

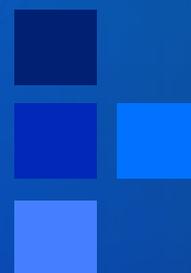
N.º 42

FEBRERO DE 2021

DOCUMENTOS

DEPARTAMENTO DE ECONOMÍA

UNIVERSIDAD DEL NORTE



**Sistemas de innovación y crecimiento:
¿una alternativa al viejo enfoque de las
ventajas del atraso económico?**

Juan Ricardo Perilla Jiménez

Sistemas de innovación y crecimiento: ¿una alternativa al viejo enfoque de las ventajas del atraso económico?

Juan Ricardo Perilla Jiménez¹

¹ Universidad del Norte, Colombia. e-mail: perillaj@uninorte.edu.co

Se agradecen los comentarios recibidos de Thomas Ziesemer (Maastricht University- School of Business and Economics) y Bart Verspagen (United Nations University - Maastricht Economic and Social Research Institute on Innovation and Technology). También los comentarios recibidos a una versión preliminar del documento en el Worldwide Universities Network - Maastricht University, 1-7 de abril de 2016.

Citación sugerida: Perilla Jiménez, Juan Ricardo (2021). Sistemas de innovación y crecimiento: ¿una alternativa al viejo enfoque de las ventajas del atraso económico? Serie Documentos No. 42. Disponible en: <https://www.uninorte.edu.co/web/departamento-de-economia/publicaciones>

Serie Documentos, 42

Febrero de 2021

La serie *Documentos* del Departamento de Economía de la Universidad del Norte circula con el fin de difundir y promover las investigaciones realizadas en Uninorte, y también aquellas resultado de la colaboración con académicos e investigadores vinculados a otras instituciones. Los artículos no han sido evaluados por pares, ni están sujetos a ningún tipo de evaluación formal por parte del equipo editorial. Actualmente la serie cuenta con 41 números publicados a los cuales se puede acceder a través de la página web de la Universidad del Norte, específicamente a través del enlace:

<https://www.uninorte.edu.co/web/instituto-de-estudioeconomicos-del-caribe-ieec/publicaciones>.

Se autoriza la reproducción parcial de su contenido siempre y cuando se cite la fuente, y se solicite autorización a sus autores. Los conceptos expresados son de responsabilidad exclusiva de sus autores, y no representan la visión de la Universidad del Norte.

Comité editorial

Adolfo Meisel Roca, PhD.

Alexander Villarraga Orjuela, PhD.

Andrés Vargas Pérez, PhD.

Carlos Yanes Guerra, Mag.



Vigilada Mineducación

Universidad del Norte

Instituto de Estudios Económicos del Caribe (IEEC)

Apartado aéreo 1569

Barranquilla, Colombia

RESUMEN

En este documento se analizan los conceptos y la relación teórica entre difusión tecnológica, innovación y crecimiento económico, y las implicaciones que esta relación tiene para el diseño de la política de innovación en los países de menor desarrollo económico. La discusión planteada aquí sugiere que la vieja estrategia de crecimiento basada en la vieja teoría de las ventajas del atraso económico, puesta en escena hace más de 5 décadas por A. Gerschenkron, debe ser reemplazada por una nueva estrategia basada ahora en la teoría de los sistemas de innovación donde se destacan tres temas transversales a las diferentes formulaciones de esta teoría; el fomento financiero a las empresas innovadoras, el liderazgo público y la coordinación del Estado de todo el proceso de innovación. La importancia de la nueva teoría no solo tiene interés académico, al contribuir al debate sobre las fuentes del crecimiento económico de largo plazo. También tiene implicaciones de política muy importantes. Particularmente en relación sobre la manera como los países de menor desarrollo continúan construyendo las bases de sus Sistemas Nacionales de Innovación.

Palabras clave: innovación, difusión tecnológica, productividad multifactorial, crecimiento económico, sistemas nacionales de innovación.

1. Introducción

El propósito de este documento es revisar el debate sobre la relación existente entre brechas tecnológicas y brechas de desarrollo económico entre países. Para este propósito, se hará énfasis en la distinción usual entre las contribuciones a la literatura que resaltan la distinción entre difusión y adopción de tecnología, por una parte, y por otra, el papel de la innovación doméstica. La distinción planteada, como resulta evidente, sugiere una comparación entre la perspectiva teórica de la economía neoclásica y los aportes recientes de la literatura sobre sistemas de innovación con respecto a la importancia del progreso tecnológico en el desarrollo económico entre países. La importancia de la tecnología para explicar las diferencias tanto en los niveles de ingreso *per cápita* como en las tasas de crecimiento económico entre países no es un tema nuevo. En general, la literatura sobre el crecimiento económico establece una asociación directa entre la productividad de los trabajadores y la tecnología disponible de un país. En algunos cálculos, bastante discutidos, se ha encontrado que las diferencias en productividad, o diferencias tecnológicas, explican entre el 60 y el 90 % de las diferencias de crecimiento entre países, y más del 90 % de las diferencias en los niveles de ingresos entre los países pobres y ricos (Easterly y Levine, 2001).

Sin embargo, mientras la relación entre tecnología, productividad y crecimiento económico no es un tema de debate, sí existe en la profesión un gran desacuerdo sobre las fuentes del progreso tecnológico.

Como se sabe, el enfoque neoclásico, originalmente, atribuía a la tecnología un papel exógeno. Este paradigma se abandonó con el surgimiento de los modelos de crecimiento endógeno y la explicación más plausible de que el progreso tecnológico resulta primordialmente de la generación de "ideas". Las "ideas", se resalta, pueden promoverse a través de inversiones públicas y privadas que, en un sentido muy amplio, incluyen aspectos como educación, entrenamiento de los trabajadores y actividades de investigación y desarrollo e innovación (I+D+i), donde la "i" final

destaca el reconocimiento al papel que tiene la política económica para el fomento de la innovación y el emprendimiento.

Al margen de otros debates que han surgido en la teoría del crecimiento endógeno y que permanecen abiertos, uno que merece destacarse en esta introducción es el que surge al asociar el concepto de *tecnología* exclusivamente con los grandes avances que se realizan en la frontera del conocimiento: “tecnología de punta” e “inventos de última generación”. Posición que deja fuera de toda consideración las contribuciones al crecimiento económico derivadas del proceso de asimilación, adaptación y explotación de la tecnología existente con fines comerciales, los cuales se destacan en la literatura de innovación como el verdadero motor del crecimiento.

Para dar un poco más de contexto, es pertinente notar que en el enfoque convencional de la teoría del crecimiento se propone que la difusión/adopción tecnológica es la gran explicación a los avances en la productividad y el crecimiento de los países de menor desarrollo. Algunas estimaciones sugieren que la difusión y adopción tecnológica explican más del 90 % e, incluso, el 99 % de los incrementos en productividad de los países receptores (Keller, 2002, 2004).

Desde el punto de vista de la literatura sobre sistemas de innovación, esta preeminencia de la difusión tecnológica es equivocada y lleva a conclusiones de política erradas. A pesar de la importancia de la difusión/adopción de la tecnología para los países menos desarrollados, la investigación empírica en este contexto sugiere que el verdadero motor del crecimiento es la innovación doméstica, la cual está determinada por aspectos como la creatividad y el emprendimiento, que ocurren de manera continua cuando se encuentran nuevos usos comerciales a los inventos y conocimientos tecnológicos (Fagerberg et al., 2010; Nelson, 1993; Nelson y Pack, 1999; Stiglitz, 2015).

La naturaleza polémica de la discusión sobre la importancia relativa de la difusión/adopción tecnológica en relación con la importancia de la innovación

doméstica como fuente de crecimiento económico, no se basa sin embargo simplemente en la evidencia empírica.

Por una parte, existen diferencias básicas a nivel teórico en la definición misma de lo que se entiende por *tecnología* e *innovación*. Por otra, están las diferencias entre el carácter técnico y formal que predomina en el análisis convencional del crecimiento económico, basado, por ejemplo, en el enfoque de equilibrio y optimización dinámica, y el aspecto marcadamente “anecdótico” de análisis estático que caracteriza la literatura sobre sistemas de innovación. Por último, están las implicaciones desde el punto de vista de la política de innovación, que, inevitablemente, se asocia a posiciones ideológicas controversiales sobre el papel apropiado del Gobierno en la economía.

En resumen, la dificultad que surge al tratar de evaluar las distintas contribuciones económicas de la difusión/adopción tecnológica y de la innovación doméstica es que las respuestas razonables dependen, en gran medida, del marco teórico en que se basa el análisis. El objetivo de este documento es aportar un examen detallado de esas cuestiones teóricas fundamentales y las implicaciones de política derivadas para la política de innovación y el crecimiento económico.

Concretamente, las contribuciones del presente documento son tres. En primer lugar, se desarrolla un marco teórico integrado sobre la relación entre tecnología, innovación y crecimiento económico, porque, como se explicará más adelante, los conceptos de *tecnología* e *innovación*, incluso si están referenciados solo al relativamente estrecho campo de la economía del crecimiento, en general, reflejan significados diferentes entre economistas de distintas tradiciones. Para un análisis serio de las diversas contribuciones de la tecnología y la innovación al crecimiento, es necesario superar la limitación impuesta por el uso de definiciones e interpretaciones similares para fenómenos que, en la práctica, son diferentes.

En segundo lugar, se analizan los distintos impactos económicos de la difusión/adopción tecnológica y la innovación local. Esto permite comprender que

la innovación nacional no está separada de la relación entre tecnología y crecimiento, como aparentemente sucede en la actualidad, en particular en economías con niveles de desarrollo bajo y medio en las que los sistemas de innovación se diseñan e implementan nominalmente a imagen y semejanza de los existentes en países más avanzados, pero, en la práctica, tienen menor alcance y, en consecuencia, menores efectos prácticos desde el punto de vista de su aporte al crecimiento económico.

En tercer lugar, se relacionan las implicaciones de política que se desprenden del anterior análisis. En particular, se plantea que el enfoque de mercado predominante en la teoría del crecimiento y, por consiguiente, en la aplicación de la política, y en general sobre la intervención del Estado en la economía, contrasta ampliamente con la perspectiva teórica y la formulación de la política de innovación derivada de la literatura sobre sistemas de innovación.

Es necesario mencionar que, si bien los resultados de la investigación sobre sistemas nacionales de innovación no son generalizables, sí es posible extraer de esta línea de investigación algunas estrategias de política que resultan recurrentes en la experiencia de países de alto desarrollo, y también de la experiencia que en este contexto han tenido algunos países que han logrado hacer la convergencia, alcanzado altos niveles de crecimiento y desarrollo económico, en particular desde la segunda mitad del siglo XX.

Con este fin, el amplio número de estrategias y acciones de política que, en general, forman parte de esta discusión se resumen en tres aspectos que capturan los aspectos fundamentales de la política de innovación bajo el enfoque del Sistema Nacional de Innovación (SNI): a) el fomento financiero, b) el liderazgo del Estado en actividades I+D+i y c) la coordinación institucional del proceso de innovación.

Como veremos más adelante, estos aspectos contrastan ampliamente con la política de innovación derivada de la teoría convencional del crecimiento.

En lo demás, se procede de la siguiente manera. En la sección 2, se analizan las definiciones conceptuales de tecnología e innovación en el análisis económico. En la sección 3, se estudian los desarrollos teóricos que se han ocupado de la relación entre tecnología, innovación y crecimiento económico. En la sección 4, se discuten los argumentos que, basados en la teoría de las ventajas del atraso económico, han dominado el desarrollo económico desde la segunda mitad del siglo XX, y contrastan con los derivados del enfoque del SNI. En la sección 5, se debaten las que son las principales implicaciones de política originadas del SNI. Finalmente, en la sección 6, se presentan algunos comentarios finales.

2. Tecnología e innovación en el análisis económico

A pesar de ser uno de los conceptos más utilizados, la definición de tecnología solo recibe atención ocasional en la literatura sobre el crecimiento económico. En general, el concepto de *tecnología* se asocia con “algo” que incrementa la eficiencia y compensa la tendencia a los rendimientos crecientes de otros factores de producción.

Según esta asociación, el análisis convencional del crecimiento tiende a concentrarse en aquellas características de la tecnología que permiten producir más, más rápido y mejor como condición necesaria y suficiente para obtener tasas sostenidas de crecimiento sobre el largo plazo. En consecuencia, las recomendaciones de la política se concentran en los incentivos económicos necesarios para promover la inversión en los inventos y conocimientos que encarnan esta visión de la tecnología.

Esta línea de la investigación ha derivado en múltiples nociones de la relación entre tecnología y crecimiento, que, en general, hacen que sea más complicado comprender y distinguir los aspectos de la tecnología que realmente son importantes para impulsar el crecimiento económico. La literatura resalta la importancia del “progreso técnico incorporado”, por ejemplo, maquinaria y equipo; otros enfatizan en la importancia del “progreso técnico no incorporado”, por

ejemplo, conocimiento; la relación entre “cambio técnico” y la “productividad total” o “productividad multifactorial”, y la importancia de las “ideas” versus los “objetos”. En resumen, la proliferación de conceptos hace que sea más difícil entender el papel de las “brechas” tecnológicas en el intento de explicar las brechas en los niveles de ingreso y en tasas de crecimiento entre países.

La visión de la tecnología como “algo” que está incorporado en artefactos desempeñó un papel importante en este debate durante mucho tiempo. De hecho, el concepto de *adopción tecnológica* sigue siendo parte de la investigación que explora los determinantes y el impacto económico de la difusión de la tecnología (el debate sobre la acumulación de capital). Sin embargo, muchos investigadores señalan también el impacto significativo de cambios técnicos no incorporados, basados en el argumento de que, aún sin cambios en la calidad/número de factores de producción, podrían obtenerse ganancias de eficiencia haciendo un mejor uso de la capacidad instalada, por ejemplo, mediante la asignación y combinación de los factores productivos en su mejor uso posible. Uno de los debates famosos en la literatura sobre crecimiento es precisamente el que se basa en la importancia de las ideas versus la acumulación de capital físico, y la manera como esta diferencia podría explicar el atraso de los países con menor nivel de desarrollo (Mankiw et al., 1995; Romer, 1993).

Por otra parte, aunque en la práctica conceptos como *cambio técnico*, *progreso tecnológico* y *productividad* se usan de manera intercambiable para hacer hincapié en el papel de la tecnología como el principal motor del crecimiento económico, es obvio que estos conceptos expresan distintos aspectos de lo que comúnmente llamamos tecnología. Por ejemplo, un proceso de “automatización industrial” basado en la eliminación de procesos repetitivos optimiza la eficiencia en actividades basadas en este tipo de procesos. Pero las mejoras en eficiencia cuentan tanto como un proceso que recalca las mejoras de productividad mediante la contratación de trabajadores mejor calificados o como un proceso que resalta simplemente la reorganización de la actividad productiva, sin cambios en la cantidad de trabajo o en la cantidad de los otros factores.

Al margen de estas diferencias conceptuales, se destaca la tendencia en la literatura sobre el crecimiento económico a relacionar la “tecnología” esencialmente con la creación de conocimiento. Específicamente, se tiende a asociar la inversión en tecnología con inversiones públicas y privadas en actividades de investigación y desarrollo (I + D, sin la “i”). De manera que se resalta la relación existente entre “progreso tecnológico” y los avances básicos en ciencia y tecnología, por parte del sector público, o las inversiones del sector empresarial con propósitos comerciales.

También está la tendencia a asociar la creación de conocimiento con la disponibilidad y calidad del capital humano, que, básicamente, se refiere a la inversión pública y privada en actividades de educación. Desde luego, esta no es la única noción de capital humano existente en la literatura. Algunos autores destacan la experiencia y el entrenamiento de los trabajadores, mientras que otros incluyen alguna referencia a las condiciones de salud de estos.

El consenso actual en la literatura sobre el crecimiento económico es que la tecnología, o el progreso tecnológico, están asociados, fundamentalmente, con la creación de “ideas”. Concretamente, con la producción y difusión de “ideas” que compensan los rendimientos decrecientes del capital, y permite a la economía obtener un crecimiento exponencial endógeno.

Este cambio de énfasis de la tecnología vista como “algo” que está incorporado a “máquinas” u “objetos”, a la tecnología vista como un proceso de generación de “ideas”, es un elemento central en las versiones contemporáneas de la teoría del crecimiento económico. En la vieja acepción del término, la tecnología vista como creación de “objetos” implica que un trabajador, por ejemplo un encuestador, equipado con un computador, puede ser mucho más eficiente (siempre que sepa cómo usarlo) que otro encuestador sin esta dotación tecnológica. Pero, desde el punto de vista de las “ideas”, no es el computador sino la generación de nuevos métodos de captura de información y manejo de *big data* lo que hace a los encuestadores más eficientes. En el primer caso, la eficiencia depende del hecho de que cada encuestador cuente con un computador. En el segundo, solo es necesario el desarrollo de un algoritmo para hacer más eficientes a todos los encuestadores.

La gran limitación de esta última perspectiva es la tendencia generalizada a asociar el impacto económico derivado de las “ideas” exclusivamente con los esfuerzos científicos y tecnológicos generados en centros de excelencia de los países industrializados. En otras palabras, al margen del debate sobre si las diferencias en los niveles de ingreso y el crecimiento económico entre los países avanzados y los que se encuentran en vías de desarrollo se explican mejor por la existencia de “brechas de objetos” o por “brechas de ideas”, la visión que se desprende de la teoría contemporánea del crecimiento es que los países menos desarrollados se benefician, principalmente, de la difusión y adopción de la tecnología desarrollada en la frontera.

Desde la perspectiva de la literatura sobre sistemas de innovación, la principal deficiencia en este análisis es la doble presunción de que la “creatividad” que resulta en ideas para el crecimiento solo ocurre en los laboratorios sofisticados de economías avanzadas encontradas en la frontera tecnológica y que los beneficios del progreso tecnológico se transmiten de manera “automática” hacia los países con menor nivel de desarrollo. Como señala Nelson (2008), lo que muestra la experiencia de muchos países, por ejemplo, los “tigres asiáticos”, es que las mejoras significativas en la actividad económica de los países menos desarrollados han resultado de la “asimilación” y “adaptación” de la tecnología con fines comerciales y no simplemente de la adquisición pasiva de ideas y tecnologías desarrolladas en otros lugares.

Desde este punto de vista, la asimilación y luego la innovación (local), entendida, en general, como la capacidad para desarrollar nuevos productos y nuevas formas de hacer las cosas en un contexto localizado, es el desafío crucial para los países interesados en incrementar sus niveles de crecimiento y desarrollo. Como se discutirá más adelante, el argumento no es para sugerir que el análisis de la teoría de los sistemas de innovación sea diametralmente opuesto a la teoría contemporánea del crecimiento. De hecho, tanto los desarrollos recientes en la teoría del crecimiento como la literatura sobre innovación se basan en argumentos schumpeterianos sobre el papel de la innovación en el desarrollo económico. Mi argumento, sin embargo, es que la perspectiva del análisis entre estas dos teorías es lo suficientemente diferente para merecer una comparación. En particular, la

literatura sobre innovación basada en el llamado enfoque neoschumpeteriano, que está a la base de importantes contribuciones en la teoría de los sistemas de innovación, resalta que la estrategia de minimización de costos no describe adecuadamente el comportamiento de los productores. En particular, la competencia entre estos no se da solo desde el punto de vista de precios, sino también de los atributos del producto, y los productores saben que el éxito de sus productos es inevitablemente una cuestión temporal. Los productos exitosos que sobreviven a la competencia en el mercado durante la primera generación resultan menos atractivos en una segunda y obsoletos en una tercera.

Esta línea de razonamiento, según la cual la capacidad de innovación, antes que la noción tradicional de eficiencia, resumida en la capacidad de producir más, más rápido y más barato, es la clave para asegurar la supervivencia de las empresas en el mercado, desafía la lógica del comportamiento “optimizador” y los métodos matemáticos usados para caracterizar a los productores en la visión convencional de la economía.

Extrapolando este razonamiento, a nivel macroeconómico, la teoría de la innovación propone que no es la “asignación óptima” de los factores de producción a su mejor uso, sino la capacidad de innovar en todos los sectores de la economía lo que resulta importante para explicar el aumento de la productividad y el crecimiento económico. Este planteamiento encuentra apoyo en los historiadores económicos. El impacto económico de las nuevas tecnologías se ha materializado siempre a través de una amplia gama de innovaciones, representadas por un sinnúmero de aplicaciones comerciales de esos inventos, y no a través de choques de productividad únicos.

Los grandes inventos tecnológicos contribuyen, en el mejor de los casos, a resolver el problema de la productividad. Pero, aún con la maravilla que puede generar un nuevo invento o un nuevo descubrimiento científico, esto deja sin respuesta el problema de qué producir: ¿cómo aprovechar las posibilidades abiertas por las nuevas tecnologías?

El descubrimiento del láser, para poner un ejemplo, ha sido uno de los grandes acontecimientos de la humanidad, pero su impacto económico se ha materializado,

no por este descubrimiento en sí mismo, sino por su aplicación en aparatos de precisión, transmisión en telecomunicaciones, procedimientos quirúrgicos, multitud de electrodomésticos y aparatos de oficina, entre otros usos (Rosenberg, 1994). Desde esta perspectiva, el proceso de crecimiento económico es, en general, un reflejo de la capacidad de los empresarios para utilizar las tecnologías más sofisticadas con fines comerciales.

A pesar de la relevancia de estas distinciones conceptuales, definir la innovación es un tema complejo. La literatura especializada la define como la introducción de productos, servicios o procesos (que incluye métodos de comercialización y de organización) que son “nuevos” o “significativamente mejorados”. Pero resulta evidente que esta definición es conflictiva.

Por un lado, no es claro cómo se pueden separar, a partir de esta conceptualización, los distintos impactos económicos de la adopción de tecnología y la innovación. Por esta razón, es necesario considerar como innovación solo aquellas actividades que son “nuevas en un contexto determinado” (en la empresa, la industria o la economía en general). Esto implica que lo que se asume como una innovación en determinado contexto equivale simplemente a la adopción o imitación de prácticas que se han utilizado durante un tiempo en otro lugar (Nelson, 2008).

Por otro lado, existe un gran número de dimensiones en las que se puede analizar la innovación. En la literatura, se encuentra que la innovación está relacionada con cualquier mejora en logística, distribución, comercialización, organización y nuevos modelos de negocios. Los estudios sobre este tema han extendido la discusión de productos, procesos, organización y mercadeo a aspectos como la innovación resultante de tecnologías emergentes, “innovaciones abiertas”, “innovaciones disruptivas” e “innovaciones acumulativas”, entre otros muchos. Aspectos, todos estos, que hacen más difícil pretender existente una comprensión académica profunda del concepto de *innovación* y su relación con el progreso tecnológico y el crecimiento económico.

De aquí surge la necesidad de adoptar una perspectiva amplia en la definición de innovación. Mi propia propuesta, sin perjuicio de la discusión precedente que define la innovación desde el punto de vista de nuevos o mejores productos,

servicios y procesos, es que la innovación es un proceso que está definido básicamente por la aplicación económica de la tecnología (recordemos que la tecnología está finalmente definida desde el punto de vista de las “ideas”).

El mensaje relevante a resaltar en mi discusión hasta este punto es que la distinción conceptual entre el impacto económico de la difusión/adopción de la tecnología y de la innovación es un paso necesario si se quiere entender adecuadamente la relación existente entre el progreso tecnológico, la innovación y el crecimiento económico.

Un análisis exhaustivo de estas relaciones requiere, sin embargo, comprender también la naturaleza de las diferencias en los enfoques teóricos que analizan la relación entre tecnología, innovación y crecimiento. Ese es el tema que abordaremos en la siguiente sección.

3. La teoría del crecimiento

El análisis teórico de la relación entre la tecnología y el crecimiento, necesario para entender las diferencias de ingreso *per cápita* entre países, se ha realizado, por lo menos desde la segunda mitad del siglo XX, a través de teorías/modelos que resaltan la acumulación de capital (físico y humano), una línea de investigación instigada por el modelo de Solow (1956), y teorías que resaltan las instituciones y estructuras sociales que aparentemente limitan el proceso de crecimiento (Fagerber, 1995; Malerba y Lee, 2020; Spence, 2011; Stiglitz, 2015).

Como se sabe, el rechazo intelectual a la predicción de “convergencia absoluta” en el modelo de Solow llevó a nuevos desarrollos teóricos bajo el enfoque de los modelos de crecimiento endógeno. Una de las predicciones fundamentales del nuevo enfoque era la posibilidad de que las diferencias de ingreso *per cápita* pueden persistir o, incluso, incrementarse indefinidamente. Esta teoría tuvo importantes

implicaciones para el análisis de las posibilidades de convergencia, principalmente asociadas al impacto de la difusión tecnológica.

En particular, según contribuciones pioneras de Abramovitz (1986), Baumol (1986) y Gerschenkron (1962), surgió el interés por investigar la existencia, las causas y las consecuencias del atraso económico entre países y la magnitud de los beneficios que los países menos desarrollados derivarían del progreso tecnológico alcanzado en los países ubicados en la frontera tecnológica (Acemoglu et al., 2006; Aghion et al., 2014; Barro y Sala-i-Martin, 1997; Edwards, 1998; Zilibotti, 2008)². El enfoque convencional, sin embargo, no presta atención, o por lo menos no suficiente, al análisis de las condiciones históricas, las capacidades de la sociedad o los factores institucionales esenciales en el análisis de las contribuciones seminales de Abramovitz (1986), Baumol (1986) y Gerschenkron (1962). Estos aspectos se desarrollaron bajo contribuciones paralelas de Fagerberg (1995), Katz (1984), Lall (1987), Nelson y Pack (1999) y Verspagen (1991), entre otros.

Si bien no toda la literatura existente se puede clasificar en estos términos, las diferencias analíticas en los enfoques mencionados no son triviales y han influenciado de manera evidente tanto la investigación académica como la formulación de política de innovación, aspectos que merecen un análisis y una comparación más seria que la que han recibido estos enfoques.

El propósito en esta sección es, entonces, suministrar una discusión y análisis riguroso de los enfoques mencionados: el enfoque convencional (característico de la

²Los aportes fundamentales de la nueva literatura han sido ampliamente documentados, véase, por ejemplo, Durlauf y Quah (1999).

teoría del crecimiento económico y de las teorías que recalcan el proceso de difusión tecnológica) versus la nueva literatura que resalta el proceso de innovación.

La teoría del crecimiento

En el modelo seminal de Solow, el parámetro tecnológico (A) se consideraba un elemento exógeno que afecta positivamente la productividad. Con la aparición de los que se podrían denominar modelos iniciales de crecimiento endógeno (*early endogenous models* [EEM]) y modelos de “Capital Aumentado” —AK, el esfuerzo de la investigación teórica se enfocó en entender más las fuentes del progreso tecnológico. En estos modelos seminales, sin embargo, no se asoció la tecnología con elecciones deliberadas por parte de los agentes económicos (los productores en el sector privado), sino como consecuencias no esperadas (*spillovers*, o externalidades) resultantes de la inversión pública o determinadas por la acumulación social del conocimiento. Estos desarrollos teóricos sirvieron de base para los que más adelante se convertirían en la teoría del crecimiento endógeno, en la que la tecnología se presenta como el resultado de inversiones intencionadas por parte de inversionistas racionales para desarrollar y acumular conocimiento con el fin de maximizar los beneficios.

Los modelos de crecimiento endógeno, sin embargo, necesitan una mayor clasificación. Están los que llamaríamos los modelos de primera generación, asociados con la idea de que la tecnología conduce a tasas de crecimiento “crecientes” y “persistentes” a largo plazo. Estos modelos terminaron por ser abandonados como consecuencia de la famosa y devastadora crítica de Jones, que llevó al surgimiento de los modelos de segunda generación. Estos últimos son una serie de modelos técnicamente más atractivos que buscan explicar las causas del

progreso tecnológico y su relación con el crecimiento, pero también entender qué factores determinan las regularidades empíricas observadas de rendimientos decrecientes de la tecnología. A su vez, los modelos de segunda generación pueden clasificarse en lo que llamaríamos modelos de crecimiento semi-endógeno y modelos neoschumpeterianos de variedad de productos. Los modelos de crecimiento semi-endógenos sostienen que se necesita una cantidad cada vez mayor de recursos para compensar los rendimientos decrecientes de la acumulación de conocimiento y para mantener la economía en crecimiento. En estos modelos, la producción de tecnología es una función del número de investigadores, que, a su vez, es parte de la población total, lo cual lleva a la implicación de que a largo plazo el crecimiento económico se deriva del tamaño del país (población). Otra implicación de estos modelos es que sobre la senda de crecimiento balanceado el crecimiento económico no depende de incentivos tributarios u otras estrategias de intervención de la política pública, ya que el impacto de estos instrumentos de política se desvanece de manera asintótica.

El supuesto clave en los modelos de crecimiento neoschumpeterianos, por otra parte, es que el progreso tecnológico se caracteriza por ser un proceso de destrucción creativa que reduce el impacto de los rendimientos crecientes asociados a las nuevas tecnologías. La efectividad de las inversiones en I+D (sin la "i"), por ejemplo, se desvanecería a medida que la economía se expande debido a que las nuevas innovaciones tienen un costo de oportunidad creciente dada su mayor complejidad. Además, la proliferación de variedades de productos implica que las inversiones en I+D se extienden cada vez más en un conjunto de productos mucho más grande y ligeramente diferenciado. A diferencia de los modelos semi-endógenos, los modelos neoschumpeterianos sostienen que el crecimiento a largo

plazo es altamente sensible a los incentivos de políticas. Debido a que el éxito de las inversiones en innovación es incierto, requiere incentivos para que las empresas dediquen más recursos a las actividades de investigación y desarrollo.

Este debate contemporáneo entre los que defienden el enfoque de los modelos de crecimiento semi-endógeno y el enfoque neoschumpeteriano muestra que, incluso en el enfoque convencional de la teoría del crecimiento, la naturaleza del progreso tecnológico, su impacto en el crecimiento económico y el papel de la política pública a este respecto no están aún resueltos de manera definitiva. Las distintas interpretaciones teóricas sobre los aspectos económicos de la tecnología han llevado a algunos economistas y responsables de la política a mirar con escepticismo el uso de la política tecnológica como una herramienta para fomentar el crecimiento económico, y la falta de evidencia empírica sólida para soportar una teoría o la otra es actualmente una de las principales razones para el desacuerdo.

Modelos de difusión

El principal avance de los modelos de crecimiento endógeno fue convencer a la profesión de que la producción de tecnología no depende solo de los incentivos del mercado, es decir, de la capacidad de los inversionistas para capturar (al menos parte de) los retornos de sus inversiones, sino también de estrategias de política e instituciones que brindan incentivos y compensan la brecha entre los retornos sociales y privados de la inversión. Este enfoque, sin embargo, no es suficiente para analizar las distintas implicaciones derivadas de los procesos de difusión tecnológica en comparación con los procesos de innovación local: el marco teórico dominante en este último caso está asociado con los modelos de difusión de tecnología.

La tesis impulsada por estos modelos es que las contribuciones tecnológicas que mejor explican el crecimiento económico en los países con menor nivel de desarrollo provienen de la tecnología de los países más avanzados, la cual se difunde a países menos desarrollados a través de diversos canales (importaciones de maquinaria y equipo, aprendizaje por exportación, flujos de inversión extranjera directa, licencias). Esta línea de razonamiento se hizo popular bajo la hipótesis que promulgaba las “ventajas del atraso económico” (*advantage of backwardness*) desarrollada por Gerschenkron (1962) en la década de 1960 y que se convirtió en el núcleo del análisis de los modelos neoschumpeterianos de distancia a la frontera mencionados. Sin embargo, una línea de razonamiento similar se encuentra en otros modelos teóricos, por ejemplo, los llamados modelos norte-sur (Acemoglu, 2015; Acemoglu et al., 2012), y los modelos líder/seguidor (Stiglitz, 2015).

En esta perspectiva, el potencial de los países menos desarrollados para crecer y lograr la convergencia tecnológica está determinado por sus capacidades de absorción de las nuevas tecnologías. La investigación en este campo, por ejemplo, los factores determinantes de la capacidad de absorción, se ha concentrado principalmente en aspectos como la formación de capital humano y el análisis de las condiciones institucionales (de libre mercado) que influyen en las decisiones de inversión privada para adquirir nuevas tecnologías desarrolladas por los países en la frontera tecnológica. Esta línea de investigación se convirtió, por otra parte, en un elemento crucial de la explicación sobre por qué hay algunos países que logran crecer de manera acelerada y reducir la brecha con los países avanzados, mientras que otros no lo logran (Hall y Jones, 1999; Jones, 2005).

Otra característica que distingue a los modelos que analizan el proceso de difusión tecnológica es su enfoque secuencial. Desde esta perspectiva, se considera que el proceso tecnológico en los países menos desarrollados empieza, en las primeras etapas del desarrollo, con la adopción y la imitación de nuevas tecnologías desarrolladas en la frontera.

En etapas más tardías, el conocimiento y la experiencia adquirida hacen posible para estos países aventurarse en procesos de innovación. De esta manera, cada etapa de desarrollo justifica un tipo diferente de intervención. Por ejemplo, los acuerdos no competitivos (derechos monopólicos) y la intervención activa del Gobierno (a través de barreras comerciales, subsidios a inversiones selectivas, programas de crédito dirigido) se consideran estrategias consistentes para fomentar las inversiones de alto riesgo durante la etapa de adopción, pero no adecuadas para estimular la innovación. Esta última se considera como una actividad que se beneficia primordialmente de una reducida intervención del Gobierno, políticas consistentes con el libre mercado y el fomento de la competitividad.

Existen, por supuesto, numerosos estudios que desarrollan modelos matemáticos formales para abordar los problemas de difusión, adopción e innovación desde una perspectiva puramente económica, sin abordar aspectos institucionales y de política. Aunque sin duda interesantes desde el punto de vista técnico, la discusión de este tipo de modelos no está entre los objetivos de este documento. En su lugar, examinamos a continuación las principales objeciones teóricas que se han planteado desde la literatura sobre la innovación a los diversos enfoques analíticos convencionales de la teoría del crecimiento económico y la literatura sobre difusión tecnológica que hemos descrito.

La literatura sobre innovación

La relación entre tecnología y crecimiento de largo plazo que se ha desarrollado en la teoría del crecimiento económico esta basada en la existencia de relaciones de equilibrio entre las variables económicas, a las cuales se llega en el supuesto de que los agentes económicos son perfectamente racionales, están completamente informados sobre las distintas opciones o, al menos, conocen bien su conjunto de probabilidades, actúan sobre escenarios que están bien definidos y siempre toman la decisión que les reporta el beneficio óptimo. La condición fundamental para poder alcanzar este resultado es que los agentes económicos operan bajo la lógica del mercado: la libre competencia y las leyes de la oferta y la demanda determinan las asignaciones óptimas sin intervención del Gobierno.

Como se sabe, esta línea de razonamiento ha sido objeto de abundantes críticas, tanto en la teoría económica convencional como en versiones más heterodoxas. En particular, desde el punto de vista de la teoría de la innovación, eventos como el *lock-in* y *path-dependence* serían determinantes para explicar por qué algunas decisiones económicas, aparentemente óptimas, no se realizan.

En este contexto, las decisiones tomadas en el pasado limitan el comportamiento maximizador de las empresas. Incluso aquellas empresas con mejor desempeño preferirían concentrarse en rutinas y tecnologías bien conocidas durante largos periodos antes que decidirse a tomar ventaja de los potenciales beneficios que podrían obtener de nuevos adelantos tecnológicos. En otras palabras, el ajuste a nuevas condiciones de equilibrio y los beneficios económicos de hacerlo no son inmediatos ni libres de fricciones. Los agentes económicos, de hecho, saben que esos beneficios solo se realizan cuando el sistema económico en su conjunto evoluciona

y se adapta a las nuevas condiciones. Por esta razón, bajo esta línea de razonamiento, antes que estar o avanzar hacia una situación de equilibrio a lo largo del proceso de cambio tecnológico, los empresarios están permanentemente fuera de equilibrio y se ajustan a las condiciones cambiantes solo de manera esporádica.

Por otra parte, en lugar de ver la innovación exclusivamente como una actividad de industrias líderes que invierten intensivamente en I+D, el enfoque schumpeteriano, que caracteriza la literatura sobre innovación, sostiene que cada empresario es, en esencia, un innovador que toma decisiones en condiciones de incertidumbre. Aunque la capacidad de producción en serie y la reducción de costos son aspectos relevantes, el principal reto al que se enfrentan los productores es utilizar la tecnología de manera eficiente para producir nuevos productos, no simplemente producir más de lo mismo o a un costo más bajo.

El comportamiento de los consumidores, como se ha argumentado, también es descrito de manera diferente del enfoque convencional. En particular, estos no actúan de forma “racional” buscando optimizar una función de utilidad sujetos a restricciones presupuestarias, sino que más bien actúan de manera irracional y tienen una insaciable sed por lo nuevo. Satisfacer esa ansiedad de los consumidores y superar las presiones de la competencia implica que los empresarios están continuamente ocupados en generar “nuevas variedades”, productos, diferenciadas no solo de las ofrecidas por la competencia, sino también de sus propias versiones anteriores.

Finalmente, mientras la literatura tradicional resalta primordialmente la importancia de la innovación en sectores de “alta tecnología” (*high-tech innovation*), la investigación reciente sostiene que la innovación en sectores de “bajo nivel

tecnológico” (*low-tech innovation*) es una fuente importante de crecimiento a nivel micro y macroeconómico.

Esta última no necesariamente resulta de grandes inversiones en I+D, o I+D+i, sino que, a menudo, se concentra en la resolución de problemas relativamente simples (ubicación, estrategias de *marketing* y logística, nuevos diseños, nuevos conceptos de productos), actividades que con frecuencia, aunque no necesariamente siempre, ocurren en sectores intensivos en mano de obra poco calificada (alimentos, textiles, calzado, muebles) y, en general, implican una amplia gama de trabajos de baja complejidad: ventas, adquisiciones, comunicaciones, entre otros (Foray y Lissoni, 2010; Herstatt y Von Hippel, 1992; Hirsch-Kreinsen, 2008; Huang et al., 2010; Scott, 2006; Som y Kirner, 2016; Stephan, 2010).

Ampliar el concepto de lo que entendemos por innovación tiene implicaciones en la forma en que pensamos sobre el papel de la tecnología en la economía, en particular, con respecto a la interacción entre la innovación (local) y la difusión tecnológica en el contexto de la teoría del crecimiento económico. El consenso creciente de que la “innovación” se resume en una “nueva forma de hacer las cosas en un contexto localizado” plantea, en primer lugar, la cuestión de cómo medir y separar los efectos sobre el crecimiento que se obtiene de la difusión tecnológica, por un lado, y la innovación local, por el otro.

Si bien la difusión tecnológica es relevante en la medida en que introduce alternativas de producción, que hacen posible la generación de más bienes o bienes más baratos, la investigación reciente sugiere que el precio no es el factor determinante, por lo menos no el único y no necesariamente el más relevante, de la competitividad. Los beneficios de la difusión tecnológica, por otra parte, no son

“automáticos”. Al nivel más básico, son necesarias decisiones deliberadas del productor sobre el tipo de productos a producir, el tipo de necesidades/deseos de los consumidores que se pretenden atender y la manera en que los nuevos productos se van a diferenciar de los elaborados por otros productores.

En resumen, la difusión tecnológica, sin duda, es relevante en la medida en que determina las trayectorias tecnológicas o “regímenes tecnológicos” que, al final, se extienden y se vuelven comunes a todos los países por igual. Pero hallar, permanentemente, nuevos usos comerciales a la nueva tecnología es algo que depende de la capacidad de innovación a lo largo de esas trayectorias, aún si se trata de procesos de innovación con bajo contenido tecnológico.

Delimitar el campo de estudio de la teoría de la innovación puede ser un trabajo extenuante. La investigación en este campo es prolífica, y aún limitándonos solo al caso de la literatura que aborda la comparación internacional, esta trata aspectos como el ciclo de vida del producto, las innovaciones inducidas, el cambio tecnológico localizado, las capacidades sociales, tecnológicas y de absorción nacional, etc. El análisis de los determinantes que afectan el potencial innovador, o más específicamente el progreso tecnológico de economías menos desarrolladas, incluyen aspectos como la dotación de factores, conocimientos técnicos, contexto sociocultural, políticas públicas, instituciones, competencia política, etc. (Abramovitz, 1986; Acemoglu, 2015; Acemoglu y Robinson, 2000; Archibugi y Coco, 2004; Atkinson y Stiglitz, 1969; Basu y Fernald, 2002; Basu y Weil, 1998; Cohen, 2010; Cohen y Levinthal, 1990; Fagerberg et al., 2010; Lin et al., 2011; Parente y Prescott, 2002).

Un análisis detallado de estos enfoques está más allá del alcance de este documento. Sin embargo, es importante señalar que la literatura reseñada no establece, en general, una distinción entre progreso tecnológico e innovación, o una descripción adecuada de la manera como interactúan la difusión/adopción tecnológica y la innovación local, aspectos que hemos señalado son fundamentales en la nueva

literatura sobre innovación y que son relevantes porque llevan a implicaciones de política no evidentes en el análisis de la literatura precedente.

Un área de la literatura teórica sobre la asociación entre innovación y crecimiento que es más cercana a nuestra discusión es la que se enmarca en los llamados SNI. Si bien no se puede argumentar que existe una línea única de investigación en este contexto, la literatura sobre SIN en general hace la distinción entre tecnología e innovación (Wirkierman et al., 2018), que sirve de base a la discusión en este documento. Además, en contraste con el énfasis en soluciones de mercado en el análisis convencional, la principal implicación de política derivada de este enfoque es la necesidad de combinar todo tipo de interacciones de mercado y de no mercado que son potencialmente importantes para promover la innovación y el crecimiento (Perilla, 2019).

Los SNI se puede decir que abarcan dos objetivos principales. El primero es proporcionar un lenguaje orientado a la descripción y comparación de instituciones nacionales, competencias y estructuras de incentivos que desempeñan un papel en la generación y difusión del conocimiento tecnológico (como un recurso), facilitar el aprendizaje (como un proceso) e impulsar la innovación (como un producto). El segundo es dar forma a una visión alternativa de la teoría del cambio técnico, que busca explicar los determinantes y la naturaleza de la innovación como el principal motor económico y la forma en que el Gobierno (o el Estado en general) puede mejorar el proceso de innovación para influir en el crecimiento económico.

La literatura desarrollada dentro de los SNI ha recibido poca o ninguna atención en la teoría de crecimiento económico. Sin embargo, lo contrario también es cierto, en tanto la literatura sobre los SNI ha tendido a analizar el impacto de la innovación

sobre el crecimiento ignorando, o mencionando solo marginalmente, los desarrollos que forman parte de la teoría convencional del crecimiento económico. Las razones para este desconocimiento mutuo son varias, como veremos enseguida.

Una de las áreas de desacuerdo, como se mencionó, es sobre la intervención del Estado en la economía. El enfoque convencional en la teoría del crecimiento, basada en las ideas del liberalismo clásico, establece un papel limitado para la intervención del Estado en la economía. Esta se mantiene, de hecho, como una condición *sine qua non* para fomentar la prosperidad económica. Más allá de la provisión de bienes públicos y el mantenimiento de las instituciones de libre mercado (derechos de propiedad), el papel del Gobierno en la perspectiva neoclásica no se recomienda que vaya más allá de proporcionar incentivos de mercado si lo que busca el Gobierno es fomentar la actividad económica.

Los SNI, por el contrario, argumentan y justifican la necesidad de un mayor grado de intervención y, para ello, se basan en evidencia histórica y el análisis de numerosos estudios de caso. En particular, los SNI argumentan que se necesita una intervención sustancial para fomentar la innovación y crear/mejorar las ventajas competitivas en general cuando se trata de la competencia en el mercado internacional (Fagerberg y Sapprasert, 2011; Freeman, 1987, 1995; Lundvall, 2007; Nelson, 1993; Soete et al., 2010).

Otra razón para el desacuerdo entre el enfoque SNI y el enfoque de la economía clásica es la falta de sofisticación técnica/matemática en el planteamiento de los SNI. La economía del crecimiento económico considera que estos desarrollos técnicos son necesario para examinar las preguntas más importantes sobre el desempeño de la economía a largo plazo. En contraste, el enfoque del SNI se basa en el análisis

descriptivo de la naturaleza y los determinantes de la innovación y sus impactos en el crecimiento económico sin recurrir a la complejidad habitual que caracteriza los modelos matemáticos formales.

En otras palabras, en lugar de recurrir a los métodos fundamentales de optimización dinámica que constituye la técnica más adecuada para entender la racionalidad del mecanismo de asignación de mercado en el enfoque clásico, el SNI recurre a estudios de caso y evidencia anecdótica para validar sus principales postulados teóricos.

La falta de formalización matemática no resta relevancia a los argumentos teóricos del SNI. Pero, sin duda, limita la comunicación científica en un campo donde, como sucede con la teoría del crecimiento económico, el razonamiento matemático resulta fundamental para demostrar la validez de sus postulados. Esta, sin duda, es un área abierta para futuras investigaciones en el campo de la teoría de la innovación. En particular, porque el enfoque “apreciativo”, que caracteriza el estudio de casos y la evidencia meramente anecdótica, no es compatible con el método científico de formular hipótesis verificables, encontrar regularidades y enunciar leyes de comportamiento sobre los fenómenos estudiados.

Aun así, es evidente que el enfoque SNI ofrece ventajas analíticas frente al formalismo de los modelos convencionales de crecimiento. En particular, este enfoque proporciona una manera de organizar numerosos tipos de políticas y estrategias relacionadas con el fomento de la innovación surgidos en la literatura. De esta manera, se ha convertido en un mecanismo adecuado para el análisis de la innovación y el diseño de políticas públicas asociadas a esta actividad con independencia de las circunstancias del contexto, como se explica más adelante. Este enfoque resulta fundamental para superar el de la “economía pura” que todavía

caracteriza, al menos en parte, el análisis del crecimiento económico, y también para complementar la literatura centrada en el análisis de las barreras institucionales que dificultan la innovación y el emprendimiento en los países de menor desarrollo.

No obstante, no se trata de escoger entre una teoría o la otra. Ni la teoría del crecimiento económico ni la perspectiva del SNI pueden considerarse individualmente explicaciones completas de los temas relevantes asociados a la relación entre tecnología y crecimiento. Cada uno de estos enfoques presenta, en el mejor de los casos, una explicación parcial de los diferentes aspectos que deben considerarse cuando pensamos en este tipo de asociación.

La optimización intertemporal y el análisis dinámico que caracterizan el enfoque clásico, sin duda, resulta adecuado para comprender los impactos a largo plazo de la política tecnológica. En ese sentido, este enfoque supera la naturaleza estática que distingue el análisis económico en los SNI (Perilla, 2019, 2020).

Sin embargo, la perspectiva de análisis de la innovación más “amplia” y el énfasis en los aspectos institucionales que caracterizan los SNI también son relevantes. En primer lugar, porque, como ya hemos discutido, permite avanzar de manera adecuada en la comprensión académica de la asociación entre innovación y crecimiento económico. En segundo lugar, porque resalta la importancia de analizar la compleja red de instituciones relacionadas con la innovación y su impacto en el crecimiento a nivel agregado. El SNI se ha convertido, de hecho, en un enfoque más plausible para representar la naturaleza sistémica de la innovación en la que la interacción entre distintas partes del sistema involucra transacciones monetarias y no monetarias, y el impacto en el crecimiento depende, en gran medida, de la

capacidad del Gobierno para liderar el proceso de innovación más allá de la solución de las fallas del mercado que distingue el enfoque clásico.

Entonces, un marco teórico unificado que considere elementos de cada uno de estos enfoques parece una dirección más apropiada para la investigación académica. En particular, si se está realmente interesado en entender el impacto de la difusión tecnológica y el papel fundamental de la innovación como motor del crecimiento económico sobre el largo plazo (Perilla,2020).

A continuación, discutimos brevemente las principales implicaciones derivadas de este análisis para la evaluación de las ventajas del atraso económico.

4. La ventajas del atraso económico: una nueva revisión

Sin duda, uno de los elementos más controversiales en el análisis de los SNI es el papel de la política de innovación. Los economistas de los SNI están de acuerdo con que los vacíos institucionales (p. ej., protección de los derechos de propiedad), la información imperfecta, los mercados incompletos o imperfectos o, incluso, la ausencia de mercados (p. ej., mercados financieros poco desarrollados, ausencia de mecanismos para financiamiento de riesgos, baja disponibilidad de capital humano) son factores que limitan los incentivos a la inversión en innovación. Sin embargo, señalan que el problema fundamental con la promoción de la innovación como motor de crecimiento económico no está asociado a simples “fallas de mercado”, sino con la incapacidad para reconocer la naturaleza “sistémica” de la innovación (Fagerberg, 2003; Freeman, 1987; Hall y Rosenberg, 2010; Lundvall, 1993, 2010, 2016; Malerba y Lee, 2020; Soete et al., 2010).

En la perspectiva de los SNI, una economía puede presentar bajos niveles de innovación aún si los derechos de propiedad están bien definidos y existen garantías institucionales que los protegen y cuentan con altos niveles de capital humano, mercados financieros eficientes y mecanismos de política para fomentar la inversión (subsidios/impuestos). El hecho de que el Gobierno, el sistema educativo, el sector empresarial, los inversionistas y el mercado financiero sean todos eficientes no garantiza procesos exitosos de innovación si las actividades de las distintas partes del sistema no están correctamente coordinadas.

A pesar de los subsidios y otros mecanismos de estímulo fiscal, y de la garantía de los derechos de propiedad, la posibilidad de que se registren bajos niveles de inversión en proyectos innovadores se puede asociar al hecho de que las agencias financieras, aún siendo eficientes, se mantienen renuentes a apoyar proyectos de inversión en función de su localización (p. ej., en zonas consideradas de alto riesgo), son más adversas al riesgo que los propios empresarios (De Soto, 2000) si los mecanismos de financiación no están acompañados de programas de fomento a la innovación o existen otras limitaciones institucionales que limitan la agilidad de los procesos innovadores (p. ej., regulación excesiva para formar una nueva empresa o un sistema educativo que prepara profesionales con calificaciones distintas de las que el sistema de producción requiere).

Por otra parte, la promoción de la innovación genera una especie de dilema político entre la protección de los derechos de propiedad, a través de patentes o mecanismos similares de protección, y las estrategias de política que son necesarios a fin de promover la innovación, para los cuales esos mecanismos de protección generan una limitación. El debate académico y la evidencia empírica sugiere, en efecto, que, si bien la ausencia de derechos de propiedad se asocia negativamente con la actividad

innovadora, el sistema de patentes dificulta la innovación al obstaculizar la difusión del conocimiento (Boldrin y Levine, 2002; Jones, 2005; Kremer, 1998; Romer, 2000) y también al incrementar los costos privados y sociales asociados a procesos de litigación originados en violación de los derechos de propiedad (Bessen et al., 2011).

El uso extendido por parte de las empresas de estrategias asociadas a la protección de patentes o, en general, de secretos de producción sugiere que no existe una tendencia natural al intercambio de conocimientos (Dinopoulos y Syropoulos, 2007). El diseño de estrategias para reducir los riesgos potenciales de la imitación y la competencia parece una decisión óptima desde el punto de vista del sector privado. Pero, a nivel agregado, esta se convierte en una estrategia subóptima al reducir la innovación y, por esta vía, las posibilidades de crecimiento.

En resumen, mantener el balance entre la protección de los derechos de propiedad y la divulgación de conocimiento técnico y científico que promueve la innovación, y el balance entre el fomento de la colaboración y los incentivos a la competitividad, son dos de los aspectos cruciales en el diseño de la política de innovación.

Como lo proponen los SNI, la naturaleza sistémica de la innovación justifica la necesidad de una intervención activa del Gobierno para promover o iniciar actividades asociadas a la innovación; importar, modificar y usar nuevas tecnologías; generar mecanismos de financiamiento amplios y, de ser necesario, financiados por el sector público cuando otras fuentes de capital de riesgo no están disponibles en el mercado, o si el sistema financiero está pobremente desarrollado; elaborar estrategias de coordinación encaminadas a promover la interacción y colaboración, o la realización de actividades complementarias relacionadas con la innovación entre los diferentes actores en los sectores público y privado:

instituciones de educación y capacitación, universidades e institutos técnicos, instituciones públicas, asociaciones de la industria, etc.; y también para la aplicación de mecanismos de redes, colaboración y asociaciones entre los sectores de producción aguas arriba y aguas abajo.

Específicamente, desde el punto de vista de los SNI, la realización de las ventajas del atraso económico, referidas a la tesis propuesta por Gerschenkron (1962), y sobre la cual se basa, en gran parte, el argumento de las ventajas de la difusión tecnológica para los países de menor desarrollo económico, dependen, al menos, de tres premisas fundamentales:

- El panorama nacional de tecnología e innovación depende en gran medida de las actividades y proyectos promovidos o iniciados por el Gobierno, que luego se desvían hacia asociaciones público-privadas, universidades y empresas comerciales del sector real que comercializan los resultados de la investigación.
- El financiamiento del Gobierno desempeña un papel importante en el fomento de la innovación en todos los niveles, en particular cuando y si otras fuentes de financiamiento (bancos, mercados de valores) son adversas al riesgo o están menos inclinadas a financiar proyectos de inversión caracterizadas por presentar altos niveles de incertidumbre sobre sus posibilidades de éxito.
- La innovación se ve afectada positivamente por la coordinación de las actividades innovadoras llevadas a cabo no solo por empresarios privados, sino también por universidades, institutos técnicos y el

propio Gobierno, que incluye actividades de mercado y de no mercado.

Estas tres condiciones, a saber, el liderazgo gubernamental, el patrocinio financiero y la coordinación del sistema de innovación son transversales a una amplia gama de estudios que exploran la asociación entre innovación y crecimiento económico. En particular, la literatura sobre SNI sugiere a) que la innovación es una forma importante de mejorar la competitividad internacional y los patrones de especialización tecnológica a través de mecanismos alternativos a la competitividad basada en precios (p. ej., la competitividad basada en la reducción del costo laboral unitario) y b) que el proceso de innovación es complejo e involucra a diversos agentes con intereses también diversos que no siempre se resuelven por mecanismos de competencia y no necesariamente están asociados a razones pecuniarias.

Por otra parte, entre los diversos argumentos que se destacan para justificar el papel del Gobierno en este sentido, uno es que la innovación en sí misma es una fuente de ventaja comparativa. Cabe destacar que este tema ha recibido mucha atención en la literatura micro y macroeconómica que, por tanto, cuestiona la visión general de la tecnología como una gran “piscina de ideas” que es de carácter global y de la cual los países atrasados pueden simplemente extraer nuevas ideas y beneficiarse desde el punto de vista del crecimiento y el desarrollo, ahorrándose los costos de la investigación y la invención. Esa visión “idealizada” de los procesos de difusión tecnológica pasa por alto los límites de la difusión de conocimiento originados en prácticas de protección del secreto industrial (Dinopoulos y Syropoulos, 2007).

El enfoque de los SNI, como se ha expuesto, constituye no solo un desarrollo teórico orientado a la comprensión de los determinantes de la innovación, sino también una

estrategia muy extendida en la práctica, usada por los responsables de la política para el fomento de la innovación y el crecimiento económico.

En particular, la política de innovación según los SNI se ha convertido en una alternativa al marco de políticas basadas tradicionalmente en ideas sobre las ventajas del atraso económico (*advantage of backwardness*) popularizada, como mencionó, en la década de 1980 por Gerschenkron (1962).

Dentro de esta última propuesta teórica, el énfasis de la política es en los mecanismos de mercado y en instituciones compatibles con esos mecanismos que, por tanto, se ocupan, simplemente, de estrategias para mejorar la “capacidad de absorción” del conocimiento y los inventos desarrollados en otros países (p. ej., a través de inversiones en capital humano, inversiones en infraestructura, apertura comercial, etc.).

En contraste, la implicación más notable de la literatura de los SNI para el debate sobre el papel apropiado del Gobierno en la economía es que igual de importante, o incluso más, que el énfasis en soluciones convencionales de mercado (tasas salariales bajas, incentivos tributarios, depreciaciones competitivas) o el fortalecimiento de la absorción, la capacidad para superar el atraso económico está determinada, fundamentalmente, por la habilidad de los países para diseñar e implementar políticas y estrategias de corte transversal coherentes con la articulación del SNI. Esto implica, en últimas, la habilidad para liderar, coordinar y apoyar financieramente las iniciativas de innovación que, por definición, son comunes a todos los sectores de actividad.

Como se ha señalado, en el contexto de los SNI, la innovación no es un problema exclusivo de las etapas avanzadas de desarrollo económico. De hecho, se puede

argumentar que los factores que influyen en la innovación son los mismos, independiente de la etapa de desarrollo, del carácter de la invocación (*high-tech* o *low-tech*) o del ciclo económico. El análisis de la competitividad basada en la innovación requiere, en este contexto, menos de soluciones generales del tipo *one-size-fits-all* y más de estrategias de política específicas a cada economía.

Pero el enfoque SNI no es comparable, o asimilable, a otros enfoques que realizan el mismo tipo de crítica a los modelos convencionales de desarrollo económico (Hausman et al., 2008; Rodrik, 2010). Una diferencia fundamental que distingue el enfoque SNI frente a estos otros enfoques es el énfasis en procesos de innovación en los que la visión tradicional del desarrollo no ofrece, en general, una alternativa de política a los “incentivos de precios” convencionales (subsidios, exenciones tributarias, mano de obra barata).

La investigación empírica sugiere que en aquellos países donde no existe una política de innovación, o esta está solo débilmente desarrollada, tienden a adoptar estrategias de desarrollo coherentes con las prescripciones teóricas de los modelos convencionales. Es decir, en solucionar limitaciones asociadas a las dotaciones factoriales (capital y mano de obra) a través de políticas favorables a la inversión extranjera o explotando ventajas competitivas asociadas a mano de obra barata, práctica, consistente con la tendencia de los países industriales a subcontratar actividades de bajo contenido tecnológico a países que ofrecen bajos costos factoriales. Este patrón de especialización internacional, en el que los países avanzados se dedican a la producción de tecnología y actividades intensivas en conocimiento mientras los países de menor desarrollo a actividades intensivas en trabajo y capital, se perfila así como una de las más graves limitaciones para cerrar

la brecha de ingresos entre ambos grupos de países (Baldwin, 1971; Nishioka, 2013; Madsen et al., 2010).

La discusión anterior tiene consecuencias no triviales para el análisis y la interpretación de la política tecnológica y las estrategias de fomento a la innovación seguidas de muchas economías en vías de desarrollo. Sin dejar de reconocer que existen otras líneas de la literatura que van en la misma dirección, el enfoque de los SNI, sin duda, se ha convertido en un referente para estudiar el papel del Estado para fomentar la inversión, la innovación y el crecimiento.

La relevancia de este enfoque es evidente dado el hecho de que hay en la actualidad muchos países de bajo desarrollo que tienden a privilegiar estrategias de adopción sobre las políticas de innovación. Esta tendencia es coherente si la ideología dominante es que el crecimiento económico depende, fundamentalmente, de la transferencia de tecnología. Pero, como he discutido aquí dentro de la abundante literatura sobre SNI, si la adopción no se combina con políticas/estrategias de innovación, las posibilidades de crecimiento para los países de bajo ingreso son limitadas.

A continuación, se analiza en detalle las principales implicaciones de política derivadas del enfoque SNI.

5. Las implicaciones para la política de innovación

El debate sobre el papel apropiado del Gobierno en la economía es una pregunta que se remonta al propio Adam Smith (1776). Volver sobre este debate se justifica, sin embargo, porque el papel del Gobierno es una de las cuestiones más relevantes, sino la más importante, cuando los economistas tratan sobre los temas del crecimiento y la convergencia económica.

La sugerencia general para restringir la intervención del Gobierno en la economía se basaba, para los economistas clásicos, en premisas que son bien conocidas, a saber, que la intervención reduce la eficiencia del mecanismo de precios para asignar los recursos económicos a la vez que genera oportunidad para prácticas de corrupción (búsqueda de rentas).

La preferencia por “soluciones de mercado” para lograr la asignación eficiente de los recursos productivos y el alcance de un “mayor bienestar social” se ha mantenido hasta hoy: esta posición ideológica se recalca, por parte de algunos economistas, incluso en relación con situaciones en las que los menos ortodoxos en la profesión reconocen un rol para el Gobierno: el gasto público en educación, programas de I+D o la inversión en infraestructura (carreteras, aeropuertos, servicios públicos), como lo refleja Paul Romer:

Mucha gente ve la teoría del crecimiento endógeno como una especie de mecanismo de aprobación para apoyar su intervención de gobierno favorita, la que muchas veces resulta ser una política equivocada. Por ejemplo, en el caso de la infraestructura, la cual debe proveerse de la misma manera que lo hacen otros bienes: con incentivos de mercado y derechos de propiedad sólidos. La privatización de la provisión de infraestructura es exactamente el camino correcto a seguir. El Gobierno debería estar mucho menos involucrado en la provisión de infraestructura. Igualmente errónea es la noción de que el Gobierno debe subsidiar directamente programas de investigación específicos para generar algún tipo particular de conocimiento. Si se compara este mecanismo con el de subsidiar el capital humano y dejar que el mercado asigne a dónde va el capital humano y qué ideas se desarrollan, el enfoque basado en el capital humano funciona mejor. (Snowdon y Vane, 2005, pp. 690 y ss.)

Parece evidente que los diseñadores de políticas que han sido influenciados por estas ideas, principalmente en países de menor desarrollo, estarían más inclinados a diseñar e implementar políticas que se ajustan a la hipótesis del mercado eficiente y, por tanto, a darle mayor peso a una política tecnológica enfocada en la atracción/adopción de tecnología utilizando principalmente el mecanismo de precios (impuestos, subsidios, salarios bajos), pero evitando, al menos dejando al margen, estrategias de intervención para fomentar la innovación, como las que sugieren los SNI.

Los defensores del enfoque de los SNI no desestiman la importancia de la adopción, ni los postulados convencionales que se argumentan necesarios para promover el cambio técnico y el crecimiento económico: la estabilidad económica, la apertura comercial, los derechos de propiedad, la competencia en el mercado y los incentivos de precios (impuestos, subsidios, etc.). Pero insisten en que el análisis es más complejo y estos postulados no agotan ni describen completamente los alcances de una política de innovación adecuada.

La gran diferencia entre la visión tradicional y la nueva estrategia de desarrollo inherente a los SNI es que las viejas estrategias basadas en las ventajas de la difusión y la imitación no agotan las posibilidades de los países menos desarrollados. La promesa de que la transferencia de tecnología de punta y las posibilidades que abría esta a la explotación de economías de escala y alcance es vista cada vez con más desencanto. En primer lugar, porque los países receptores han terminado por convencerse de que la transferencia tecnológica se basa en aplicaciones comerciales y no en transferencia de conocimiento. En segundo lugar, porque la competencia en los mercados internacionales se ha vuelto cada vez más fragmentada, basada en segmentos y actividades específicas en los que la estrategia relevante no consiste

simplemente en desarrollar capacidades (capital humano, facilidades financieras o políticas de promoción afines a muchos sectores industriales), sino a estrategias que permitan integrarse en las cadenas globales de producción (Breznitz, 2007; Breznitz et al., 2018).

La pregunta que surge es ¿qué pueden aprender los países menos desarrollados de la experiencias de los países en la frontera tecnológica a este respecto? Y, para intentar responderla, analizamos enseguida en detalle los principales mecanismos del enfoque de los SNI mencionados: las estrategias de fomento financiero, liderazgo y coordinación.

5.1. Fomento financiero

La literatura empírica reciente coincide en señalar que el comportamiento de los mercados financieros dista mucho del ideal teórico en el que las fuerzas de oferta y demanda se ajustan para asignar los recursos necesarios eficientemente para apoyar los proyectos de inversión en innovación.

Algunas de las principales, pero sin duda no las únicas, fallas que la literatura ha identificado son:

1. El hecho de que los bancos y otras entidades financieras actúan de manera procíclica, generando más crédito cuando la economía va bien y reduciéndolo cuando esta se ralentiza, lo que implica que la disponibilidad de crédito se reduce precisamente cuando este es más necesario.

2. La ausencia de competencia en el mercado financiero que ocasiona que muchas iniciativas innovadoras se queden sin acceso al crédito, lo que afecta principalmente a las pymes.
3. Que el financiamiento por el mercado accionario está expuesto al tradicional problema de agencia, en el que el agente financiero privilegia las ganancias de corto plazo (en general derivadas de la especulación financiera) sobre la inversión en innovación (que por su naturaleza es incierta y en general solo reporta beneficios a muy largo plazo).

Si bien muchas de las deficiencias de los mercados financieros para la innovación se han identificado en parte de la literatura como “fallas de mercado” cuya solución requiere simplemente una regulación financiera eficaz, además de una sólida política monetaria y, en general, estabilidad macroeconómica, la perspectiva de los SNI sugiere que esto es insuficiente.

Si bien es necesario solucionar problemas clásicos asociados a la falta de información o información incompleta, el bajo nivel de competencia y el débil desarrollo de los mercados de capitales, el financiamiento de la innovación requiere, adicional y se puede decir inevitablemente, políticas de financiamiento público (Beck, 2007; Benfratello et al., 2008; Denes et al., 2020) que actúen de manera contracíclica y suministren el capital de riesgo de largo plazo que los innovadores necesitan, pero no están en capacidad de asumir con fondos propios y el mercado financiero, en general, no tiene incentivos para proporcionar. En otras palabras, la política de fomento financiero de la innovación requiere estrategias de apoyo directo del sector

público para asignar “capital de riesgo” y “financiamiento paciente” para proyectos de innovación.

Por otra parte, el diseño de la política debe considerar las distintas necesidades de financiamiento que enfrentan las empresas grandes y las pequeñas. Las primeras, como sugiere la literatura, tienen mayores posibilidades de financiamiento con recursos propios o a través del mercado de capitales, mientras que las mipymes enfrentan diversas limitaciones a este respecto y dependen más de los servicios financieros tradicionales y programas de apoyo financiero a la innovación, como lo proponen los SNI (Beck, 2007).

En la práctica, los países que han adoptado este tipo de estrategias de fomento han desarrollado una amplia gama de políticas y programas para el financiamiento de la innovación. Esto incluye el financiamiento directo de la investigación básica, proyectos científicos o instituciones científicas (a través de becas, subvenciones, premios), mecanismos de coinversión entre el sector público y el sector privado (*joint ventures*) e incentivos fiscales y compras gubernamentales (el Gobierno en el lado de la demanda). Los distintos mecanismos tienen como finalidad reducir los costos de la investigación privada en innovación, evitar las restricciones financieras y reducir la incertidumbre sobre la viabilidad comercial de nuevos productos, por lo que tienen un impacto directo sobre las inversiones en tecnología del sector privado.

El financiamiento público de la innovación también ha sido un mecanismo transversal a políticas diseñadas para proporcionar capital de riesgo a empresas públicas y privadas, con el fin de lograr objetivos tecnológicos preestablecidos e, incluso, para crear nuevos mercados. Una de las contribuciones que se destacan en este campo son las llamadas misiones de innovación que han sido fundamentales en

el desarrollo de los grandes adelantos tecnológicos de nuestra era: el internet, el *smartphone*, la conquista del espacio, entre muchas otras (Mazzucato, 2018; Mazzucato y Penna, 2015).

En los países de la Organización para la Cooperación y el Desarrollo Económicos (OCDE), el financiamiento de la innovación a través de canales públicos es una práctica bien establecida. En general, los SNI han adoptado la máxima de que desde el punto de vista del financiamiento de la innovación “hay más de una manera de pelar el gato”. Las prácticas habituales para financiar actividades de innovación incluyen fondos de inversión directa, líneas de crédito garantizado por el Gobierno y asignado en “condiciones blandas”, subsidios a la investigación, exenciones y deducciones tributarias, protección arancelaria, asignaciones no pagaderas. A pesar de las críticas generalizadas relacionadas con el problema de los *picking winners*, en muchos casos estas intervenciones no son de corte horizontal, sino que, antes bien, están destinadas a programas o sectores específicos.

En contra de la sabiduría popular, el financiamiento público a la innovación en economías avanzadas no es exclusivo de proyectos de alta tecnología: tecnologías de propósito general (electricidad), misiones de innovación (exploración del espacio exterior, cambio climático) o inversiones en campos pioneros (nanotecnología, biotecnología). El sector público ha sido también una fuente crucial de financiamiento en múltiples sectores comerciales (agricultura, alimentos, electrónica, medicina, transporte). Esta, sin duda, es una perspectiva importante para la formulación de políticas en países de menor desarrollo, donde los proyectos de innovación pequeños o de baja tecnología, que, en general, tienen una importancia potencial para el crecimiento económico, a menudo no se ajustan al

criterio del mercado de valores, ni a los bancos comerciales para el crédito comercial u otras formas de financiamiento.

La pregunta que surge es qué determina que los mecanismos de financiación pública de la innovación estén, en general, más débilmente institucionalizados en los países de menor desarrollo. Adicional a la cuestión más obvia de las limitaciones presupuestarias, la falta de esquemas de financiamiento en este sentido parece ser un tema ampliamente dominado por el hecho de que las razones para hacerlo están prácticamente ausentes de los marcos teóricos que justifican los SIN³.

Por supuesto, el uso de las finanzas públicas para fomentar la innovación empresarial es un tema muy controvertido tanto en los círculos académicos como políticos, y la discusión ha sido fuertemente influenciada por prácticas de corrupción que no son únicas, pero ciertamente más frecuentes en países menos desarrollados.

La renuencia de la banca tradicional a patrocinar proyectos de innovación a menos que se cumplan con garantías adecuadas (activos colaterales) o análisis convincentes de costo-beneficio puede ser compensada por otros desarrollos de los mercados financieros, por ejemplo, los mercados de capital de riesgo. Estos desarrollos no son, sin embargo, una condición suficiente para asegurar que los recursos financieros se

³ Una limitación asociada a los recursos financieros para la innovación en países de menor desarrollo se relaciona con los programas de ajuste estructural dentro de las condiciones establecidas por las instituciones financieras y organismos multilaterales. Irónicamente, la condicionalidad se ha aplicado para que estos países puedan acceder a ayudas financieras para el desarrollo (préstamos, alivio de la deuda, ayuda para el desarrollo).

proporcionan eficientemente para apoyar la innovación, en particular en actividades de baja tecnología.

En primer lugar, los mercados de capital de riesgo en general no están al alcance de las empresas que más lo necesitan (*start-ups*, mipymes). En segundo lugar, la literatura sugiere que el riesgo es una función de la etapa de desarrollo de un nuevo producto o proceso, lo que implica que las etapas iniciales y más riesgosas en general carecen de opciones financieras. En tercer lugar, la mayoría de las veces el financiamiento de riesgo por parte de inversionistas privados depende de la condición de que los innovadores sean respaldados por terceros, en cuyo caso los fondos públicos y el financiamiento con garantía pública resultan ser las fuentes más obvias.

Estas deficiencias ciertamente no son únicas, pero son aún más evidentes en los países de menor desarrollo, dado el débil desarrollo o la ausencia real de los mercados de capital de riesgo. Por el contrario, la práctica generalizada de patrocinio en países industrializados está ampliamente documentada: la National Science Foundation (NSF) y el Programa de Investigación de Innovación para Pequeñas Empresas (SBE) en los Estados Unidos, la Iniciativa de Investigación para Pequeñas Empresas (SBE) y la Medical Research Council en el Reino Unido (MRC) son algunos ejemplos.

Ejemplos similares en relación con el diseño de mecanismos públicos para el financiamiento de la innovación en países que han logrado hacer la convergencia se encuentran en Japón, Taiwán y Corea del Sur, entre otros. Por tanto, parece que extender estas prácticas para fomentar la formulación de políticas sobre innovación

en otros países de menor desarrollo no solo es plausible y deseable desde el punto de vista práctico, sino que es aconsejable desde uno teórico.

5.2. Liderazgo

El argumento de que las actividades de I+D realizadas directamente o por encargo de las agencias del sector público afectan de manera positiva la rentabilidad de las empresas y, por tanto, tienen alto impacto en la actividad económica a nivel agregado es otra de las características esenciales de los SNI. Esta estrategia usual de la política de innovación en economías avanzadas, en general, no forma parte de la agenda sobre tecnología y crecimiento en los países de menor desarrollo (Block y Keller, 2008)⁴.

Si bien en la literatura sobre crecimiento existe algún consenso (no total, como se argumentó antes) sobre la importancia de la inversión pública en proyectos de infraestructura y programas de investigación que por su naturaleza generan externalidades positivas para la sociedad pero no son atractivos para el sector privado, el argumento de liderazgo en el SNI es, en esencia, más enfático sobre el protagonismo del sector público en sistemas de innovación exitosos.

Lo que resalta la literatura reciente es que no ha sido la inversión privada sino la investigación del sector público la que ha sido fundamental para el avance de muchas innovaciones que posteriormente han sido el origen de actividades industriales rentables para el sector privado: desde las inversiones que llevaron al desarrollo del transporte ferroviario, aéreo y el marítimo, la invención de la electricidad, el radar, el desarrollo del circuito integrado, el internet, el desarrollo de

⁴ Block y Keller (2008) señalan que el Gobierno federal en los Estados Unidos produce una tercera parte de las innovaciones que finalmente llegan al mercado.

la computación, la tecnología GPS, entre muchas otras (Mazzucato, 2013; Pradella, 2017). Esta misma estrategia es la que se usa para promover ahora la investigación en áreas como la nanotecnología, la biotecnología, la tecnología verde y la conquista del espacio exterior.

La investigación pionera y los avances tecnológicos realizados en agencias públicas de investigación, o bajo su encargo, generan cuatro tipos de resultados importantes desde el punto de vista de la actividad económica:

1. Los nuevos adelantos tecnológicos son transferidos al sector privado, donde, después de las actividades de diseño, marketing y comercialización, se convierten en productos exitosos de mercado.
2. Alternativamente, a través del mecanismo de compras públicas, las nuevas tecnologías son desarrolladas por encargo de agencias del Gobierno, que actúa como primer, y en muchas ocasiones, único comprador.
3. La transferencia o encargo de nuevas tecnologías por parte del Gobierno generan encadenamientos hacia adelante en industrias líderes y con la academia.
4. El desarrollo de las innovaciones en empresas de mayor tecnología actúa como jalonador de la actividad económica en las industrias de menor tecnología: alimentos, textiles, madera, metales, etc.

En la perspectiva de los SNI, la investigación pública tiene grandes efectos colaterales en la actividad de innovación comercial del sector privado. El conocimiento y la tecnología originados en el sector público y, posteriormente, transferidos al sector privado permite que este último se concentre en la etapa más rentable de la comercialización sin incurrir en el costo de la inversión (Breznitz, 2007;

Breznitz et al., 2018). Además, se ha argumentado ampliamente que la investigación pública tiene una gran influencia en el tipo y la dirección de las actividades de innovación llevadas a cabo en el sector privado e, incluso, ha sido una práctica generalizada para “crear” y “dar forma” a nuevos mercados para la innovación (energía limpia) cuando esos mercados están ausentes o poco desarrollados (Mazzucato y Penna, 2015).

La investigación sobre el papel del Estado empresario ha puesto en tela de juicio la opinión predominante de que la tecnología y la innovación se fomentan mejor en los mercados competitivos. Al contrario, se señala en esta literatura que el liderazgo del sector público ha sido una característica de la mayoría de los países avanzados. Por ejemplo, en el caso de la economía de los Estados Unidos, donde los ejemplos sobre proyectos tecnológicos iniciados por el Gobierno y, posteriormente, transferidos al sector privado para su comercialización son abundantes (Block y Keller, 2009). En el pasado, la atención se centró en tecnologías vinculadas a fines militares, pero la investigación posterior realizada en agencias estatales federales (National Science Foundation [NSF], National Aeronautics and Space Administration [NASA], USDD, United States Department of Agriculture [USDA], Small Business Administration [SBA]), o patrocinada directamente por ellas (Defense Advanced Research Projects Agency [DARPA], Advanced Research Projects Agency-Energy [ARPA-E], Small Business Innovation Research [SBIR], IQT), después se divulga ampliamente al sector empresarial, como lo sugiere Cohen (2010):

Una influencia extraindustrial ampliamente estudiada sobre las oportunidades tecnológicas es la del Gobierno. En numerosos sectores, en particular la agricultura, la aviación, la electrónica y la medicina, el Gobierno ha contribuido a reducir el costo privado de la innovación y ha influido en la dirección de la investigación industrial

mediante su propia investigación, su apoyo a la investigación académica, al subvencionar y patrocinar al sector privado y mediante la difusión de los conocimientos tecnológicos desarrollados en sus propios laboratorios y en otros lugares. La distribución de los gastos del gobierno en I+D en todas las industrias es muy variada, especialmente en los Estados Unidos, donde las industrias que suministran a los militares, y más recientemente, las universidades que realizan investigaciones en ciencias de la vida, son los principales receptores de apoyo a la I+D. Si bien su papel directo en la creación y diseminación del conocimiento es sustancial en algunos sectores, su influencia indirecta también se siente a través de una variedad de otros canales que tienen diferentes impactos en las industrias. Lo más importante es el impacto de la demanda del Gobierno en la tasa y la dirección de la innovación. (pp. 179 y ss.)

Otro ejemplo sobre el liderazgo del Gobierno es la investigación que dio origen al concepto de SNI. Este surgió de la preocupación en los países miembros de la Organización para la Cooperación y el Desarrollo Económicos (OCDE) por encontrar alternativas dirigidas a mejorar la competitividad y las perspectivas de crecimiento. La iniciativa de los SNI, en este contexto, se considera una forma de comprender los determinantes y mejorar la creación y difusión de conocimiento en toda la economía. Esta preocupación ha sido fundamental para el apoyo de una producción permanente de estudios basados en los países y estandarización de los indicadores de desempeño enfocados en patrones de conocimiento y potenciales innovadores que permiten comparaciones entre países (Wirkierman et al., 2018).

5.3. Coordinación

Las fallas de coordinación se presentan en gran medida en la economía convencional como fallas del mercado: situaciones en las que la economía exhibe bajos niveles de

actividad debido a una divergencia entre las decisiones que resultan óptimas desde el punto de vista privado, pero no de la sociedad, y donde la diferencia es suficiente para justificar algún tipo de intervención externa (Gobierno) para llevar la economía a un nuevo óptimo de Pareto, aunque los instrumentos apropiados para intervenir y el alcance, la forma y la duración de tales intervenciones son, en general, temas de debate.

Como se mencionó, en la perspectiva de los SNI, la innovación se considera el resultado de un proceso colectivo que abarca una variedad de actores, conocimientos, instituciones e interacciones público-privadas. En este contexto, la coordinación es un elemento fundamental para reducir los trade-offs y generar sinergias entre los distintos actores. Un mecanismo de coordinación de la innovación adecuado requiere actividades de networking, incentivos a la creación de encadenamientos sectoriales y políticas que estimulen la creación de alianzas, la colaboración y el fortalecimiento de las complementariedades e interdependencias entre los diferentes sectores económicos.

En general, el problema de las fallas de coordinación es inevitable en una economía de mercado. Para corregirlas, la investigación teórica ha resaltado tres conjuntos de políticas:

1. Políticas que influyen en la asignación de recursos
2. Políticas que fomentan las complementariedades intersectoriales
3. Una combinación de las anteriores

El discurso económico dominante sugiere que la falla de coordinación más relevante está en el mecanismo de asignación. Desde este punto de vista, la falta de “sinergias” o ausencia de “complementariedades” entre las diferentes actividades económicas

se debe a rigideces del mercado que pueden remediarse simplemente al influir en el mecanismo de precios. En consecuencia, desde esta perspectiva, la estrategia clave para impulsar la innovación depende de la capacidad del Gobierno para proporcionar incentivos de precios utilizando instrumentos de política convencionales (impuestos, subsidios, tasas de interés, salarios), aunque, como suele observarse, este enfoque implica el riesgo de introducir distorsiones adicionales en el sistema de precios.

El marco de los SNI se centra, en cambio, en el enfoque de las complementariedades intersectoriales. La lógica, similar a la expuesta en la teoría del “gran impulso” (Murphy et al., 1989), es que las inversiones en innovación en un sector pueden no ocurrir simplemente porque otras inversiones complementarias no se han desarrollado. La innovación en la industria automotriz es un ejemplo, dado que los avances en la producción del automóvil no serían revolucionarios si no estuvieran acompañados por una gama de desarrollos complementarios basados en innovaciones tecnológicamente menos sofisticadas pero importantes en una amplia gama de productos y servicios: partes y repuestos, circuitos eléctricos, sistemas de computación, sistemas de seguridad, servicios financieros, carreteras, mecanismos de señalización, luces de tránsito, regulación pública, estaciones de servicio, escuelas de conducción, etc. (Ramalingam y Bound, 2016).

La naturaleza interactiva de la innovación en esta perspectiva, en la que la innovación se realiza en parte por empresas del sector empresarial y en parte por organizaciones no comerciales (p. ej., universidades, agencias gubernamentales) a nivel nacional y en el extranjero, implica un papel más amplio para la acción gubernamental que, como ya se ha señalado, normalmente relacionan aspectos de la creación de redes y la colaboración entre las distintas partes del sistema, y políticas

para fomentar la transferencia de conocimientos de fuentes internacionales. Ciertamente, estos aspectos no están en desacuerdo con los postulados de la teoría del crecimiento, pero, como se ha discutido, la literatura sobre los SNI va mucho más lejos en su análisis para resaltar la interacción en diferentes partes del sistema de innovación a través de todo tipo de mecanismos de mercado y no mercado.

Otro aspecto relevante en esta discusión se relaciona con la duración de la intervención del Estado en la economía. Desde la perspectiva tradicional del análisis económico, cualquier intervención para ajustar las fallas de coordinación debe limitarse al tiempo necesario para que la economía salga de la situación con bajos niveles de actividad. Por el contrario, la intervención del Gobierno es una característica permanente del enfoque SNI más allá de las consideraciones típicas del ciclo de los negocios. Esta se relaciona con la idea de que la innovación, el crecimiento económico y la recuperación son fenómenos en constante cambio, lo que significa que no se pueden evaluar adecuadamente como si fueran estados de equilibrio en los que la intervención sería necesaria solo en pasar de un equilibrio menos deseable a otro más deseable.

En resumen, la visión de las intervenciones gubernamentales que resaltan la creación de redes y la colaboración para fomentar la innovación, en contraste con la lógica de la competencia y las soluciones de mercado, es un sello crucial del enfoque de los SNI. Desde este punto de vista, la coordinación es más exigente e involucra interacciones más complejas que las intervenciones ocasionales para resolver las fallas del mercado. El grado en que los países sean capaces de diseñar y generar encadenamientos entre las distintas partes del sistema de innovación es el determinante fundamental de un proceso exitoso de innovación y, por tanto, también del crecimiento económico.

6. Conclusiones

El objetivo de este documento fue contribuir a la comprensión académica de la relación entre la tecnología y la innovación, y el papel fundamental que esta relación tiene para comprender mejor las posibilidades de crecimiento y el diseño de la política económica de fomento a la innovación en las economías menos desarrolladas.

Con este propósito, he señalado la importancia de abordar las definiciones conceptuales y cuestiones ideológicas que han limitado la comprensión de la importancia de la política de innovación como mecanismo fundamental para fomentar el crecimiento económico.

Un argumento central en la discusión es que una mejor comprensión de los aspectos de tecnología e innovación que parecen importantes para fomentar el crecimiento requiere tanto los modelos de crecimiento con un enfoque sobre las perspectivas de largo plazo como los modelos que resaltan el proceso de innovación: modelos de crecimiento basados en innovación.

Otro de los argumentos relevantes para destacar en esta conclusión se relaciona con las diferencias conceptuales y metodológicas existente entre la noción convencional de la ventaja del atraso económico y el enfoque de los SNI. Mientras el primero de estos aspectos idealiza el papel de la difusión/adopción tecnológicas como determinante fundamental del crecimiento en economías menos desarrolladas, el segundo destaca más la importancia de la innovación local en este contexto.

La premisa fundamental del enfoque SNI, como se ha discutido en este documento, es que una política de innovación adecuada para fomentar el crecimiento se caracteriza por tres aspectos esenciales transversales a las diversas contribuciones

de la literatura en este contexto: el fomento financiero, el liderazgo del Gobierno en procesos I+D+i y la coordinación institucional del sistema de innovación.

La discusión proporcionada no pretende ser exhaustiva. La aspiración, mucho más modesta, es que, al estar respaldada por numerosas contribuciones en la literatura reciente sobre innovación, esta discusión contribuya a repensar el diseño y la implementación de las políticas nacionales de innovación, en particular cuando se trata de las economías menos desarrolladas.

Referencias

Abramovitz, M. (1986). Catching up, forging ahead, and falling behind. *Journal of Economic History*, 46(2), 385-406.

Acemoglu, D. (2015). Localised and biased technologies: Atkinson and Stiglitz's new view, induced innovations, and directed technological change. *The Economic Journal*, 125(583), 443-463. <https://doi.org/10.1111/eoj.12227>

Acemoglu, D. y Robinson, J. A. (2000). Political losers as a barrier to economic development. *American Economic Review*, 90(2), 126-130. DOI: 10.1257/aer.90.2.126

Acemoglu, D., Aghion, P. y Zilibotti, F. (2006). Distance to frontier, selection, and economic growth. *Journal of the European Economic Association*, 4(1), 37-74. <https://doi.org/10.1162/jeea.2006.4.1.37>

Acemoglu, D., Robinson, J. A. y Verdier, T. (2012). Can't we all be more like Scandinavians? Asymmetric growth and institutions in an interdependent world. *Working Paper*, 18441. DOI 10.3386/w18441

Aghion, P., Akcigit, U. y Howitt, P. (2014). What do we learn from Schumpeterian growth theory? En P. Aghion y S. N. Durlauf (eds.), *Handbook of economic growth* (vol. 2, pp. 515- 563). Elsevier. <https://doi.org/10.1016/B978-0-444-53540-5.00001-X>

Archibugi, D. y Coco, A. (2004). A new indicator of technological capabilities for developed and developing countries (ArCo). *World development*, 32(4), 629-654. <https://doi.org/10.1016/j.worlddev.2003.10.008>

Atkinson, A. B. y Stiglitz, J. E. (1969). A new view of technological change. *The Economic Journal*, 79(315), 573-578. <https://doi.org/10.2307/2230384>

Baldwin, R. E. (1971). Determinants of the commodity structure of US trade. *The American Economic Review*, 61(1), 126-146.

Barro, R. J. y Sala-i-Martin, X. (1997). Technological diffusion. *Convergence, and Growth, Journal of Economic Growth*, 2(1).

Basu, S. y Fernald, J. G. (2002). Aggregate productivity and aggregate technology.

European Economic Review, 46(6), 963-991. [https://doi.org/10.1016/S0014-2921\(02\)00161-7](https://doi.org/10.1016/S0014-2921(02)00161-7)

Basu, S. y Weil, D. N. (1998). Appropriate technology and growth. *The Quarterly Journal of Economics*, 113(4), 1025-1054. <https://doi.org/10.1162/003355398555829>

Baumol, W. J. (1986). Productivity growth, convergence, and welfare: what the long-run data show. *The American Economic Review*, 76(5), 1072-1085.

Beck, T. (2007). Financing constraints of SMEs in developing countries: Evidence, determinants and solutions. *KDI 36th Anniversary International Conference*. [http://www.africres.org/SMME %20Research/SMME %20Research %20General/Conference %20Papers/Financing %20constraints %20of %20SMEs %20in %20developing %20countries.pdf](http://www.africres.org/SMME%20Research/SMME%20Research%20General/Conference%20Papers/Financing%20constraints%20of%20SMEs%20in%20developing%20countries.pdf)

Benfratello, L., Schiantarelli, F. y Sembenelli, A. (2008). Banks and innovation: Microeconomic evidence on Italian firms. *Journal of Financial Economics*, 90(2), 197-217. <https://doi.org/10.1016/j.jfineco.2008.01.001>

Bessen, J., Ford, J. y Meurer, M. (2011). The private and social costs of patent trolls. *Regulation*, 34.

Block, F. y Keller, M. R. (2009). Where do innovations come from? Transformations in the US economy, 1970-2006. *Socio-Economic Review*, 7(3), 459-483. <https://doi.org/10.1093/ser/mwp013>

Boldrin, M. y Levine, D. (2002). The case against intellectual property. *American Economic Review*, 92(2), 209-212. DOI: 10.1257/000282802320189267

Breznitz, D. (2007). *Innovation and the state: Political choice and strategies for growth in Israel, Taiwan, and Ireland*. Yale University Press.

Breznitz, D., Ornston, D. y Samford, S. (2018). Mission critical: the ends, means, and design of innovation agencies. *Industrial and Corporate Change*, 27(5), 883-896. <https://doi.org/10.1093/icc/dty027>

Cohen, W. M. (2010). Fifty years of empirical studies of innovative activity and performance. En B. H. Hall y N. Rosenberg (eds.), *Handbook of the economics of innovation* (vol. 1, pp. 129-213). North-Holland. [https://doi.org/10.1016/S0169-7218\(10\)01004-X](https://doi.org/10.1016/S0169-7218(10)01004-X)

Cohen, W. M. y Levinthal, D. A. (1990). Absorptive capacity: A new perspective on learning and innovation. *Administrative Science Quarterly*, 35(1), 128-152. <https://doi.org/10.2307/2393553>

Denes, M. R., Howell, S. T., Mezzanotti, F., Wang, X. y Xu, T. (2020). Investor Tax Credits and Entrepreneurship: Evidence from US States. *Working Paper*, 27751. <https://www.nber.org/papers/w27751>

De Soto, H. (2000). *The mystery of capital: Why capitalism triumphs in the West and fails everywhere else*. Civitas Books.

Dinopoulos, E. y Syropoulos, C. (2007). Rent protection as a barrier to innovation and growth. *Economic Theory*, 32(2), 309-332. <https://doi.org/10.1007/s00199-006-0124-4>

Durlauf, S. y Quah, D. (1999). The new empirics of economic growth. *Hand-Book of Macroeconomics*, 1, 235-308. [https://doi.org/10.1016/S1574-0048\(99\)01007-1](https://doi.org/10.1016/S1574-0048(99)01007-1)

- Easterly, W. y Levine, R. (2001). What have we learned from a decade of empirical research on growth? It's Not Factor Accumulation: Stylized Facts and Growth Models. *The World Bank Economic Review*, 15(2), 177-219. <https://doi.org/10.1093/wber/15.2.177>
- Edwards, S. (1998). Openness, productivity and growth: what do we really know? *The Economic Journal*, 108(447), 383-398. <https://doi.org/10.1111/1468-0297.00293>
- Fagerberg, J. (2003). Schumpeter and the revival of evolutionary economics: an appraisal of the literature. *Journal of Evolutionary Economics*, 13(2), 125-159. <https://doi.org/10.1007/s00191-003-0144-1>
- Fagerberg, J. (1995). Convergence or divergence? The impact of technology on "why growth rates differ". *Journal of Evolutionary Economics*, 5(3), 269-284. <https://doi.org/10.1007/BF01198307>
- Fagerberg, J. y Sapprasert, K. (2011). National innovation systems: The emergence of a new approach. *Science and Public Policy*, 38(9), 669-679. <https://doi.org/10.3152/030234211X13070021633369>
- Fagerberg, J., Srholec, M. y Verspagen, B. (2010). Innovation and economic development. En B. H. Hall y N. Rosenberg (eds.), *Handbook of the economics of innovation* (vol. 2, pp. 833-872). North-Holland. [https://doi.org/10.1016/S0169-7218\(10\)02004-6](https://doi.org/10.1016/S0169-7218(10)02004-6)
- Foray, D. y Lissoni, F. (2010). University research and public-private interaction. En B. H. Hall y N. Rosenberg (eds.), *Handbook of the economics of innovation* (vol. 1, pp. 275-314). North-Holland. [https://doi.org/10.1016/S0169-7218\(10\)01006-3](https://doi.org/10.1016/S0169-7218(10)01006-3)
- Freeman, C. (1987). *Technology, policy, and economic performance: Lessons from Japan*. Pinter.
- Freeman, C. (1995). The 'National System of Innovation' in historical perspective. *Cambridge Journal of Economics*, 19(1), 5-24. <https://doi.org/10.1093/oxfordjournals.cje.a035309>
- Gerschenkron, A. (1962). Economic backwardness in historical perspective (1962). En J. Timmons Roberts, A. Bellone Hite y N. Chorev (eds.), *The Globalization and Development Reader Perspectives on Development and Global Change* (pp. 62-78). John Wiley & Sons. <https://diarium.usal.es/agustinferraro/files/2020/01/Roberts-Hite-and-Chorev-2015-The-Globalization-and-Development-Reader.pdf#page=76>
- Hall, B. y Rosenberg, N. (eds.) (2010). *Handbook of the economics of innovation*. Elsevier.
- Hall, R. E. y Jones, C. I. (1999). Why do some countries produce so much more output per worker than others? *The Quarterly Journal of Economics*, 114(1), 83-116. <https://doi.org/10.1162/003355399555954>
- Hausmann, R., Rodrik, D. y Velasco, A. (2008). Growth diagnostics. En N. Serra y J. E. Stiglitz (eds.), *The Washington consensus reconsidered: Towards a new global governance* (pp. 324-355). Oxford University Press.
- Herstatt, C. y Von Hippel, E. (1992). From experience: Developing new product concepts via the lead user method. A case study in a "low-tech" field. *Journal of Product Innovation Management*, 9(3), 213-221. [https://doi.org/10.1016/0737-6782\(92\)90031-7](https://doi.org/10.1016/0737-6782(92)90031-7)
- Hirsch-Kreinsen, H. (2008). "Low-tech" innovations. *Industry and Innovation*, 15(1), 19-43. <https://doi.org/10.1080/13662710701850691>
- Huang, C., Arundel, A. y Hollanders, H. (2010). How firms innovate: R&D, non-R&D, and

technology adoption. *UNU-MERIT WP*.

Jones, C. (2005). Growth and ideas. En P. Aghion y S. N. Durlauf (eds.), *Handbook of economic growth* (vol. 1, pp. 1063-1111). Elsevier. [https://doi.org/10.1016/S1574-0684\(05\)01016-6](https://doi.org/10.1016/S1574-0684(05)01016-6)

Katz, J. M. (1984). Domestic technological innovations and dynamic comparative advantage: Further reflections on a comparative case-study program. *Journal of Development Economics*, 16(1-2), 13-37. [https://doi.org/10.1016/0304-3878\(84\)90100-7](https://doi.org/10.1016/0304-3878(84)90100-7)

Keller, W. (2002). Geographic localization of international technology diffusion. *American Economic Review*, 92(1), 120-142. DOI: 10.1257/000282802760015630

Keller, W. (2004). International technology diffusion. *International Technology Diffusion*, 42(3), 752-782. DOI: 10.1257/0022051042177685

Kremer, M. (1998). Patent buyouts: A mechanism for encouraging innovation. *The Quarterly Journal of Economics*, 113(4), 1137-1167. <https://doi.org/10.1162/003355398555865>

Lall, S. (1987). *Learning to industrialize: The acquisition of technological capability by India*. Springer.

Lin, J., Monga, C., te Velde, D., Tendulkar, S., Amsden, A., Amoako, K. y Lim, W. (2011). DPR debate: growth identification and facilitation: the role of the state in the dynamics of structural change. *Development Policy Review*, 29(3), 259-310. <https://doi.org/10.1111/j.1467-7679.2011.00534.x>

Lundvall, B.-A. (1993). User-producer relationships, national systems of innovation and internationalization. En D. Foray y C. Freeman (eds.), *Technology and the wealth of nations*. Pinter.

Lundvall, B.-A. (2007a). *Innovation System Research and Policy Where it came from and where it might go* [ponencia]. CAS Seminar, Oslo, Noruega. <http://repositorio.colciencias.gov.co/handle/11146/491>

Lundvall, B.-A. (2007b). National innovation systems-analytical concept and development tool. *Industry and Innovation*, 14(1), 95-119. <https://doi.org/10.1080/13662710601130863>

Lundvall, B.-A. (ed.) (2010). *National systems of innovation: Toward a theory of innovation and interactive learning*. Anthem.

Madsen, J. B., Islam, M. R. y Ang, J. B. (2010). Catching up to the technology frontier: The dichotomy between innovation and imitation. *Canadian Journal of Economics/Revue canadienne d'économique*, 43(4), 1389-1411. <https://doi.org/10.1111/j.1540-5982.2010.01618.x>

Malerba, F. y Lee, K. (2020). An evolutionary perspective on economic catch-up by latecomers. https://www.researchgate.net/profile/Keun_Lee10/publication/344130038_An_evolutionary_perspective_on_economic_catch-up_by_latecomers/links/5f5970ab4585154dbbc3f996/An-evolutionary-perspective-on-economic-catch-up-by-latecomers.pdf

Mankiw, N. G., Phelps, E. S. y Romer, P. M. (1995). The growth of nations. *Brookings*

Papers on Economic Activity, 1995(1), 275-326. <https://doi.org/10.2307/2534576>

Mazzucato, M. (2018). Mission-oriented innovation policies: Challenges and opportunities. *Industrial and Corporate Change*, 27(5), 803-815. <https://doi.org/10.1093/icc/dty034>

Mazzucato, M. (2013). *The entrepreneurial state: Debunking public vs. private sector myths*. Anthem.

Mazzucato, M. y Penna, C. C. (eds.). (2015). *Mission-oriented finance for innovation: N ideas for investment-led growth*. Pickering & Chatto Publishers.

Murphy, K. M., Shleifer, A. y Vishny, R. W. (1989). Industrialization and the big push. *Journal of Political Economy*, 97(5), 1003-1026. <https://doi.org/10.1086/261641>

Nelson, R. R. (ed.) (1993). *National innovation systems: A comparative analysis*. Oxford University Press on Demand.

Nelson, R. R. (2008). Economic development from the perspective of evolutionary economic theory. *Oxford Development Studies*, 36(1), 9-21. <https://doi.org/10.1080/13600810701848037>

Nelson, R. R. y Pack, H. (1999). The Asian miracle and modern growth theory. *The Economic Journal*, 109(457), 416-436. <https://doi.org/10.1111/1468-0297.00455>

Nishioka, S. (2013). R&D, trade in intermediate inputs, and the comparative advantage of advanced countries. *Journal of the Japanese and International Economies*, 30, 96-110. <https://doi.org/10.1016/j.jjie.2013.10.004>

Parente, S. L. y Prescott, E. C. (2002). *Barriers to riches*. MIT.

Perilla Jiménez, J. R. (2019). Mainstream and evolutionary views of technology, economic growth and catching up. *Journal of Evolutionary Economics*, 29(3), 823-852. <https://doi.org/10.1007/s00191-019-00606-1>

Perilla Jiménez, J. R. (2020). Testing the impact of technology diffusion and innovation on long-run growth using cointegration techniques. *The Journal of International Trade & Economic Development*, 29(6), 748-773. <https://doi.org/10.1080/09638199.2020.1729229>

Pradella, L. (2017). *The entrepreneurial state* by Mariana Mazzucato: A critical engagement. *Competition y Change*, 21(1), 61-69. <https://doi.org/10.1177/1024529416678084>

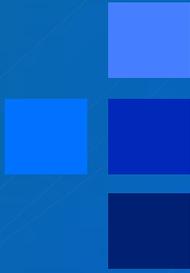
Ramalingam, B. y Bound, K. (2016). *Innovation for international development: Navigating the paths and pitfalls*. Nesta. https://designmattersatartcenter.org/wp-content/uploads/2016/04/innovation_in_international_development.pdf

Rodrik, D. (2010). Diagnostics before prescription. *Journal of Economic Perspectives*, 24(3), 33-44. DOI: 10.1257/jep.24.3.33

Romer, P. M. (1993). Idea gaps and object gaps in economic development. *Journal of Monetary Economics*, 32(3), 543-573. [https://doi.org/10.1016/0304-3932\(93\)90029-F](https://doi.org/10.1016/0304-3932(93)90029-F)

Romer, P. M. (2000). Should the government subsidize supply or demand in the market for scientists and engineers? *Innovation Policy and The Economy*, 1, 221-252. <https://doi.org/10.1086/ipe.1.25056146>

- Rosenberg, N. (1994). Incertidumbre y cambio tecnológico. *Revista de Historia Industrial*, 6, 11-30. <https://www.raco.cat/index.php/HistoriaIndustrial/article/download/62517/84828>
- Scott, A. J. (2006). The changing global geography of low-technology, labor-intensive industry: Clothing, footwear, and furniture. *World Development*, 34(9), 1517-1536. <https://doi.org/10.1016/j.worlddev.2006.01.003>
- Smith, A. (1776). *The wealth of nations: An inquiry into the nature and causes of the wealth of nations*. Harriman House.
- Snowdon, B. y Vane, H. R. (2005). *Modern macroeconomics: Its origins, development and current state*. Edward Elgar.
- Soete, L., Verspagen, B. y Ter Weel, B. (2010). Systems of innovation. En B. H. Hall y N. Rosenberg (eds.), *Handbook of the economics of innovation* (vol. 2, pp. 1159-1180). North-Holland. [https://doi.org/10.1016/S0169-7218\(10\)02011-3](https://doi.org/10.1016/S0169-7218(10)02011-3)
- Solow, R. M. (1956). A contribution to the theory of economic growth. *The Quarterly Journal of Economics*, 70(1), 65-94. <https://doi.org/10.2307/1884513>
- Som, O. y Kirner, E. (2016). *Low-tech innovation*. Springer International Pu.
- Spence, M. (2011). *The next convergence: The future of economic growth in a multispeed world*. Farrar, Straus and Giroux.
- Stephan, P. E. (2010). The economics of science. En B. H. Hall y N. Rosenberg (eds.), *Handbook of the economics of innovation* (vol. 1, pp. 217-273). North-Holland. [https://doi.org/10.1016/S0169-7218\(10\)01005-1](https://doi.org/10.1016/S0169-7218(10)01005-1)
- Stiglitz, J. E. (2015). Leaders and followers: Perspectives on the Nordic model and the economics of innovation. *Journal of Public Economics*, 127, 3-16. <https://doi.org/10.1016/j.jpubeco.2014.09.005>
- Verspagen, B. (1991). A new empirical approach to catching up or falling behind. *Structural Change and Economic Dynamics*, 2(2), 359-380. <https://core.ac.uk/download/pdf/6787143.pdf>
- Wirkierman, A., Ciarli, T. y Savona, M. (2018). Varieties of european national innovation systems. *Working Paper*. https://research.gold.ac.uk/24474/1/ISIGrowth_DD1.2.pdf
- Zilibotti, F. (2008). Economic growth through the development process. *CESifo Economic Studies*, 54(3), 325-357. <https://doi.org/10.1093/cesifo/ifn020>



El Instituto de Estudios Económicos del Caribe (IEEC) fue creado en 2003 para adelantar en la Universidad del Norte las actividades de docencia e investigación en el campo de la Economía, así como cursos especiales y de posgrado. Además, el IEEC lleva a cabo proyectos de investigación con énfasis en el estudio de problemas atinentes a la Costa Caribe.

El IEEC tiene como una de sus prioridades la difusión de sus investigaciones y ensayos mediante la publicación de libros y, especialmente, de su serie *Documentos*. De esta manera, el IEEC aspira a contribuir a la discusión pública de los más significativos problemas que afectan a nuestra sociedad.