo mismo de la actividad científico-tecnológica. No obstante, es imprescindible entender las mismas como una hibridación, para evitar

caer en jerarquizaciones absurdas; la ciencia es requisito de la tecnología y la tecnología de la ciencia. Con la tecnociencia se produce una mixtura o fusión virtuosa, porque ambas actividades se benefician la una de la otra.

En síntesis, el término tecnociencia es utilizado para caracterizar la interrelación entre ciencia y tecnología en el contexto contemporáneo, teniendo en cuenta su distinción en el lenguaje corriente (Monteiro, 2014). Enfatizo la necesidad de dar cuenta de la convergencia de la ciencia y la tecnología porque, en la separación de estas, se presencia una manipulación ideológica –del capital– para blindar cualquier discusión crítica sobre las mismas. Es decir, partiendo de la idea que la ciencia –intrínsecamente buena y verdadera– puede ser usada para el “bien” o para el “mal” –tecnología– se solapan sutilmente los intereses y valores impregnados en el conocimiento tecnocientífico (Dagnino, 2018).

Una breve revisión a los enfoques que han orientado la política tecnocientífica

Los enfoques analíticos que han orientado las políticas tecnocientíficas a lo largo de la historia han sido paulatinamente renovados (Vasen, 2016). Esto, como lo plantean (Velho, 2011; Vasen, 2011 y 2016; Casas, 2015 y 2016), ha suscitado discusiones continuas sobre las concepciones, fines y valores de la ciencia, la tecnología y la innovación al momento de planificar e implementar la política tecnocientífica. Así, conviene recuperar lo planteado por Velho (2011) sobre los paradigmas en la política de ciencia, tecnología e innovación (PCTI). La autora hace alusión a una serie de características que se asemejan y que exhiben un alto grado de congruencia en la evolución histórica que ha tenido la PCTI. Se identifican fases o períodos temporales caracterizadas por presentar una racionalidad engarzada al concepto dominante en la ciencia. Esta visión define las acciones, los instrumentos, y las formas de gestión que se van a implementar en la PCTI.

En esta misma línea, Vasen (2011) propone los sentidos de relevancia en la política tecnocientífica. Esta noción busca conocer las ideas-fuerza que

dirigen y fundamentan (aquello que quieren ver realizado) las políticas tecnocientíficas. Es decir, “los juicios de valor acerca de las relaciones entre ciencia, tecnología y sociedad que permitan identificar las investigaciones que merecen promoción en el marco de una política tecnocientífica particular” (p.12).

A modo de recorrido histórico. Desde el período de posguerra hasta, aproximadamente, la década de los años 60, surge la idea de “la ciencia como motor del progreso”. Bajo este paradigma se configuró una noción de la ciencia como histórica y socialmente neutral. Los científicos (“República de la ciencia”) eran los encargados de la producción de conocimiento, se adoptaba el modelo lineal –*science push*. La racionalidad de la política CTI estaba orientada hacia el ofertismo, fortalecimiento de la capacidad de investigación, y, en lo referido al análisis o evaluación de la actividad científica, los “pares” se erigieron como los idóneos.

Posteriormente, en las décadas del sesenta y setenta, aparece la idea de “la ciencia como solución de problemas y causa de problemas”. Se manifiestan las primeras dudas sobre la neutralidad de la ciencia; consecuentemente, se promueve una libertad condicionada o controlada. Se plantea que la producción científica (conocimientos) esté articulada con la demanda, aunque manteniendo el modelo lineal –pero ahora *demand pull*–. La racionalidad política CTI estuvo direccionada al vincuacionismo, identificación de prioridades, y, en lo referido a la evaluación, se mantiene la revisión por pares, agregándosele, los indicadores de *output*.

Durante las décadas de los ochenta y noventa, aflora la noción “la ciencia como fuente de oportunidad estratégica”. Esta mirada concibe la ciencia como socialmente construida, amparada en el relativismo. Surge una red de actores que influye en la producción de conocimiento; es decir, los científicos o ingenieros, productores de conocimiento, trabajan sobre una serie de ideas o intereses no siempre compartidos. La racionalidad política está dirigida por programas estratégicos, investigación en colaboración, coparticipación, y especialmente en la innovación tecnológica. En lo referido al análisis y evaluación, la revisión por pares se amplía, como también

“entra en el juego” el impacto de los programas en los que trabajan los mismos.

Finalmente, en el siglo XXI, la noción imperante es la “ciencia para el bien de la sociedad”. La ciencia es concebida adecuada a los estilos nacionales, al conocimiento local. Los productores de conocimiento se diversifican en sus configuraciones, red de actores, dando surgimiento a modelos interactivos al momento de pensar la relación CTS. La racionalidad en las políticas tecnocientíficas se focaliza en “políticas de bienestar”, base científica independiente, coordinación y gestión. Se mide la actividad CTI en términos de participación pública, construcción de escenarios, sistemas (redes), entre otros.

Sobre la construcción de la (bio)economía social del conocimiento

En los países de América Latina ha estado presente, como un imaginario idílico, a lo largo del siglo XX ese anhelo por el “desarrollo”, aunque su finalidad sea ininteligible. Desde la focalización, en las primeras décadas del siglo pasado, en el modelo agroexportador, pasando por los modelos de Industrialización por Sustitución de Importaciones (ISI) –mitad del siglo XX–, hasta la inclusión de los modelos de financiarización como receta para el desarrollo económico –como consecuencia de la oleada neoliberal de la década de los años noventa–. En estos períodos la Ciencia y la Tecnología han presentado reconocimientos y experiencias desiguales; como también, desde la política pública, han sido expresadas con distintos enfoques y valoraciones.

No obstante, en el umbral del siglo XXI, considerando las experiencias “exitosas” de los cuatro tigres asiáticos, se ha llegado a un “consenso”: en el camino al “desarrollo” la ciencia, la tecnología y la innovación son indispensables; contribuyen para adquirir soberanía económica y mejorar la calidad de vida de la población (Abeledo, et al, 2015). El papel del conocimiento en la agenda pública, y en general en toda la sociedad, ha sido

exaltado. Los marcos para la política CTI de los países en vías de desarrollo dan cuenta de esta orientación. Desde visiones en pos de la competitividad del país, de sus industrias, según las posibles oportunidades en el mercado, hasta tendencias más cercanas a las nociones de desarrollo sustentable e innovación social, que dan cuenta de un giro “post competitivo” (Vasen, 2016).

Ecuador, durante las presidencias de Rafael Correa (2007–2017), atravesó una serie de transformaciones, políticas e institucionales, que invitan a realizar un análisis que vaya más allá de la enunciación o el solapamiento de logros y fracasos. Uno de los grandes aspectos que marcó este decenio fue la inclusión de la ciencia y la tecnología en la política pública. Esta visibilidad fue pensada como un intento de ruptura con la mirada extractivista –sea “bananera”, “cafetalera” o “petrolera”– que predominó históricamente como modelo de desarrollo. Desde el Estado se presentó la ciencia y la tecnología como un componente clave en el intento de transformar la matriz productiva nacional –exportadora de *commodities* e importadora de productos tecnológicamente avanzados–; pero, condicionada a estar en consonancia con la cosmovisión ancestral de los pueblos andinos: el “Buen Vivir”.

El Plan Nacional de Desarrollo (PND), 2007 –2010, elaborado por la Secretaría Nacional de Planificación y Desarrollo (Senplades), se visibilizó como una de las primeras herramientas de planificación orientadas a la transformación de la matriz productiva. En él se resalta la nueva posición que adquiriría el Estado: centralidad en la planificación, gestión y regulación de las actividades y políticas científicas y tecnológicas. Además, con la aprobación de la nueva Constitución (2008), se reafirma la responsabilidad del Estado, para con la ciencia y con la tecnología; como también, apoyado en estas actividades, la intención de generar un “nuevo” proyecto de desarrollo para el país.

Si bien la Constitución del 2008 generó una serie de transformaciones –pasando desde lo normativo hasta lo institucional– en la política de Ciencia y Tecnología, especialmente con la creación de un sistema nacional de

ciencia, tecnología, innovación y saberes ancestrales, uno de los instrumentos más “concretos” destinados a orientar la trayectoria de la CTI remite al Plan Nacional del Buen Vivir (PNBV) 2009–2013. Según este, el país dejará de tener una economía primaria concentrada en exportar *commodities*, para transformarse en una nación exportadora de servicios de conocimiento. Esto se lograría modificando la matriz productiva; se construiría, a través de la ciencia, la tecnología, la innovación y los saberes ancestrales, una sociedad del bio-conocimiento y de servicios eco-turísticos comunitarios (Salazar, 2015). Como se detalla en el Plan Nacional del Buen Vivir (2009–2013):

Podríamos resumir que el centro de la estrategia endógena de generación de riqueza es convertir la principal ventaja comparativa que tiene el Ecuador, su biodiversidad, en valor agregado, gracias al disfrute del eco-turismo comunitario y de la transformación de esa información en conocimiento, bienes y servicios industriales para la satisfacción de necesidades básicas (p. 97).

Se intentaría consolidar una nueva estructura productiva, caracterizada por una economía endógena y sostenible, asociada a los bienes comunes del conocimiento. Siguiendo a (Salazar, 2015), este proceso pasaría por cuatro fases. La primera, un nuevo proceso de sustitución de importaciones, impulso al sector turístico y una fuerte estrategia de inversión pública para consolidar las bases de la industria nacional. La segunda, en un sentido lineal ascendente, a través de la I+D y de las alianzas entre las universidades, industria e institutos de investigación, esta nueva industria nacional aumentaría su peso frente a la base primaria. La tercera, siguiendo la misma relación de concatenación, las inversiones realizadas en ciencia y tecnología deberían impulsar la innovación productiva de las industrias que se buscó sustituir. Es decir, estas podrían transformar las manufacturas sustituidas en bienes exportables con cantidades significativas de valor agregado. Por último, el “despegue” de los bio-servicios y su aplicación tecnológica. La incipiente industria del bio-conocimiento y de los servicios turísticos pasarían a ser industrias consolidadas y tendrían un peso superior al generado por el sector primario.

Otro instrumento para considerar, al momento de revisar la construcción de la política tecnocientífica en Ecuador, es el Plan Nacional del Buen Vivir (PNBV) 2013–2017. Como su nombre lo indica, es una continuación del segundo documento de planificación gubernamental (PNBV 2009–2013), del cual se desprenden una serie de políticas y lineamientos estratégicos²⁶ que trazarían la hoja de ruta de la ciencia y la tecnología en el último mandato del gobierno Correísta.

Se percibe como, desde los instrumentos revisados (PND 2007–2010; Constitución 2008; PNBV 2009 –2013; 2013–2017), se hace hincapié (¿concepción sobre el “desarrollo”?) en la producción de conocimiento científico endógeno como condición *sine qua non* para la transformación de la matriz productiva. Desde el gobierno Correísta se visualizaba un sistema tecnocientífico que generara conocimiento, que posteriormente sería industrializado permitiendo el desarrollo de prototipos tecnológicos y/o servicios, que, finalmente, permitirían la innovación social.

Para este modelo se hacía indispensable revisar la oferta universitaria. De hecho, la idea de transformar la matriz productiva a través del conocimiento endógenamente creado, como también desde la incorporación de los saberes de los pueblos ancestrales, resalta la importancia de la Universidad para este “nuevo” modelo de desarrollo. Según sus propulsores, se debía evaluar, modificar y crear nuevas propuestas de carreras, acorde a las necesidades del país; como también, dotar de infraestructura científica que empuje cualitativamente la generación de conocimiento en función de nuestras potencialidades (Ramírez, 2016).

Este “nuevo” modelo de desarrollo se agruparía en torno del concepto de (bio)economía social del conocimiento. Según sus autores (Correa, 2014; Ramírez, 2016; 2018), este proceso se desarrollaría en dos etapas. La primera, desde una reforma al sistema de educación superior, percibido como el espacio por excelencia que debiera producir conocimiento científico. Se

26 Eje programático: 10.1 Diversificar y generar mayor valor agregado en la producción nacional. Y, 10.2 Promover la intensidad tecnológica en la producción primaria, de bienes intermedios y finales. Diversificar y generar mayor valor agregado en los sectores prioritarios que proveen servicios.

realizaron exhaustivos procesos de evaluación a todas las instituciones, desde aspectos macros, como la infraestructura de los establecimientos, hasta micros, como la planta docente. Planteándose un objetivo dual: asegurar la “calidad” y “pertinencia” del conocimiento que se debiera producir, y, formar una masa crítica de investigadores que serían indispensables para la segunda fase del proyecto.

En una segunda fase, la propuesta se direccionaría a elaborar una normativa que potenciara la innovación social en el marco de una economía solidaria. De esta forma surge el Código Orgánico de la Economía Social de los Conocimientos, Creatividad e Innovación –aprobado en la Asamblea Nacional en el 2016–. Se planteaba que esta regulación reflejaría las ideas e intereses de sectores históricamente invisibilizados y vulnerados, puesto que para su construcción se creó una plataforma de libre acceso: una Wiki Legislación, una legislación 3.0. Los principios que se propusieron convergían en la idea “recuperar el conocimiento como bien público, como bien común en beneficio de todos los ecuatorianos”. Así, como en la universidad se produciría *commons* de conocimiento –de “calidad”, de “excelencia mundial”–, estos se traducirán en desarrollo tecnológico, y posteriormente en innovación social. Este modelo permitiría romper con las lógicas del capitalismo cognitivo y alcanzar el Buen Vivir.

A modo de conclusión

Esta breve pesquisa intentó presentar algunos de los tópicos más relevantes sobre la construcción teórica de la (bio)economía social del conocimiento. Se dieron a conocer los modos en que este programa fue concebido por el Estado –durante las presidencias de Rafael Correa (2007–2017)–, los marcos analíticos empleados para caracterizar el “objeto de acción”. En este sentido, la tecnociencia fue usada por el poder político con la intención de desplegar un nuevo modelo de desarrollo, presentado una serie de supuestos –cercanos a las ideas del determinismo tecnocientífico expuestas en (Dagnino, 2014)– que pasaron a caracterizar la política tecnocientífica.

Se vislumbra la importancia asignada a la tecnociencia para el “desarrollo”, como también en la intención de vincularla a la innovación social. Aparentemente, en el proceso de transformación de la matriz productiva, predomina un modelo engarzado a una economía del conocimiento –producción de servicios del conocimiento–, desestimando los enfoques más cercanos a los “viejos” procesos de industrialización. Si bien, se plantea la importancia de la innovación tecnológica, asociada a la generación de competitividad para las firmas del país, se privilegia una perspectiva asociada al uso del conocimiento para el crecimiento endógeno y la creación de empleos de calidad –quedando como significantes vacíos ambas nociones–, puesto que, desde los *policy makers*, se conjetura que ese es el camino más cercano para alcanzar la cosmovisión ancestral del “Buen Vivir”.

No obstante, este marco de buenas intenciones ha desestimado dos situaciones que, a priori, considero oportuno resaltar. Primeramente, la distancia existente entre las capacidades tecnocientíficas del país, en comparación con los países de la región, ni que se diga con los países industrialmente avanzados, es de carácter histórico y acumulativo, como se ejemplifica con los estudios realizados a las economías recientemente desarrolladas del sudeste asiático (Amsden, 2001; 2004; Kim, 2015); pero su comprensión, lamentablemente, ha sido limitada únicamente a problemas de inversión pública en estos sectores.

En segundo lugar, los procesos de aprendizaje organizacional, industrial, institucional e inclusive de las políticas tecnocientíficas han sido infravalorados por la presunción de que únicamente con la participación, regulación e inversión estatal alcanza. La hoja de ruta planteada por el gobierno toma a la tecnociencia como una variable “controlada” que, únicamente debía ser insertada en el ecosistema social para que funcionase y se desarrolle la innovación, asemejándola con los procesos que ocurren en los laboratorios científicos. Las políticas tecnocientíficas estuvieron envueltas en una retórica atractiva, “marketinera”; catalogadas como infalibles, por el solo hecho de ser usadas por un gobierno “revolucionario”.

Estos argumentos, sumados a una percepción del desarrollo “a la Rostow”; esto es, siguiendo a Katz, *et al.* (2016), alcanzar un estadio considerado “desarrollado” supone, como única alternativa, la regularidad y previsibilidad en el comportamiento de los actores económicos e institucionales y, a partir de ello, el tránsito forzoso por un conjunto de etapas consecutivas, organizadas bajo una única lógica lineal (pp. 34-35); esto ha sesgado y limitado el proyecto de transformación de la matriz productiva, la propuesta (bio) economía social del conocimiento, y con ello, las políticas tecnocientíficas, bajo los preceptos establecidos en el modelo lineal de innovación (Godin, 2006).

Fuentes

Abeledo *et al* (2015). “Bases para una política de estado en ciencia, tecnología e innovación (CTI)”. *Revista Debate Universitario*.

Albornoz. (1997). “La política científica y tecnológica en América Latina frente al desafío del pensamiento único”. *Redes*, vol. 4, no.10, Universidad Nacional de Quilmes, pp.95-115

Amsdem, A. (2001) *The Rise of the Rest: Challenges to the West from Late-Industrializing Economies*. Oxford University Press.

Amsdem, A. (2004) “La sustitución de importaciones en las industrias de alta tecnología: Prebish renace en Asia”. En José A. Campo (editor) *El desarrollo económico en los albores del siglo XXI*. CEPAL, Bogotá.

Asamblea Nacional de la República del Ecuador (2008). *Constitución de la República del Ecuador*. Montecristi.

Asamblea Nacional de la República del Ecuador (2016) *Código Orgánico de la Economía Social de los Conocimientos, Creatividad e Innovación*. Quito-Ecuador.

- Casas, R., Corona, J., Rivera, R. (2013). "Políticas de Ciencia, Tecnología e Innovación en América Latina: entre la competitividad y la inclusión social". *LALICS*. Río de Janeiro.
- Casas, R. (2015). "Hacia un enfoque analítico y de políticas para las interacciones entre ciencia, universidad y sociedad en la región latinoamericana". *Cuestiones de sociología*, no. 12. México
- Casas, R. (2016). "Retos analíticos de las políticas de ciencia, tecnología e innovación para enfrentar la pobreza en América Latina". En Casas, R. y Mercado, A (editores). *Mirada Iberoamericana a las Políticas de Ciencia, Tecnología e Innovación*. Perspectivas comparadas. Buenos Aires: CLACSO.
- Correa, R. (2014). *Ecuador y sus transformaciones en política, ciencia y tecnología*. Conferencia en New Haven.
- Dagnino, R. (2014). "É possível cumprir a proposta da "ciência e tecnologia para o desenvolvimento"?". In Maria Gabriela Marinho, Sérgio da Silveira, Marko Monteiro, Rafael de Brito Dias, Cristina Campos (orgs). *Abordagens em ciência, tecnologia e sociedade*. Universidade Federal do ABC.
- Dagnino, R. (2016). "A anomalia da política de C&T e sua atipicidade periférica". *Revista CTS*, vol. 11.
- Dagnino, R. (2018). "Elementos para una política cognitiva, popular y soberana". *Revista: Ciencia, Tecnología y Política*. UNLP.
- Echeverría, J. (2003). *La revolución tecnocientífica*. Madrid, Fondo de Cultura Económica.
- Echeverría, J. (2012). "Technomathematical models in Social Sciences". In Weber, M., Dieks, D., González, W., Hartman, S., Stadler, F. & Stältzner (Eds) *Probabilities, Laws and Structures*. Springer.
- Echeverría, J. (2015). "De la filosofía de la ciencia a la filosofía de las tecnociencias e innovaciones". *Revista Iberoamericana de ciencia, tecnología y sociedad (CTS)*, vol. 10, no. 28.

- Forman, P. (2007). "The primacy of Science in Modernity, of Technology in Postmodernity, and of ideology in the history of Technology". *History and Technology: An International Journal*, vol. 23, no. 1-2, pp. 1-152.
- Godin, B. (2006). "The Linear Model of Innovation: The Historical Construction of an Analytical Framework". *Science, Technology & Human Values*, vol. 31, no. 6.
- Isch, E. (2013). "El Extractivismo como negación de la Constitución de la República". En Cuvi, J. et al. (editores). *El correísmo al desnudo*. Quito, Montecristi Vive.
- Katz, et al. (2016). "Aportes Latinoamericanos para la construcción del enfoque del SIN. El énfasis en el desarrollo". En Erbes, et al. *Repensando el desarrollo: una discusión desde los sistemas de innovación*. Universidad Nacional de General Sarmiento.
- Kim (2015). "Social movements and contested sociotechnical imaginaries in South Korea". In Jasanoff, S. & Kim, S. (edited) *Dreamscapes of modernity: sociotechnical imaginaries and the fabrication of power*. The University of Chicago Press. London
- Lukes (2005). *Power. A radical view*. Nwe York, Palvgrave Macmillan.
- Monteiro, M. (2014). "Reconsiderando a etnografía da ciencia e da tecnologia. Tecnociência na prática". In Maria Gabriela Marinho, Sérgio da Silveira, Marko Monteiro, Rafael de Brito Dias, Cristina Campos (orgs). *Abordagens em ciência, tecnologia e sociedade*. Universidade Federal do ABC.
- Olivé, L (2011) *La ciencia y la tecnología en la sociedad del conocimiento. Ética, política y epistemología*. México, Fondo de Cultura Económica.
- Ramírez (2013). *Tercera ola de transformación de la educación superior en Ecuador. Hacia la constitucionalización de la sociedad del Buen Vivir*. Documento de trabajo SENESCYT. Quito-Ecuador.
- Ramírez (2014) *La virtud de los comunes. De los paraísos fiscales al paraíso de los conocimientos abiertos*. Quito, Ediciones Abya-Yala.

- Ramírez (2016). *UNIVERSIDAD URGENTE para una sociedad emancipada*. Quito, SENESCYT-IESALC.
- Ramírez (2018). "Ignorancia dependiente o autonomía cognitiva emancipadora: América Latina y el Caribe en una encrucijada histórica". En Ramírez (coordinador). *La investigación científica y tecnológica y la innovación como motores del desarrollo humano, social y económico para América Latina y el Caribe*. Unesco-IESALC. Caracas
- Rodríguez et al (1996). *Metodología de la investigación cualitativa*. Editorial Aljibe. Málaga.
- Salazar, A. (2015). *La construcción de las políticas públicas de Ciencia, Tecnología e Innovación en la República del Ecuador (Período 2007 - 2015)*. Tesis de maestría. Maecyt-UBA.
- Secretaría Nacional de Planificación y Desarrollo (2007). "*Plan Nacional de Desarrollo 2007 - 2010. Planificación para la revolución Ciudadana*". Quito, SENPLADES.
- Secretaría Nacional de Planificación y Desarrollo (2009). "*Plan Nacional para el Buen Vivir 2009 - 2013*". Quito, SENPLADES.
- Secretaría Nacional de Planificación y Desarrollo (2013). "*Plan Nacional para el Buen Vivir 2013- 2017*". Quito, SENPLADES.
- Vasen, F. (2011). "Los sentidos de la relevancia en la política científica". *Revista CTS*, vol. 7, no. 19, Buenos Aires.
- Vasen, F. (2016). "¿Estamos ante un "giro poscompetitivo" en la política de ciencia, tecnología e innovación?", *Revista Sociologías*, no. 18, Porto Alegre.
- Velho, L. (2011). "Conceitos de Ciência e a Política Científica, Tecnológica e de Inovação". *Sociologias*, no. 26. Porto Alegre.
- Villavicencio, A. (2013). "¿Hacia dónde va el proyecto universitario de la Revolución Ciudadana?". En Cuvi, J. et al (editores). *El correísmo al desnudo*. Quito, Montecristi Vive.

Vessuri, H & Sánchez-Rose, I. (2012). "Las políticas de ciencia y tecnología". En Aibar, E. & Quintanilla, M (editores) *Ciencia, Tecnología y Sociedad. Enciclopedia Iberoamericana de Filosofía*. vol. 32. Madrid, Editorial Trotta.

Vessuri, H. (2014). "Prefácio". In Maria Gabriela Marinho, Sérgio da Silveira, Marko Monteiro, Rafael de Brito Dias, Cristina Campos (orgs). *Abordagens em ciência, tecnologia e sociedade*. Universidade Federal do ABC.

Wacquant, L. & Bourdieu, P. (1995). *RESPUESTAS. Por una antropología reflexiva*. D. F. Editorial Grijalvo.

SEMBLANZAS DE LAS Y LOS AUTORES

Mónica Guadalupe Chávez Elorza. Docente-investigadora de la Unidad Académica de Estudios del Desarrollo (UAED) de la Universidad Autónoma de Zacatecas (UAZ); doctora en Política Pública por el Tecnológico de Monterrey, maestra en Economía Aplicada por el Colegio de la Frontera Norte (Cofef) y licenciada en Economía por la Universidad de Guanajuato (Ugto). Realizó un posdoctorado auspiciado por el Conacyt de 2014 a 2016 en la UAED-UAZ. Funge como responsable del Programa de Doctorado en Estudios del Desarrollo desde 2021. Sus líneas de investigación son migración internacional, ciencia, tecnología y desarrollo y; políticas públicas. <monick.elorza@uaz.edu.mx>.

Claudia Angélica Córdova González. Doctora en Estudios del Desarrollo por la Universidad Autónoma de Zacatecas, México. Se ha especializado en el ramo de los Derechos de Propiedad Intelectual en organismos nacionales e internacionales como la Organización Mundial de la Propiedad Intelectual e Instituto Mexicano de la Propiedad Industrial. Participante activa en organización de la Sociedad Civil por más de 15 años. Destaca su participación como presidente en la Asociación Civil Magdalena González García <claucomagda@gmail.com>.

Nancy Alejandra Cuevas Mercado. Docente de la Secretaría de Educación del Estado de Zacatecas (SEDUZAC); doctora en Estudios del Desarrollo por la Universidad Autónoma de Zacatecas (UAZ), maestra en Investigaciones Humanísticas y Educativas (UAZ) y licenciada en Economía (UAZ). Sus líneas de investigación son ciencia, tecnología y desarrollo; y políticas públicas. <nancycuevas232615@gmail.com>.

Luis Manuel Miramontes Cabrera. Docente en el Centro de Estudios Científicos y Tecnológicos CECYT 18 "Zacatecas" del Instituto Politécnico Nacional (IPN); licenciado, maestro y doctor en Historia por la Universidad Autónoma de Zacatecas (UAZ). Sus líneas de investigación son historia del

trabajo, gremios artesanales, políticas científicas, vocaciones tempranas en la ciencia y divulgación científica. <Imiramontesc@ipn.mx>.

María de los Ángeles Ortiz-Espinoza. Estudiante del doctorado en Estudios del Desarrollo de la Unidad Académica de Estudios del Desarrollo (UAED) de la Universidad Autónoma de Zacatecas (UAZ); maestra en Administración y Políticas Públicas por el Centro de Investigación y Docencia Económicas (CIDE) y licenciada en Ciencias Políticas y Administración Pública. Participó en el Programa de Política de Drogas (CIDE Región-Centro), en el Consorcio para el Estudio de las Zonas Metropolitanas (CentroMet) y en el de la última emisión de la Escuela Latinoamericana de Estudios del Desarrollo (Cepal-ONU). Miembro de la Red Latinoamericana de Nanotecnología y Sociedad y cofundadoras de Siempre Seguras: observatorio de acoso sexual callejero. Sus líneas de investigación son: ciencia tecnología y desarrollo; profesionalización tecnológica y estudios de género.

Julián Pinazo-Dallenbach. Docente de la Universidad Europea de Valencia (UEV) y abogado; doctor en Estudios del Desarrollo por la Universidad Autónoma de Zacatecas (UAZ) y doctor en Derechos Humanos, Democracia y Justicia Internacional, maestro en Estudios Internacionales y de la Unión Europea, maestro en Migraciones y licenciado en Derecho, todos por la Universitat de València (UV), España. Su investigación doctoral fue auspiciada por el Conacyt de 2016 a 2020. Sus líneas de investigación son migración internacional, derechos humanos, derecho internacional, ciencia, tecnología y desarrollo. <julianpinazodallenbach@gmail.com>.

Diego Fernando Ramírez Reinoso. Profesor catedrático de la Universidad del Tolima (Colombia), investigador en el Observatorio del Empleo y Recursos Humanos del Tolima, estudiante del doctorado en Ciencias Económicas en la Universidad Autónoma Metropolitana. Maestro en Economía con profundización en Empresas, Finanzas e Innovación por la Universidad Autónoma Metropolitana, Unidad Azcapotzalco y Economista por la Universidad del Tolima. Realizó una estancia académica con el profesor Dr. Patrick Murray en la Universidad de Creighton en Omaha, Estados Unidos. Realizó una estancia académica en la Universidad Estatal de Campinas en Campinas

Brasil. Sus áreas de investigación se han enfocado en tecnología, trabajo y capital. <dframirezr@ut.edu.co>.

Manuel Pintos. Licenciado en Ciencias de la Educación con estudios de posgrado en la Universidad de Buenos Aires: especialización en Pedagogía y maestría en Política y Gestión de la Ciencia y la Tecnología. Sus líneas de investigación están orientadas a las discusiones sobre Políticas en Ciencia, Tecnología e Innovación (PCTI), Políticas de Educación Superior (abordaje de las desigualdades en el acceso, trayectorias y finalización de los estudios), y los Estudios Sociales de la Tecnología (problemáticas emergentes con las tecnologías de frontera). En la actualidad se encuentra vinculado a proyectos de investigación de la Universidad de Buenos Aires (UBATEC-PICT), específicamente al estudio de las dinámicas presentes en los sistemas de evaluación de los investigadores a nivel regional y nacional. Correo: manupintos08@gmail.com