

Curso de Formación en Políticas de CTI

MÓDULO 1 INNOVACIÓN, POLÍTICA Y DESARROLLO

Manual del Participante

Edición de diciembre de 2017

NOTA

Los símbolos en los documentos de las Naciones Unidas se componen de letras en mayúsculas combinadas con cifras. Una mención a un símbolo tal, indica una referencia a un documento de las Naciones Unidas.

Las designaciones empleadas y la presentación del material en la presente publicación no implica la expresión de ninguna opinión por parte de la Secretaría de las Naciones Unidas en cuanto al estado legal de cualesquiera países, territorios, ciudades o zonas, o de las autoridades, o en cuanto a la delimitación de sus fronteras o límites.

El símbolo de “dólar” (\$) se refiere a dólares estadounidenses

El material de la presente publicación puede ser citado libremente siempre que se mencione la fuente. Se debe enviar una copia de la publicación que contenga la cita o la reimpresión a la secretaría de la UNCTAD: UNCTAD/DTL, E.7080 Palais des Nations, CH-1211, Geneva (Ginebra) 10, Switzerland (Suiza).

AGRADECIMIENTOS

Este Manual del Participante del Módulo 1 Innovación, Política y Desarrollo del Curso de Formación en Políticas de CTI de la UNCTAD fue preparado por Dimo Calovski, funcionario de asuntos económicos de la UNCTAD, Sección de Política de Ciencia, Tecnología e Innovación, División de Tecnología y Logística. Marta Pérez Cusó y Michael Lim, funcionarios de asuntos económicos de la UNCTAD, aportaron comentarios y observaciones. Una reunión de evaluación por pares tuvo lugar con la participación de los siguientes funcionarios de la UNCTAD: Bob Bell, Claudia Contreras, Torbjorn Fredriksson , Ermias Biadgleng, Fiorina Mugione, Mesut Saygali , Christophe Spenneman, Rolf Traeger y Dong Wu. La reunión contó también con la participación de los siguientes evaluadores externos: Ludo Alcorta , Jean-Eric Aubert, Chux Daniels , Gabriela Dutrenit, Jeong Hyop Lee, Bart Verspagen y Kanchana Wanichkorn

La presente publicación fue traducida del inglés por Gonzalo Muñoz Carrillo y no se ha editado formalmente.

UNCTAD/DTL/STICT/2017/13

CONTENIDO

Nota.....	2
Agradecimientos	2
Contenido.....	3
Abreviaciones.....	5
Módulo 1.1: Introducción	6
0. introducción	6
I. ¿Qué es la innovación?	6
II. Evolución del cuadro de políticas del SNI	7
III. Políticas efectivas de CTI.....	10
IV. Innovación en la práctica	13
Material de lectura seleccionado	15
Módulo 1.2: Innovación y desarrollo económico	1
0. introducción	1
I. Política desarrollo y CTI.....	1
II. Condiciones para el crecimiento y la innovación	2
III. Economía, tecnología e innovación	3
IV. Desarrollo e innovación en los países en desarrollo	2
Material de lectura seleccionado	5
Módulo 1.3: Destrucción creativa, desestabilización, incertidumbre y el crecimiento	1
0. Introducción	1
I. Schumpeter y el proceso de destrucción creativa.....	1
II. Innovación disruptiva.....	2
III. Riesgo, incertidumbre y la innovación.....	4
IV. Tasa de innovación, crecimiento y política.....	7
Material de lectura seleccionado	11
Módulo 1.4: La política pública y la CTI	1
0. Introducción	1
I. El apoyo público y la financiación de la CTI	1
II. El apoyo a la CTI: cuestiones y dilemas.....	2
III. Instituciones académicas y políticas de CTI	4
IV. Las políticas de CTI y el desarrollo sostenible	5
V. Políticas de CTI y priorización	3
Material de lectura seleccionado	6
Módulo 1.5: Los sistemas nacionales de innovación.....	1

0. Introducción	1
I. El papel del concepto de sistemas de innovación en la política.....	1
II. Desarrollo de la teoría y la política de SNI	2
III. Retos SNI: cambio de mentalidad	5
IV. Retos SNI: la política basada en la evidencia.....	6
V. Oportunidades que ofrece el SNI	9
Material de lectura seleccionado	11
Referencias.....	1

ABREVIACIONES

UE	Unión Europea
IED	Inversión extranjera directa
PIB	Producto interior bruto
IMI	Índice mundial de innovación
TIC	Tecnología de la información y comunicación
INSEAD	L'Institut européen d'administration des affaires
DPI	Derechos de propiedad Intelectual
SNI	Sistema(s) nacional(es) de innovación
OCDE	Organización para la cooperación y el desarrollo económicos
OECE	Organización Europea de Cooperación Económica
I+D	Investigación y desarrollo
Pymes	Pequeñas y medianas empresas
CTI	Ciencia, tecnología e innovación
ADPIC	Acuerdo sobre los Aspectos de los Derechos de Propiedad Intelectual relacionados con el Comercio
ODM ONU	Objetivos de Desarrollo del Milenio de las Naciones Unidas
UNCTAD	Conferencia de las Naciones Unidas sobre Comercio y Desarrollo
UNESCO	Organización de las Naciones Unidas para la Educación, la Ciencia y la Cultura
OMPI	Organización Mundial de la Propiedad Intelectual
OMC	Organización Mundial del Comercio

MÓDULO 1.1: INTRODUCCIÓN

0. INTRODUCCIÓN

El objetivo del módulo 1.1 es desarrollar un entendimiento de base del concepto de innovación y relacionarlo con conceptos como conocimiento, aprendizaje, ciencia, tecnología y políticas de innovación y sistemas nacionales de innovación. El tema se abordará desde una perspectiva conceptual e histórica con referencia a ciertos desafíos que afectan a los países en desarrollo. Las empresas y la iniciativa empresarial serán elementos centrales en este debate.

I. ¿QUÉ ES LA INNOVACIÓN?

La innovación es el proceso que convierte las invenciones (las aplicaciones prácticas de nuevos conocimientos e ideas resultado de la experiencia, investigaciones científicas, investigación tecnológica y desarrollo) en productos, servicios y procesos que tengan valor en cuanto a repercusión comercial y beneficio social. Nuestra exploración de temas en el Módulo 1 se basa en varios supuestos a nivel macro:

1. El conocimiento, el aprendizaje y la innovación son parte integral del desarrollo económico;
2. Los procesos de conocimiento, aprendizaje e innovación se ven afectados por condiciones y legados económicos, sociales, culturales, institucionales e históricos;
3. La innovación es un impulsor importante para el crecimiento y diversificación; la innovación estimula el comercio y la inversión, así como mejoras a largo plazo en ingresos y riqueza; y
4. Los países en desarrollo necesitan políticas de innovación activas si quieren ponerse a la altura y poder competir con países desarrollados y tecnológicamente avanzados.

Si bien tener en cuenta la importancia macroeconómica de la innovación es esencial para la formulación de políticas, en la práctica la innovación suele tener lugar a nivel empresarial o institucional. La innovación es un componente importante, y a veces primario, de la actividad empresarial. Consideramos la innovación como una búsqueda de combinaciones nuevas o más eficientes de recursos productivos, con el fin de satisfacer mejor las necesidades existentes o de cubrir aquellas necesidades emergentes o sin satisfacer. Por tanto, la innovación puede incluir en términos generales, no solo la introducción de nuevos productos, servicios y procesos, sino también innovaciones que son nuevas en un determinado mercado o nuevas para la empresa o institución que las genera. La innovación puede, en consecuencia, tener lugar no solo cuando se extienden las fronteras del conocimiento, sino también cuando las empresas aprenden a emplear el conocimiento y tecnologías que ya se usan en otra parte. Este suele ser el caso de muchos países en desarrollo. Desde la perspectiva del desarrollo, la adquisición de tecnología, la imitación y la adaptación son procesos de innovación clave que pueden ser tan importantes o incluso tal vez más que la investigación científica.

La innovación tiene lugar principalmente en las empresas, pero estas no participan en el aprendizaje ni en las actividades de innovación de forma aislada. Las empresas interactúan con otras empresas, instituciones y con la sociedad en su conjunto, con el fin de participar en la creación y el flujo de conocimientos y tecnologías. La suma de las capacidades, interacciones y flujos de conocimientos entre las empresas y en conjunto con el entorno, en un país determinado, suele recibir el nombre de sistema nacional de innovación (SNI).¹ Un SNI existe independientemente de la intensidad de las interacciones (y estas son bastante débiles en muchos países en desarrollo y en los países menos desarrollados) o del apoyo formal que dichas interacciones reciban como materia de política de gobierno. La naturaleza del SNI de cualquier país va a depender en gran medida de la interacción de numerosos factores económicos, históricos y culturales, lo que significa que las características de cualquier SNI son dinámicas y se encuentran en constante cambio, además de verse alteradas por las diversas actividades de políticas públicas. El SNI es el cuadro para la implementación de políticas de innovación, tecnología y ciencia (CTI). La relación entre CTI y SNI es simbiótica y se refuerza mutuamente.

El término “innovación” se utiliza a menudo en contextos donde también se utilizan las nociones de “invención” o “creación”. Sin embargo, “innovación” se ha convertido en una palabra de moda que está reemplazando “invención”: una búsqueda superficial en línea, muestra dos veces más resultados para innovación que para invención.² Históricamente, se ha hablado de la invención como un factor central en los procesos de industrialización y de fuerte crecimiento económico que dio lugar a las economías desarrolladas de hoy en día. El cambio de enfoque de invención a innovación comenzó a partir de las deliberaciones de Schumpeter (Godin, 2008), que propuso que la innovación era una decisión económica: una empresa que aplica una invención en sus productos o en el proceso de producción. Por otro lado, la invención era considerada como un acto humano de creatividad sin importancia para la política económica (Schumpeter, 1938). La forma en la que se entiende la innovación como tal ha cambiado en las últimas tres décadas con el entendimiento de que en las economías altamente competitivas y complejas, los resultados de la innovación son cada vez menos predecibles. Como resultado, el enfoque de las políticas ha cambiado de gestionar la innovación a gestionar el entorno donde las innovaciones pueden emerger y tener un impacto. Este cambio de perspectiva proviene del desarrollo de la teoría del SNI.³

II. EVOLUCIÓN DEL CUADRO DE POLÍTICAS DEL SNI

La consideración de las políticas de CTI a través de una perspectiva del SNI es un desarrollo bastante reciente. Cuando la CTI se convirtió en un área de formulación explícita y activa de políticas en la primera mitad del siglo XX, las políticas públicas tendían a centrarse en inversión para investigación y desarrollo (I+D) y en esfuerzos para alcanzar una transformación eficiente de los resultados de I+D subvencionado en productos y servicios

¹ Las empresas, el gobierno y las instituciones académicas y educativas, sus capacidades y competencias, junto con los aspectos relevantes del sistema regulador y jurídico, constituyen la esencia del SNI. Más recientemente, las preocupaciones e intereses de la sociedad civil, el público en general y en materia medioambiental y de sostenibilidad se empiezan a considerar como elementos del entorno del SNI.

² Una búsqueda en google.com el 5 de mayo de 2015 mostró 398 millones de resultados para innovación pero solo 207 millones para invención.

³ Para un resumen de la política del SNI, véase: Lundvall B-A, Eds. (2010).

comerciales. En aquel momento, la gran preocupación por la falla de los mercados (donde se temía que las interacciones de los mercados y las empresas no produjesen ni consumiesen suficiente tecnología al nivel considerado como socialmente óptimo) justificaba el financiamiento de I+D como política estatal.

Tres fuentes de fallas de mercado eran consideradas: externalidades, incertidumbre e indivisibilidades. La principal razón que justificaba la existencia de externalidades en CTI era la dificultad de poseer de forma exclusiva el resultado de su propia investigación. El conocimiento desarrollado a partir de I+D en una empresa se extendería a otras mediante comunicación informal, ya que los trabajadores cambian de empleo, en la comunicación con empresarios e inversionistas y entre ellos mismos, en conferencias, a través de publicaciones en los medios de comunicación y en revistas académicas. Como la competencia puede beneficiarse de dichos efectos de difusión sin pagar, las empresas dudan si invertir en I+D y por tanto, el progreso tecnológico se ve restringido.

La incertidumbre, que es parte natural del proceso de innovación, desemboca en una falla de mercado, ya que produce asimetrías y variaciones en la información de las percepciones de riesgo de innovación entre las empresas y los agentes que financian y que están dispuestos a arriesgarse, lo que puede tener como consecuencia una inversión insuficiente en I+D, por ejemplo, dificultando que las empresas tengan acceso a financiamiento externo. En el Módulo 1.3 se exponen otros tipos de incertidumbres.

En cuanto al problema de indivisibilidad, a menudo se necesitan economías de escala para justificar la inversión en I+D. Sin embargo, existen dudas sobre la escala futura de la producción cuando se comercializa una innovación y sobre si las empresas individuales cuentan con los medios de financiamiento necesarios para innovar. Esto supone un factor disuasorio sobre todo cuando existen dudas sobre los volúmenes de producción y ventas, y sobre la capacidad de empresas de pequeño tamaño para innovar.

Invertir sobre todo en ciencia y algo en I+D, y confiar en que esto estimulará el desarrollo de tecnologías aplicadas que se comercializarán, se conoce hoy en día como el “modelo lineal” de innovación. Dicha práctica se podía observar, con ciertas variaciones, en muchos países desarrollados hasta los años sesenta. Una expresión referenciada con frecuencia de pensamiento lineal de CTI fue introducida por Vannevar Bush en su informe de 1945, *Ciencia, la Frontera sin Fin*. Algunas veces se describían como modelos de “impulso tecnológico”, ya que se consideraba que los mercados y los consumidores estaban deseosos de recibir casi cualquier tipo de innovación que pudiera generarse. Sin embargo, debe tenerse en cuenta que el modelo lineal de innovación es mayormente una evaluación académica retrospectiva que describe la práctica de políticas de innovación; en realidad, no se desarrolló como una política para implementarse durante el periodo histórico correspondiente.⁴ La base fáctica

⁴ Por ejemplo, Nathan Rosenberg, un economista renombrado que se especializa en la historia de la tecnología, no usa el término innovación lineal en ninguna de sus publicaciones de investigación entre los años sesenta y setenta, compiladas en su *Perspectivas de la Tecnología*, mientras que Christopher Freeman, el fundador y primer director de la Unidad de Investigación de Políticas Científicas en la Universidad de Sussex y un eminente académico en estudios de innovación introduce el debate de innovación lineal únicamente en su tercera edición de 1997 de *La Economía de Innovaciones industriales*, sin mencionarla en la primera edición de 1974 ni en la segunda edición de 1982.

para proponer un modelo lineal tan simple reside en el aumento significativo del gasto en investigación científica y en I+D, en especial en Estados Unidos, en las décadas posteriores a la Segunda Guerra Mundial, y el alto crecimiento que trajo consigo.

En realidad, los procesos de innovación siempre han sido complejos y han desarrollado círculos de retroalimentación de distinta intensidad, incluyendo un abanico más amplio de partes interesadas en CTI que únicamente científicos e industriales. Sin embargo, las críticas al modelo lineal permiten a aquellos que formulan las políticas, desarrollar una teoría de *innovación de los sistemas nacionales*, más orgánica, compleja e inclusiva (Edgerton, 2004), lo que significa distanciarse del entendimiento lineal descrito de innovación, en el que el financiamiento público de I+D se considera como la principal y única política que importa. Desafortunadamente, sigue siendo común que las personas que formulan políticas y las partes interesadas en CTI sigan teniendo una concepción de la innovación lineal. La idea de que una mejora en el financiamiento de la ciencia e I+D es la solución a los desafíos que presenta el desarrollo suele traducirse en políticas que son necesarias pero claramente insuficientes.⁵ La falta de capacidad y habilidad entre las empresas e instituciones para absorber tecnologías junto con un abanico de micro y macro factores disuasorios puede repercutir en que el gasto en I+D sea ineficiente. Sin vínculos deliberados con sectores de producción en servicios e industria, los resultados de la investigación variarán en relevancia y efectividad, y el financiamiento puede revocarse en periodos de económicos difíciles.

La teoría del SNI sugiere que los procesos de innovación son fenómenos sistémicos y endógenos: la innovación tiene lugar como resultado de la interacción de conocimiento, instituciones y empresas en un entorno económico. Las variaciones en los resultados de la innovación en diferentes países se debe principalmente a las diferencias entre la naturaleza e intensidad de dichas interacciones, ya que afectan a la creación, transferencia y uso del conocimiento. Esto se encuentra en contraposición con la teoría económica tradicional que considera la tecnología como un evento externo e inexplicable (ver discusión en el Módulo 1.2). La teoría del SNI propone que la innovación es un componente natural de la actividad económica y sugiere que los conceptos tradicionales de falla de mercado son importantes pero insuficientes como base para las políticas e intervenciones públicas (Freeman, 1987; Lundvall, 1992; Nelson 1993). Ya que las interacciones pueden producirse a través de mecanismos de mercado y mecanismos que no son de mercado, la justificación para las actuaciones de políticas no se trata meramente de responder a las fallas del mercado, sino también de fallas sistémicas e institucionales, tales como infraestructuras subdesarrolladas, instituciones, redes, reglamentos y mecanismos de coordinación, así como patrones de dependencia condicionados por el pasado (*path-dependency*) y efectos cerrojo (*lock-in effects*).

La teoría de SNI reconoce la importancia del conocimiento tácito. En palabras de Polanyi (1966), un problema principal es que “...podemos saber más de lo que podemos contar”. El conocimiento que se evade de ser traducido a una lengua o definido como un proceso recibe el nombre de conocimiento tácito. Debido a la dificultad para codificarlo, la transferencia formal es casi imposible, a lo que se une que es difícil adquirir conocimiento tácito mediante

⁵ Dicha evaluación se basa en un amplio número de entrevistas y debates que han tenido lugar entre expertos de la UNCTAD y las personas que formulan las políticas durante proyectos de cooperación técnica y exámenes de políticas de CTI en diez países.

la simple compra de equipos, la educación o la formación. La transferencia de conocimiento tácito de forma comercial mediante la contratación de servicios de consultoría o de personas competentes también puede resultar complicada, y por tanto queda, en gran parte, fuera del alcance de las políticas dirigidas a los mercados y a las fallas de mercado. La adquisición y difusión de conocimiento tácito tiene lugar con el paso del tiempo y mediante la práctica y las interacciones en los entornos de trabajo. Dichos procesos no se pueden replicar fácilmente; tienen que desarrollarse de forma orgánica.

La capacidad de una empresa, de un sector económico o de una economía para innovar se refleja en la suma de su capacidad para adquirir, aplicar y adaptar tanto conocimiento formal como tácito. La falta de uno o de otro incrementará el riesgo de políticas de desarrollo fallidas. El enfoque del SNI subraya la importancia de fomentar interacciones que permitan un aprendizaje que, entre otros, incluya la creación y difusión de conocimiento tácito. Las políticas que ignoran la importancia del conocimiento tácito y fomentan únicamente la capacidad y el desarrollo económico mediante procesos de conocimientos formales, tales como aumentar el número de titulados en postgrado o el financiamiento para la investigación académica, dejan de lado interacciones de desarrollo y apoyo entre un conjunto más amplio de actores y corren el riesgo de obtener resultados insuficientes y perder los frutos de la inversión pública. Por consiguiente, esto supone una amenaza para el desarrollo, ya que las políticas públicas pueden contemplar la inversión en educación e investigación, lo menos, como un gasto innecesario o una apuesta inefectiva. El módulo 1.5 presenta una perspectiva más amplia del SNI.

III. POLÍTICAS EFECTIVAS DE CTI

La experiencia histórica sugiere que las políticas que fomentan el aprendizaje tecnológico y la innovación pueden estimular el cambio estructural, mejorar la competitividad de las empresas, crear crecimiento y empleo. Si tomamos esto como verdadero, existe un creciente interés entre los países en desarrollo para definir la política de CTI dentro de sus políticas estratégicas generales y prioridades. El éxito en varios países en desarrollo al ponerse al día desde el punto de vista tecnológico y económico ha renovado el interés en la tecnología y la innovación. Sin embargo, la realidad es que las políticas de CTI son aún periféricas para las estrategias de desarrollo de muchos países.

La fragmentación y fragilidad de las políticas de CTI es una preocupación importante. Los vínculos entre actores de CTI (empresas, académicos, estado y sociedad civil) son pocos y la colaboración y coordinación no suelen dar el resultado deseado. Las capacidades tecnológicas de muchas empresas no están lo suficientemente desarrolladas, falta infraestructura de innovación y los incentivos proinnovación son débiles.⁶ Establecer la innovación como una preocupación primaria para el desarrollo y conectarla a otras políticas de desarrollo debería ser una de las prioridades principales. Sin embargo, no es sólo una cuestión de estrategia económica: las políticas de CTI son necesariamente de carácter político por naturaleza, y por

⁶ La infraestructura de innovación puede incluir numerosos elementos, desde un sistema de propiedad intelectual en funcionamiento, hasta medios técnicos para la creación de prototipos, acuerdos institucionales para llevar a cabo investigación y desarrollo conjunto público y privado y financiamientos de mecanismos como fondo de capital de riesgo.

tanto requieren liderazgo. Las políticas efectivas se formularán, implementarán, monitorearán y ajustarán para suplir las necesidades de todos los actores de CTI. Esto conlleva decisiones políticas, ya que las interacciones entre las partes interesadas y el conjunto de incentivos y factores disuasorios a los que se enfrentan son complejos, dinámicos, a veces contradictorios y muy ligados a un país o a un lugar en particular.

Las políticas de innovación en los países en desarrollo deben reflejar el hecho de que los mecanismos de cambio tecnológico y el concepto de innovación puede diferir del que se tiene en las economías de mercado desarrolladas. En este sentido, las personas que formulan las políticas puede que deban asimilar una gran cantidad de información y experiencia con el fin de alcanzar un entendimiento sólido de las fortalezas y debilidades principales del SNI e identificar las prioridades estratégicas para el desarrollo. En consecuencia, la experimentación con políticas debe fomentarse si los resultados pueden medirse y evaluarse, y así usarse para corregir y ajustar la implementación. Sin embargo, medir la innovación en países en desarrollo presenta desafíos materiales y conceptuales y hace difícil el uso de argumentos empíricos para las políticas de CTI. Por tanto, es aconsejable que se consideren experiencias internacionales más amplias como fuentes de información y el análisis de políticas de innovación en otros países en desarrollo con el objetivo de encontrar lecciones y conocimientos que puedan replicarse.⁷

La efectividad de las políticas de CTI se encuentra en su mayoría definida por cómo esta incentiva y apoya las interacciones de aprendizaje y los flujos de conocimiento. Los incentivos y las políticas públicas apoyan la cooperación entre las instituciones que generan y difunden conocimiento (universidades, instituciones de investigación, servicios de difusión, formación profesional, etc.) y las empresas y organizaciones que, como sectores productivos, precisan conocimiento y competencias para remediar sus problemas.

Una política de CTI satisfactoria requiere la gestión coordinada de un amplio número de políticas explícitas e implícitas. Las políticas explícitas pueden estar dirigidas, por ejemplo, a la educación, tecnología, parques de innovación e incubadoras de empresas, servicios de apoyo tecnológico, propiedad intelectual o transferencia de tecnología mediante inversión directa extranjera o comercio internacional. La noción de instrumentos de política de CTI implícitos se refiere a las repercusiones que otras políticas pueden tener en el desarrollo de capacidades técnicas o en la emergencia de vínculos de aprendizaje en la economía. Ejemplos de políticas implícitas son las políticas comerciales, de contratación pública, fiscales, de infraestructura (energía, transporte, telecomunicaciones, etc.), políticas de competitividad, de protección del consumidor y de apoyo financiero directo o indirecto a las empresas. La complejidad del desafío de las políticas se debe a la necesidad de dar respuesta tanto a fallas de mercado como a fallas sistémicas, así como a la de combinar políticas horizontales

⁷ Una de estas fuentes es el programa de la UNCTAD para la revisión de políticas de ciencia, tecnología e innovación (STIP Review), que se encuentra en el centro del trabajo de cooperación técnica de la UNCTAD en el campo de CTI y acumula décadas de investigación de políticas y aboga por la ciencia y tecnología para el desarrollo. Asimismo, toma provecho de la posición de la UNCTAD como sede institucional de la Comisión de las Naciones Unidas de Ciencia y Tecnología para el Desarrollo para compartir las mejores prácticas inidentificadas a través de la implementación de STIP Reviews y para fomentar la cooperación de CTI entre los asociados para el desarrollo. Las Revisiones de Políticas de Innovación de la OECD son otra fuente, incluso si los sujetos suelen ser países con salarios más altos y miembros de la OECD.

(educación y formación, acceso a la diseminación de financiación o conocimiento) y verticales (apoyo a industrias o sectores y/o tecnologías específicas).

Una consideración fundamental para las políticas de CTI en países en desarrollo es que la innovación tiene lugar sobre todo mediante la adopción, absorción y adaptación de tecnología importada. Desde una perspectiva de desarrollo, las políticas de innovación tienen, por tanto, un interés primordial en fomentar y facilitar el descubrimiento tecnológico y económico y en aprender, crear y desarrollar las competencias humanas e institucionales y las capacidades tecnológicas necesarias, lo que suele recibir el nombre de creación de capacidades de absorción.

La capacidad de absorción depende de la disponibilidad de diversas facultades, conocimientos específicos e infraestructura, incluyendo la habilidad (a nivel individual y organizacional) para evaluar el potencial de innovación, para aprender y para difundir el conocimiento. Las políticas de CTI destinadas a reforzar la capacidad de absorción pueden organizarse en cuatro piedras angulares: a) desarrollo de recursos humanos; b) apoyo para que las empresas inviertan en aprendizaje e innovación; c) fomentar la emergencia de vínculos entre empresas y universidades, instituciones de investigación u organizaciones intermedias tecnológicas; y d) fortalecer el apoyo al descubrimiento económico: evaluar el impacto comercial de una posible innovación.

Además de lo anteriormente expuesto, existen varios elementos en la formulación de políticas de CTI que son especialmente importantes en un contexto de desarrollo económico. Algunos de estos elementos son: la optimización de los vínculos comerciales y de inversión con fuentes extranjeras de tecnología, y la gestión de la relación entre las importaciones tecnológicas y la generación de capacidades tecnológicas nacionales. Asimismo, muchos países necesitan mejorar la innovación en agricultura. Los incentivos y factores disuasorios a la innovación que emanan del régimen de propiedad intelectual pueden precisar medidas de reajuste mediante apoyo financiero directo o medidas fiscales. Muchos países en desarrollo tienen una economía informal significativa cuyos procesos de innovación también necesitan atención. Por último, la CTI y las políticas de desarrollo necesitarán considerar las consecuencias sociales de un posible cambio estructural rápido inducido por la convergencia tecnológica y la innovación.

La complejidad inherente del enfoque sistémico de las políticas de CTI, por la necesidad que conlleva de contar con una comprensión sofisticada de las interacciones de política y con una fuerte coordinación y colaboración entre ministerios, agencias y otros actores públicos y privados, puede representar una dificultad para los recursos humanos e institucionales de muchos países en desarrollo.

A menudo, las políticas de innovación se confieren al Ministerio de Ciencia y Tecnología lo que, dada su orientación hacia la ciencia y la investigación, puede perpetuar un enfoque lineal de la innovación basado en la investigación y relegar el fomento de la colaboración con sectores productivos e industriales. Dados los bajos niveles de inversión en I+D de muchos países en desarrollo, dichos ministerios pueden no tener la suficiente capacidad política para unir a los actores de la CTI mediante políticas que vinculan la innovación a la producción,

competitividad y desarrollo. Los presupuestos para apoyar las políticas de CTI pueden ser extremadamente bajos y a veces ni siquiera estar disponibles.

La adopción de políticas económicas de CTI basados en el concepto sistémico de la innovación requiere una mentalidad abierta, y puede precisar de una revisión de conocimientos anteriores, cambios de perspectivas, cuestionarse supuestos comunes y reaprender principios básicos. Es muy frecuente que exista un énfasis exagerado en un único problema y solución en las políticas (como el número de graduados universitarios o el financiamiento de I+D), anclado a la convicción de que si ese problema en particular no se resuelve, todo lo demás es en vano. Expandir el espectro de consideraciones y explorar otros desafíos de CTI uno a uno es una respuesta necesaria a este problema pero insuficiente para avanzar en el desarrollo e implementación de políticas de CTI satisfactorias.

IV. INNOVACIÓN EN LA PRÁCTICA

Adoptar un marco de SNI para políticas de CTI requiere que se abandone la idea de que la innovación es un resultado directo de la inversión en ciencia e I+D y entender que la I+D es solo uno de varios factores importantes en el proceso de innovación. Aun así, las personas que formulan las políticas necesitan responder a la pregunta, “¿Cuándo ocurre la invocación?”, con el fin de poder formular políticas efectivas y pertinentes. Esto requiere un mejor entendimiento de la práctica de la innovación, en las empresas y por los empresarios, y entre los principales actores de la CTI. Según Drucker (2002) *“Lo que todos los empresarios con éxito... tienen en común es un compromiso con la práctica sistemática de innovación. ...El corazón (de la iniciativa empresarial) es la innovación: el esfuerzo de crear un cambio intencionado y específico en el potencial económico o social de una empresa”*.

La innovación suele tener lugar cuando cambian las circunstancias económicas y sociales, y las empresas y empresarios tienen incentivos a los que responder. Ejemplos de estos cambios incluyen los cambios demográficos y de mercados, cambios debidos al nuevo conocimiento o canales de información y tecnologías, amenazas naturales o humanas (por ejemplo, el cambio climático, guerras, enfermedades, etc.), cambios en los reglamentos, (por ejemplo, nuevas normas y requisitos técnicos, armonización internacional de reglamentos) o la aparición de contradicciones sociales o económicas (por ejemplo, el aumento de la esperanza de vida unido con el aumento del número de enfermedades en la vejez). De forma inversa, la estabilidad económica y social puede verse alterada por procesos de innovación creativa de carácter destructivo. El Módulo 1.3 aborda este tema de manera exhaustiva.

La respuesta a dichos cambios puede ser una innovación concreta que está enfocada a una oportunidad específica (demanda de mercado o necesidad pública) y la utilización de una invención específica. Sin embargo, también hay problemas que se resuelven porque aparecen soluciones adecuadas de forma fortuita. Independientemente del papel de la suerte, la innovación es en gran parte un empeño práctico y una búsqueda para encontrar lo que funciona y cómo los consumidores van a responder. Los procesos de prueba y error son importantes, no sólo para definir cómo el conocimiento y la tecnología pueden utilizarse para innovar, sino también para, en el trascurso del aprendizaje, mejorar las capacidades de absorción e internalización de conocimiento tácito y experimental por parte de las empresas y los empresarios. En la práctica, muchos esfuerzos de innovación fallan pero proporcionan

información sobre cómo proceder, y pueden guiar la búsqueda de soluciones o problemas alternativos. Una falla en sí misma puede llevar a fuentes accidentales o esenciales de innovación. En este sentido, es importante que las personas que formulan políticas resistan la tentación de recurrir al pensamiento lineal de innovación que secuencia de forma estricta la ciencia y la I+D para el desarrollo de productos. Considerar que el fracaso de validar el financiamiento de la CTI con resultados satisfactorios (por ejemplo, productos o servicios de innovación) es un resultado completamente negativo puede llevar a ignorar oportunidades inesperadas.

Cambios en estructuras industriales y de mercado pueden crear importantes oportunidades de innovación, en particular para las empresas emergentes y pymes. Por el contrario, no es raro que las empresas establecidas o de gran volumen actúen de forma defensiva y se (re)orienten hacia líneas de negocio básicas cuando se sienten amenazadas por nuevos conocimientos y tecnologías, con lo que corren el riesgo de descuidar mercados nuevos y de rápido crecimiento. Las oportunidades de innovación pueden no corresponder a los modelos de negocio y la práctica operacional de empresas maduras, a pesar de que estas empresas pueden tener acceso a competencias tecnológicas y a financiamiento.

Desde la perspectiva de políticas de innovación, la cuestión de centrarse principalmente en las empresas de mayor tamaño, ya sean nacionales o regionales, debería examinarse de forma crítica, ya que el dinamismo de las empresas emergentes y de las pequeñas y medianas empresas (pymes) puede compensar las desventajas de un tamaño y una experiencia menor. Los empresarios y las empresas que innovan ponen necesariamente a prueba el *status quo* de la economía y esto, a su vez, refuerza la necesidad de una política de competencia efectiva y de una autoridad que las proteja de la competencia desleal de los proveedores de productos y servicios ya establecidos que tienen significantes intereses adquiridos.

Involucrar únicamente a algunas empresas líderes en las estrategias de innovación nacional puede resultar menos trabajoso para las personas que formulan políticas pero conlleva el riesgo de producir resultados inadecuados. Sin embargo, ignorar las empresas de gran tamaño y establecidas constituiría a su vez un error, ya que estas pueden ser socias e inversoras de empresas pequeñas y más dinámicas, así como ser los actores principales para aumentar la producción y la comercialización. Un ecosistema de innovación requiere ambos tipos de empresas. Por ejemplo, la innovación mediante la adquisición (empresas grandes y establecidas que compran empresas emergentes para su potencial de innovación) es un hecho corriente y una práctica global.

Un cambio de percepción entre los empresarios en cuanto a las oportunidades de innovación puede ser una reacción a un cambio en circunstancias económicas objetivas pero también al entorno de políticas. De ahí la importancia de que las personas que formulan políticas hagan hincapié en comunicar claramente y sin ambigüedades sus políticas y acciones de innovación. Resaltar qué medidas de apoyo estarán disponibles para los actores en CTI interesados en incrementar la colaboración es vital para establecer las expectativas.

Nuevos conocimientos pueden mejorar las oportunidades de innovación. Su creación y difusión pueden verse influidas de forma significativa por políticas en varias áreas tales como la educación, la formación profesional, la investigación científica, la gestión o los reglamentos

y las normas técnicas. Sin embargo, las personas que formulan políticas en países en desarrollo deben reconocer que la innovación basada en nuevos conocimientos puede llevar años y décadas y, por tanto, puede ser prudente orientar el apoyo de las políticas hacia la identificación, adaptación, difusión y comercialización, lo cual no significa abandonar la investigación científica completamente. Al contrario, el apoyo a un nivel adecuado y en una dirección apropiada de las actividades de investigación académica y científica sirve para desarrollar la capacidad humana necesaria para participar en la innovación comercial.

Asimismo, no todo conocimiento es tecnológico y por tanto, los resultados de la innovación dependen igualmente de procesos de innovación no tecnológicos como, por ejemplo, la introducción o desarrollo local de innovaciones en financiamiento, gestión, logística y *marketing*. Drukker (2002) cita como ejemplo el éxito de productores de aviones comerciales que obedeció a la búsqueda de las necesidades de los usuarios en términos de desarrollo de ruta y carga útil y a las innovaciones en financiamiento tales como *leasing* operacional y financiero.

Los empresarios e innovadores buscan en diversas fuentes de oportunidad y conocimiento, incluidas la opinión de los consumidores, los proveedores y los subcontratistas. Muchos de ellos son muy conscientes de que la innovación efectiva puede empezar, y a menudo lo hace, a pequeña escala, mientras que las ideas que prometen cambiar radicalmente un mercado o la industria están normalmente cargadas de suposiciones o se basan en condiciones y circunstancias que son difíciles de anticipar o controlar. Por supuesto, de vez en cuando una innovación puede acabar convirtiéndose en un gran negocio, mercado o sector industrial; sin embargo, puede ser más efectivo centrar los esfuerzos en apoyar un SNI y facilitar la innovación en general, que focalizarse en escoger ganadores hipotéticos.

No existe innovación completa sin comercialización. Las empresas tienen éxito o fracasan según su habilidad para llevar una innovación al mercado. La comercialización con éxito significa que la actividad empresarial ha desembocado en desarrollo económico y crecimiento (Datta *et al.*, 2013). Sin embargo, se trata de un proceso complejo que puede entenderse con distintos niveles de precisión, utilizando un conjunto de múltiples disciplinas científicas y académicas. La comercialización es un proceso difícil de sistematizar, dado que cada operación de innovación conlleva diferentes factores desconocidos e incertidumbres. Lo que está claro es que la disponibilidad de socios competentes de innovación (por ejemplo, otras empresas, academia o instituciones de apoyo a las empresas, etc.) puede reducir el riesgo y los peligros de comercialización. Con este fin, se puede decir que es vital apoyar un sistema nacional de innovación mediante una política pública.

Material de lectura seleccionado

UNCTAD (2011) A Framework for Science, Technology and Innovation Policy Reviews. UNCTAD/DTL/STICT/2011/7. Chapters 1 and 2

Innovation: The History of a Buzzword. The Atlantic, 20 June 2013.

The Discipline of Innovation, Peter Drucker (2002) in *Harvard Business Review*

MÓDULO 1.2: INNOVACIÓN Y DESARROLLO ECONÓMICO

0. INTRODUCCIÓN

La finalidad del Módulo 1.2 es adentrarse en el debate del Módulo 1.1 teniendo en cuenta la relación entre la innovación y las políticas de CTI, las políticas de desarrollo y la teoría económica. El debate concluye considerando varios problemas que presentan serios desafíos para las personas que formulan propuestas en los países en desarrollo.

I. POLÍTICA DESARROLLO Y CTI

Algunos avances en el desarrollo económico y social son posibles sin innovación, si los recursos sociales y económicos no están plenamente empleados. Sin embargo, un crecimiento económico extenso no será posible o se frenará cuando el uso o acceso a uno o más recursos críticos se acerquen a su plena capacidad o escaseen. La innovación viene al rescate, ya que recombina los recursos disponibles, aumenta la eficacia de su uso o propone alternativas, y restablece la base para el crecimiento económico. El crecimiento de la productividad resultante es un resultado directo del producto o proceso de innovación. La investigación económica se ha centrado tradicionalmente en el papel de la tecnología en el crecimiento económico (Solow, 1956; Lucas, 1988; Romer, 1990), pero no en la innovación como tal. Sin embargo, reconocer que la tecnología es solo uno de los componentes de un proceso de innovación, tal y como se describe en el Módulo 1.1, es útil porque abre un debate más amplio y a una consideración holística de la relación entre CTI y el desarrollo económico.

Desde el cambio de siglo, las personas que formulan propuestas en los países en desarrollo reconocen cada vez más dos cuestiones fundamentales. La primera es que todos los países deben formular una política de CTI que apoye un desarrollo impulsado por la innovación. La innovación ya no es dominio exclusivo de las economías desarrolladas, ni es la falta de financiamiento el único problema del mundo en desarrollo. Varios países en desarrollo ya han logrado un importante crecimiento económico a través de la innovación. Otros necesitan fomentar con urgencia un conjunto de políticas más efectivo para la tecnología y la innovación como pilares del desarrollo. Aunque la mayoría de los países tienen algunos sectores e industrias de base tecnológica, muchos desafíos estructurales y sistémicos obstaculizan su desarrollo, en particular en los países menos desarrollados (PMD). Esto se debe a menudo a la segunda cuestión: la política de CTI a menudo ha estado mal vinculada a los objetivos y estrategias nacionales de desarrollo.

La definición de políticas científicas y tecnológicas mediante la evaluación de las necesidades particulares y problemas individuales, y proponer la creación de capacidades o medidas técnicas es un enfoque que puede llevar a un cierto nivel de éxito. En las deliberaciones internacionales, tales como los Objetivos de Desarrollo del Milenio de las Naciones Unidas, las políticas de CTI se han concentrado en cuestiones como el acceso a medicamentos esenciales, la mitigación de los

efectos del cambio climático, la conectividad a Internet y las TIC. Sin embargo, estas metodologías reactivas y específicas de cada caso, pueden ser insuficientes para apoyar el desarrollo del aprendizaje tecnológico y de capacidades de innovación sostenibles. Los resultados positivos, aunque son deseables, pueden nublar la necesidad de desarrollar políticas más coordinadas y más decididas.

La dificultad en el diseño de políticas de CTI se agrava cuando se tiene en cuenta que la convergencia tecnológica con los países desarrollados puede ya no ser un objetivo de políticas válido o suficiente, ya que una serie de tecnologías actuales carecen de sostenibilidad ambiental. Los recursos naturales son finitos y los países en desarrollo tendrán que hacer algo más que ponerse al día. Tradicionalmente, la promoción del desarrollo económico equitativo e inclusivo estaba vinculada a apoyar el acceso a recursos de conocimiento en países desarrollados. Sin embargo, la comprensión de que el aprendizaje y la innovación surge de la interacción, lleva a las personas que formulan políticas a pensar en términos de la creación de sistemas nacionales dinámicos de innovación, como se expone en Módulo 1.1. Por lo tanto, el acceso a conocimiento y tecnología, y las políticas comerciales, de transferencia de tecnología, de derechos de propiedad intelectual, y de asociaciones⁸ de CTI necesitarán estar sincronizados con la principal estrategia de innovación ligada a las metas de desarrollo nacionales.

II. CONDICIONES PARA EL CRECIMIENTO Y LA INNOVACIÓN

Desde 1600 el mundo ha sido testigo de un crecimiento económico cada vez más divergente. Algunos países y regiones crecieron de manera constante, otros aceleradamente, mientras que otros se estancaron en comparación a los demás. Esto se refleja en la dispersión del crecimiento en PIB per cápita (Tabla 1.1), que ha aumentado de 3:1 a 25:1 durante los últimos 200 años. Antes del final del siglo XIX, Estados Unidos había superado a Europa en PIB per cápita. Después de la Segunda Guerra Mundial, Europa y Japón hicieron progresos notables.

Tabla 1.1 PIB per cápita y dispersión interregional (1990 dólares internacionales⁹), (1000-2012)

	Año									
	1000	1500	1820	1870	1913	1950	1973	1998	2012	
Europa occidental	400	774	1232	1974	3473	4594	11534	17921	34115	
Otros países occidentales ¹⁰	400	400	1201	2431	5257	9288	16172	26146	52406	
Japón	425	500	669	737	1387	1926	11439	20413	46679	

⁸ Naciones Unidas (2010) cita estudios del Banco Mundial que sugieren que las asociaciones de CTI han sido *ad hoc* y limitadas en su capacidad para apoyar una mejora sistémica, además de ser insostenibles, y a menudo operan de forma aislada de otras actividades relacionadas, y no siempre están ligadas a las prioridades de los países en desarrollo.

⁹ Fuente: OECD, 2006; datos para 2012: Banco Mundial, World DataBank, <http://databank.worldbank.org> dólares actuales

¹⁰ Otros países occidentales incluyen a Australia, Canadá, Nueva Zelanda y Estados Unidos.

Asia (excluido Japón)	450	572	575	543	640	635	1231	2936	5326
Latinoamérica	400	416	665	698	1511	2554	4531	5795	9067
Europa del Este y antigua URSS	400	483	667	917	1501	2601	5729	4354	10460
África	416	400	418	444	585	852	1365	1368	2061
Mundial	435	565	667	867	1510	2114	4104	5709	10442
Dispersión interregional	1.1:1	2:1	3:1	5:1	9:1	15:1	13:1	19:1	25:1

Al observar dichos acontecimientos, los historiadores económicos han tratado de explicar y descubrir los factores críticos que pueden explicar dicha divergencia. Desafortunadamente, no hay una respuesta simple. Desastres como las guerras civiles y conflictos internacionales hace que algunos países tengan períodos de bajo crecimiento y empobrecen a la población y destruyen bienes económicos. Largos períodos de estabilidad a veces tampoco conllevan un desarrollo económico significativo. A menudo, y como se señaló en el Módulo 1.1, se observa una mayor innovación y crecimiento durante los períodos de cambio que permiten que surjan nuevos incentivos. El fuerte crecimiento económico tiende a coincidir con el desarrollo acelerado de tecnologías e innovación.

Ceteris paribus, existe una serie de condiciones que probablemente tienen un impacto positivo en el crecimiento, es decir, que permiten a la tecnología y a la innovación maximizar su impacto. En primer lugar, el acceso a un gran mercado nacional o de exportación es una ventaja, ya que las economías de escala pueden impulsar la competitividad e incentivar la inversión en tecnología y el asumir un mayor el riesgo en innovación. En segundo lugar, una cultura y régimen económico e institucional que apoya la iniciativa empresarial, la experimentación y la toma de riesgos, y acepta la inevitabilidad de los fracasos empresariales, es un factor positivo. En tercer lugar, las capacidades humanas y físicas para llevar a cabo investigación y desarrollo industrial, el diseño de prototipos y el desarrollo de productos, y exploraciones económicas y comerciales son esenciales. Por último, capacidades financieras con ganas de participar en actividades inciertas y de alto riesgo proporciona la base.

Los países que adolecen de un rendimiento modesto o de un bajo crecimiento a menudo no cumplen varias o ninguna de estas condiciones. Las desventajas se ven agravadas por la fragmentación de las políticas. Cuando las políticas comerciales, industriales, las normas ambientales, políticas educativas, etc. no están suficientemente coordinadas y no encajan en la política de CTI o en la estrategia general de desarrollo cabe esperar un crecimiento bajo.

III. ECONOMÍA, TECNOLOGÍA E INNOVACIÓN

Muchos textos económicos intentan dar a la tecnología, y a la innovación como su realización práctica, un lugar significativo. Esto se debe, tal vez, a que la noción de que los aumentos en productividad representan la mayor parte del crecimiento económico agregado no es polémica. Esta noción había sido ampliamente aceptada por históricos economistas notables como Smith, Marx, Marshall y Schumpeter (Metcalfe, 2010). Investigación empírica más reciente, como

Hulten y Isaksson (2007), que consideran la innovación como intercambiable con la *productividad total de los factores*¹¹, concluyen que la innovación es el principal contribuyente a las diferencias en los niveles de desarrollo entre los países. Debe tenerse en cuenta que no toda la innovación es crecimiento. Ciertos esfuerzos de innovación pueden producir una mayor productividad sin mucho o ningún crecimiento. El breve debate que sigue describe el desarrollo del pensamiento económico sobre crecimiento, tecnología e innovación, desde mediados del siglo XX.

En las obras de Cassel (1924), Domar (1946) y Harrod (1939), el crecimiento económico se entiende como una función de la tasa de ahorro. Existían depósitos de ahorro que estaban disponibles para la inversión que, a su vez, provocaban un crecimiento en el stock de capital. Esto daba lugar a una mayor producción económica, pero solo cuando las inversiones superaban la depreciación del stock de capital. Por lo tanto, las sociedades y los países que ahorrasen más, tendrían medios suficientes para generar un aumento neto de su stock de capital, que se traduciría en una economía en crecimiento. Sin embargo, los rendimientos decrecientes del capital y del trabajo sugieren que a medida que las economías maduran, la tasa de crecimiento económico se desacelera y casi se detiene. Los avances tecnológicos, siempre y cuando se sucedieran, estarían incluidas en las nuevas inversiones que reemplazan el stock de capital depreciado. Los formuladores de políticas tenían como opciones aumentar el ahorro, disminuir la depreciación del capital, y aumentar la eficacia de las nuevas inversiones a través de mejoras en la tecnología. La innovación y la tecnología estaban determinadas exógenamente: no eran algo que podía ser apoyado por una política económica activa.

Se consideraba que los países en desarrollo estaban en gran parte frenados por la falta de financiación para el desarrollo. La idea de sentido común de que la tecnología y el desarrollo económico se encontraban estrechamente relacionados no ayudó a los economistas a incorporar la tecnología en sus análisis. Fagerberg (2007) sugiere que esto se debe a que la tecnología se consideraba principalmente como conocimiento de libre disposición que podía utilizarse sin agotarse. Por lo tanto, debido a que podía beneficiar a todo el mundo en la misma medida, no podía explicar las diferencias en el desarrollo.

Solow (1957) y Swan (1956) sugirieron que el progreso técnico, además del capital y el trabajo, fue un factor fundamental para el crecimiento económico. Propusieron que la producción económica es una función del capital y el trabajo, y el cambio técnico. La disminución de los rendimientos del capital y del trabajo se mantuvieron, pero el cambio técnico supuso una salida para mantener el crecimiento de la productividad y, en consecuencia, el crecimiento económico y el desarrollo. Solow explicó: "... *Estoy usando la frase 'cambio técnico' como una expresión abreviada para cualquier tipo de cambio en la función de producción. Así, retrasos, aceleraciones, mejoras en la educación de la fuerza de trabajo, y todo tipo de cosas aparecerán como 'cambio técnico'*". Sin embargo, Solow y Swan también sugirieron que su *cambio técnico* se determina exógenamente: es un hecho, es impredecible y es inexplicable. Se sugería por tanto a los

¹¹ La productividad total de los factores es un término utilizado para describir la parte del crecimiento económico que no puede ser explicado por el crecimiento de los insumos.

formuladores de políticas considerar el uso de las tasas de ahorro, la inversión de capital, las tasas de depreciación de capital, y la mano de obra como resortes de políticas, al igual que en el pensamiento de Cassle, Domar y Harrod.

Varias direcciones de las teorías económicas sobre el crecimiento de la segunda mitad del siglo XX están relacionadas con el pensamiento de sistemas de tecnología e innovación. Rostow (1960), en su modelo de etapas de crecimiento económico, identificó cinco etapas de las cuales la cuarta etapa, el impulso a la madurez se caracteriza por, "... *la capacidad (económica) para ir más allá de las industrias originales que impulsaron su despegue y para absorber y aplicar de manera eficiente a través de una gama muy amplia de sus recursos, si no toda la gama, los frutos más avanzados de [...] la tecnología moderna.*" Kuznets (1971) propuso que el crecimiento económico se produce como resultado de la interacción entre el avance de la tecnología y el cambio de los marcos institucionales e ideológicos. Estas perspectivas pueden considerarse como fuentes del pensamiento actual sobre sistemas innovación. Kuznets también explicó que el avance tecnológico tiende a retroalimentarse, proporcionando así una base para el crecimiento continuo y sostenible. En cuanto a los países en desarrollo, Kuznets sugiere que, "... *el avance económico sustancial [...] puede requerir modificaciones en el stock de material tecnológico disponible, y probablemente incluso mayores innovaciones en la estructura política y social.*"

La obra de Hirschman sobre el desarrollo económico es indicativa de intentos por encontrar una mayor complejidad en la comprensión de crecimiento fuera de las principales doctrinas económicas. Hirschman hace referencia a los caminos históricos y recoge la noción de economía política, sacando de este modo a la economía de su autoaislamiento en un mundo de modelos y datos duros. En *Salida, Voz y Lealtad* (1970), aboga por el caso de la política activa, o "Voz", que contrasta con la visión a corto plazo de los mercados libres, o "Salida", es decir, los consumidores o partes interesadas "votan" con su poder de compra o sentimiento de inversión. Hirschman propone que la respuesta política a un problema socioeconómico debe necesariamente implicar a un grupo más amplio de actores que da lugar a procesos de comunicación y aprendizaje, en lugar de una respuesta simple de mercado. Él generaliza su enfoque para abordar problemas de una empresa, un mercado, o a nivel macroeconómico y político. Su preocupación por el fracaso es que si este se trata con la respuesta "Salir", se pierden las oportunidades para aprender y avanzar. En este sentido, Hirschman trabaja hacia una perspectiva de sistemas sin abordar explícitamente la innovación.

A partir de mediados de los años sesenta, un grupo diverso de economistas, entre los que se encuentran Arrow (1962), Romer (1986), Lucas (1988) y Grossman y Helpman (1992), sostuvieron que las fuentes y los determinantes del crecimiento necesitaban explicarse en las propuestas de teoría económica. Se sugirió que estos determinantes eran la inversión en capital humano y en investigación y desarrollo, que finalmente llevan al progreso tecnológico. Esta teoría de "crecimiento endógeno" o "nueva teoría del crecimiento" difería de las propuestas de Solow y Swan, ya que sugería que la tasa de progreso tecnológico e innovación, y por consecuencia el crecimiento económico, podría verse influida por factores y políticas económicas. También sugería que el capital humano y el conocimiento tecnológico eran diferentes facetas de una misma cosa. La noción de los rendimientos decrecientes también se puso en duda. El desarrollo

de la economía del conocimiento y el avance tecnológico acelerado establecieron la posibilidad de la existencia de rendimientos crecientes de inversión.

Las conclusiones políticas de la teoría del crecimiento endógeno fueron diferentes en comparación con Solow y Swan. En vez de influir en las tasas de ahorro, se sugería a los formuladores de políticas que aumentasen el gasto en I+D y el desarrollo del capital humano, ya que las variaciones en las tasas de crecimiento se debían más probablemente a las diferencias en el crecimiento de la productividad, en lugar de en las tasas de acumulación de capital. Desafortunadamente, la teoría del crecimiento endógeno describe mejor el crecimiento en los países desarrollados que en los países en desarrollo, ya que los países en desarrollo generalmente tienen actividades más modestas de I+D, además de que el conocimiento se importa y la tecnología se transfiere desde el extranjero, en lugar de desarrollarse localmente en forma de capital humano. Por lo tanto, las políticas en los países en desarrollo están destinadas a abordar los determinantes más amplios de la productividad como se propone en la teoría de sistemas y economía de innovación, tratadas en el Módulo 1.1. y 1.5.

La economía de la innovación o evolucionista propone una perspectiva alternativa sobre el tema del crecimiento y de la tecnología. Schumpeter (1911, 1942) sugirió que las instituciones, los empresarios y el cambio tecnológico eran los factores clave del crecimiento económico. Lo que hacía progresar a una economía eran los "*... bienes de los nuevos consumidores, nuevos métodos de producción o transporte, nuevos mercados, nuevas formas de organización industrial*".¹² Al igual que la teoría del crecimiento endógeno, la economía de la innovación trata de entender cómo se produce la innovación y lo ve como un resultado acumulativo de las actividades de muchos actores económicos, principalmente empresarios (Baumol, 2002) , pero también de las instituciones y los organismos públicos. Donde se diferencia es que la economía evolucionista considera que las economías tienden a estar en un desequilibrio dinámico permanente: esta ausencia de estado es el generador del desarrollo. También abarca la noción de incertidumbre en materia económica, en lugar de asumir las definiciones estrechas de comportamientos racionales de las empresas, los consumidores, el gobierno y otros agentes económicos. El pensamiento de los sistemas de innovación establece fácilmente puentes entre los campos de la microeconomía y la macroeconomía y está relativamente abierto a influencias de otras disciplinas académicas.

Hay una serie de ideas clave que se proponen en la economía de la innovación. En primer lugar, la innovación es el principal impulsor del crecimiento, mientras que el ahorro y la acumulación de capital tienen un papel de apoyo. En segundo lugar, el desarrollo económico es esencialmente un proceso de reestructuración y reasignación de recursos, que ha sido impuesto por nuevos productos y tecnologías que sustituyen a los antiguos, es decir, lo que Schumpeter llamó "destrucción creativa". El proceso de destrucción creativa es frágil y la miopía política puede esterilizarlo al tratar de proteger las industrias establecidas o los contratos sociales (Caballero y Hammour, 2000). En tercer lugar, la eficiencia de la innovación, hasta qué alcance es capaz una sociedad de desarrollar nuevos productos, servicios y procesos, toma precedencia sobre la

¹² Las ideas de Schumpeter sobre destrucción creativa e innovación están expuestas en el Módulo 1.3

eficiencia asignativa como un objetivo de política. La asignación efectiva de recursos a través de mercados competitivos con mínima intervención del gobierno no debe ser una prioridad política, ya que no genera crecimiento, en particular en los países donde las fallas del mercado y las insuficiencias institucionales son comunes. En cuarto lugar, la innovación es un proceso evolutivo repleto de intentos de ensayo y error, que llevan frecuentemente a callejones sin salida y raramente a éxitos, donde las empresas interactúan y actúan en base a información inadecuada. En quinto lugar, además de la tecnología y el capital humano, las instituciones, las culturas empresariales, las normas sociales, las regulaciones, y las redes son fundamentales para el desarrollo económico. Por último, la principal recomendación de política es apoyar el desarrollo de un sistema nacional de innovación.

Durante las dos últimas décadas, la consideración académica de la innovación ha adoptado una serie de influencias y campos no económicos, y se ha convertido en un tema cada vez más interdisciplinario. Esto ha llevado al desarrollo de los sistemas nacionales de innovación como un marco conceptual de políticas que se tratará con mayor detalle en el Módulo 1.5.

IV. DESARROLLO E INNOVACIÓN EN LOS PAÍSES EN DESARROLLO

Los países en desarrollo muestran un bajo desempeño en innovación y potencial económico, a pesar de la mejora de una serie de condiciones favorables. El acceso al conocimiento ha mejorado mucho en las últimas dos décadas. Los costos de transporte y de la comunicación están disminuyendo. Los mercados globales pueden proporcionar suficiente demanda para superar los mercados nacionales limitados. Sin embargo, la UNCTAD (2007) advierte que los países en desarrollo, a menos que apliquen políticas que fomenten la convergencia tecnológica con las economías desarrolladas, deberán enfrentarse a una mayor marginación en la economía global. La política debe enfocarse en fomentar el aprendizaje tecnológico y la innovación de las empresas nacionales. La transferencia tecnológica tal y como se ha entendido convencionalmente y la investigación científica básica son consideraciones importantes pero secundarias. La liberalización comercial sin un aprendizaje tecnológico y sin innovación aumentará la marginación económica.

Independientemente de estas oportunidades, solo un número reducido de países en desarrollo han llegado a ser desarrollados. Los países que han conseguido el estatus de país desarrollado, tales como Japón, la República de Corea o Singapur, han sabido resolver los retos de la financiación y la adquisición de tecnología, y la creación de incentivos para la innovación. El Gráfico 1.1 presenta un mapeo de rendimiento de la innovación entre un número de países que utilizan el Índice de Innovación Global.

Un problema importante es la política de la estructura y la fuerza de los incentivos. En muchos países en desarrollo, estas son demasiado débiles para impulsar la innovación. Los incentivos del mercado son débiles porque los mercados son pequeños y los consumidores son pobres con acceso limitado o nulo a los créditos. Si los mercados están limitados en su capacidad de pago, los gobiernos pueden optar por proporcionar incentivos que centrará la innovación en el alivio

o conlleven obligaciones de desempeño y de presentación de informes para actores que tienen un papel marginal en la implementación.

Un ejemplo típico es la falta de participación de los representantes de la industria en las decisiones sobre el número deseable de inscripciones en educación universitaria y en formación profesional por disciplina o especialidad. El éxito de la educación terciaria se mide en términos absolutos y, mientras haya demanda de inscripción, las oportunidades de empleo reales serán a lo sumo una consideración secundaria. Otro ejemplo es el desarrollo de directrices sobre la interacción con entidades externas. Un caso típico son las directrices sobre la producción y gestión de la propiedad intelectual mediante la financiación pública de los conocimientos tradicionales, el patrimonio, la biodiversidad, etc. Si la entidad a cargo, por ejemplo un museo, solo tiene la conservación como su objetivo principal, si no se interviene la institución puede tender a elaborar directrices de propiedad intelectual que pueden ser desequilibradas. Permitir a empresas y a la sociedad civil a participar en el proceso y con ello introducir otros objetivos, tales como facilitar un amplio acceso público o la comercialización, sería ampliar el potencial de innovación. Sin embargo, esto puede poner a la dirección del museo fuera de su competencia, conocimiento o cultura institucional, y puede haber resistencia a permitir un proceso de este tipo.

La falta de incentivos para una comunicación horizontal entre el personal que trabaja en las grandes empresas y el gobierno es común. La idea de que la coordinación de los flujos de información en los niveles más altos de toma de decisiones o gestión empresarial o de gobierno mejora la cooperación y reduce la incertidumbre y el riesgo en las operaciones diarias es defectuoso si una empresa o institución necesita estimular la innovación. El remedio es estimular la comunicación horizontal como un vector clave para la transferencia de conocimiento tácito y la exploración de oportunidades de innovación. Desincentivos para la comunicación horizontal generalmente aparecen como percepciones de caer en desgracia con los supervisores o gestores de alto nivel. El liderazgo político puede actuar directamente para remediar esto en las instituciones gubernamentales y públicas. Sin embargo, las empresas privadas pueden no ser tan fáciles de alcanzar ni con el mensaje ni con una política adecuada. En ese caso, la política debe centrarse en la sensibilización y el apoyo al desarrollo de agrupaciones de CTI, tales como parques tecnológicos e incubadoras de empresas, cuyo objetivo es proporcionar un ambiente para una mayor interacción.

Los derechos de propiedad intelectual (DPI) se consideran a menudo como incentivos y desincentivos a la innovación, en particular en el contexto de desarrollo y de los países menos adelantados. Como incentivo, los DPI actúan para recompensar la comercialización de la innovación, la cual conlleva un refuerzo del crecimiento y el desarrollo. Los DPI también ayudan a mejorar la divulgación de nuevos conocimientos y soluciones técnicas en el sentido de que si no hubiese una protección de los DPI, muchas mejoras y descubrimientos se mantendrían sin revelar como secretos comerciales. Sin embargo, desde una perspectiva de desarrollo nacional, es una verdad incómoda que muchos países desarrollados nunca tuvieron que enfrentarse a unos requisitos de DPI tan estrictos durante sus fases de desarrollo industrial como tienen que hacer ahora los países en desarrollo, y por lo tanto es necesaria una perspectiva política más

equilibrada. Lamentablemente, el espacio político para los derechos de propiedad intelectual es reducido, ya que la mayoría de los países son partes en las convenciones sobre los ADPIC de la OMPI y la OMC. A nivel nacional, las políticas de derechos de propiedad intelectual deben ser relevantes para las industrias y los servicios reales que constituyen la economía, así como en ciernes empresas y sectores innovadores. Aparte de la capacidad técnica y la financiación necesarias para poner en práctica un régimen nacional de derechos de propiedad intelectual más allá de tener una legislación compatible a nivel internacional, las autoridades también tienen la necesidad de evaluar el tamaño del mercado de los derechos de propiedad intelectual entre la comunidad científica y empresarial y crear conciencia de las implicaciones de costos reales, ya que estos no son insignificantes. Un módulo dedicado de este curso se verá con más detalle en el tema de propiedad intelectual, en particular en el contexto de la transferencia de tecnología.

Material de lectura seleccionado

Science, technology and innovation for sustainable development in the global partnership for development beyond 2015. UN System Task Team (2011).

Innovation for Development. OECD (May 2012).

Why Promote Innovation? The Key to Economic, Social, and Environmental Progress. World Bank (2010) in "Innovation Policy: A Guide for Developing Countries"

Introduction: Why Technological Learning and Innovation Matter for LDCs; in UNCTAD (2007). The Least Developed Countries Report, UNCTAD/LDC/2007.

MÓDULO 1.3: DESTRUCCIÓN CREATIVA, DESESTABILIZACIÓN, INCERTIDUMBRE Y CRECIMIENTO

0. INTRODUCCIÓN

El objetivo del Módulo 1.3 es debatir tres temas que aparecen frecuentemente en las discusiones de políticas sobre la innovación (destrucción creativa, desestabilización de la innovación e incertidumbre) y relacionarlos con evaluaciones críticas de los efectos de la innovación en el crecimiento.

I. SCHUMPETER Y EL PROCESO DE DESTRUCCIÓN CREATIVA

La teoría de la innovación propone una serie de temas que influyen en el desarrollo de políticas y en el diálogo. Un tema distintivo es el concepto de destrucción creativa de Schumpeter. Una deliberación más reciente, y siguiendo la línea de Schumpeter, aborda el tema de la innovación desestabilizadora. Un tercer tema es la relación entre innovación y riesgo e incertidumbre. Por último, hay dudas acerca de la efectividad de las políticas de innovación enfrentadas a una desaceleración generalizada del crecimiento de la productividad en las economías desarrolladas. Estos son temas que a veces aparecen en los debates sobre la naturaleza de la innovación, su papel en el desarrollo económico y cómo un enfoque de sistemas puede proponer ciertas ventajas para las políticas, o al contrario. Se tratan aquí por separado con el fin de no sobrecargar los debates en los módulos 1.1 y 1.4 y porque están, de cierta manera, interrelacionados.

Schumpeter, en el capítulo VII de su tratado de 1942 *Capitalismo, Socialismo y Democracia*, propone que el proceso de destrucción creativa debe entenderse en el contexto de una economía capitalista con una competitividad imperfecta, donde los monopolios en mayor o menor medida son comunes. Enmarcando la discusión, Schumpeter sugiere que es difícil establecer que la competitividad imperfecta frene necesariamente la producción y el crecimiento, ya que no hay período comparable de la historia económica que tuviese competitividad perfecta y que pudiera servir como grupo de control para el análisis. Por el contrario, las grandes empresas pueden contribuir desproporcionadamente al crecimiento económico, ya que su capacidad para hacer frente a la incertidumbre, financiamiento y producción de innovación, supera a la de las empresas más pequeñas.

El capitalismo es un proceso evolutivo. El cambio económico es su esencia y nunca es estacionario. Schumpeter postula que, "... el impulso fundamental que pone y mantiene el motor capitalista en movimiento proviene de los nuevos bienes de consumo, los nuevos métodos de producción o transporte, los nuevos mercados, las nuevas formas de organización industrial que crea la empresa capitalista". Otras contribuciones al dinamismo económico del capitalismo, tales como los cambios en el entorno social y natural, la demografía o incluso políticas económicas monetarias a corto plazo, meramente embellecen su naturaleza evolutiva fundamental. El crecimiento es un proceso de mutación industrial donde los nuevos productos y tecnologías

productivas destruyen sin descanso lo antiguo. Este es el proceso de destrucción creativa y es la esencia del capitalismo.

La adopción de la destrucción creativa tiene dos corolarios. El primero es que las personas que formulan políticas necesitan adoptar una perspectiva dinámica y descartar instantáneas estáticas de los resultados económicos por ser incompletas. Un fuerte rendimiento a largo plazo puede depender del bajo rendimiento a corto plazo para lograr la máxima producción. El segundo es que al ser la destrucción creativa, y más en general el funcionamiento de una economía, un proceso orgánico, un análisis de una empresa o industria de forma aislada genera pocas sugerencias o consejos de políticas que puedan ser aplicables. Los datos financieros de una empresa, cuando se consideran bajo el supuesto de que el objetivo de una empresa es la maximización del beneficio, arrojarán algo de luz sobre cómo la empresa se gestiona en su entorno actual, pero no explican cómo lo crea o destruye.

La noción de destrucción creativa conlleva que una interpretación tradicional de la competitividad ya no tenga sentido. La competitividad a través de la diferenciación de producto y el *marketing* diluyen la importancia del precio. Un cambio mucho mayor se produce cuando la competitividad se entiende como la aparición de un nuevo producto, una nueva tecnología, un nuevo recurso o tipo de organización. Dicha competitividad (real o incluso la amenaza de su aparición) afecta más que solo a los márgenes de beneficio: afecta a los fundamentos económicos de las empresas que están en competición. Schumpeter concluye que la competitividad que importa para el crecimiento y que describe la esencia del capitalismo es la que hace cambiar el juego, y no desestabilizaciones transitorias debidas a nuevos pero pequeños participantes en mercados establecidos o estancados.

La destrucción creativa no es un concepto neutro: crea claros ganadores y perdedores. Empresas financieramente fuertes pueden aumentar la cuota de mercado y eliminar la competitividad realizando una depreciación contundente, lo que refuerza su posición dominante, pero sin aportar ninguna innovación al mercado. La destrucción creativa puede mejorar o empeorar la distribución de los ingresos cuando las empresas entran o salen de ciertas localidades o países. La construcción de cadenas de valor globales puede producir efectos positivos sobre los ingresos en los países donde la empresa transnacional o multinacional establezca producción y transfiera tecnología, pero puede tener efectos devastadores en las regiones donde se cierra la producción. En comparación con el final de los años treinta, cuando Schumpeter desarrolló su visión sobre la innovación y la destrucción creativa, la economía internacional postmilenio está mucho más globalizada en términos de comercio, tecnología, IED y flujos de capital, y también es más dinámica y volátil. Esto refuerza la sugerencia de que es importante que los formuladores de política consideren seriamente las ideas de Schumpeter.

II. INNOVACIÓN DISRUPTIVA

Christensen (1997), al igual que Schumpeter, proponen que una *innovación desestabilizadora* es aquella que ayuda a crear un nuevo mercado y una nueva red de valores, mediante la

desestabilización de un mercado y una red de valores existentes. Es desestabilizador porque mejora un producto o servicio de manera que las empresas establecidas no esperan. A veces el término *tecnología desestabilizadora* se utiliza indistintamente. Sin embargo, la tecnología se convierte en desestabilizadora solo cuando se encuentra inmersa en un negocio como una innovación. Más ampliamente la innovación desestabilizadora se puede entender como aquella que tiene un impacto profundo en muchas actividades económicas y comerciales, en el bienestar de la comunidad y del individuo, y en la vida cotidiana. Como ejemplos de tales innovaciones desestabilizadoras en el pasado tenemos, por nombrar algunos, el transporte ferroviario, la energía eléctrica, las TIC, las vacunas y antibióticos o los fertilizantes químicos. Sin embargo, es difícil predecir cuando una innovación puede tener un impacto histórico y queda aún menos claro qué mecanismos habilitantes pueden proporcionarse para ello, o si dichos mecanismos de políticas en sí pueden sobrevivir a la desestabilización. Por lo tanto, este debate se centrará únicamente en la innovación desestabilizadora en el nivel de empresa y de mercado.

A diferencia de Schumpeter, Christensen sugiere que las empresas con posiciones dominantes en el mercado no son buenas en innovación desestabilizadora. Aunque tienen recursos más que suficientes, estas empresas tienen una fuerte preferencia por la innovación incremental. Las nuevas y las pequeñas empresas pueden, en cambio, desarrollar una ventaja competitiva basándose en la innovación desestabilizadora. Dicha innovación no persigue ofrecer productos mejorados en mercados maduros. La innovación desestabilizadora persigue redefinir el valor de la utilización de un bien o servicio, mediante la simplicidad, la comodidad y el coste, en lugar de a través de una mayor sofisticación técnica o un mejor rendimiento. Sin embargo, una vez que el producto desestabilizador alcanza cierto nivel de ventas y de cuota de mercado, comienza el ciclo de mejora tecnológica que finalmente conduce a una mayor sofisticación técnica que a menudo supera a los productos o servicios que desplaza. Tal innovación desestabilizadora presenta un desafío fundamental para las empresas establecidas. A menudo, no se percibe la necesidad ni existe un plan para competir con una desestabilización procedente de la gama baja del mercado y muchas empresas reaccionarán para evitar la competitividad directa incrementando el precio y la sofisticación técnica de sus productos.

A medida que este proceso desestabilizador tiene lugar en un sector o industria, los desestabilizadores se convierten en las nuevas empresas establecidas y las empresas dominantes quiebran o se reestructuran más allá de lo reconocible, conforme llegan nuevas fuerzas perturbadoras. El proceso es reconocible, pero no es ubicuo; hay sectores enteros e industrias que prosperan en el progreso tecnológico y la innovación incremental. A veces, las empresas establecidas intentan probar con la innovación perturbadora. Tal decisión puede enfrentarse a una escasez de incentivos dentro de la empresa y puede entrar en conflicto con la cultura institucional. Por tanto, es prudente considerar la creación de una entidad autónoma para estos emprendimientos. Es importante que los formuladores de políticas que tienen la intención de desarrollar mecanismos de financiación de la innovación, como los fondos público-privados de capital de riesgo, entiendan la problemática, a nivel empresarial, de promocionar la innovación perturbadora.

La innovación perturbadora es fundamentalmente un concepto microeconómico, a nivel empresarial, y los efectos macroeconómicos sobre el crecimiento y el desarrollo pueden discernirse solo a medio o largo plazo. Un ejemplo obvio de innovación perturbadora que se convirtió en innovación incremental son los esfuerzos innovadores de las empresas de ingeniería y tecnología japonesas (de la talla de Sony, Nippon Steel, Toyota, Honda o Canon) que de ser perturbadores durante los años sesenta y setenta fueron transformándose en incrementales, conforme la economía de Japón se estancaba a partir de los años noventa. En la primera década del siglo XXI, estas mismas empresas han sido perturbadas por competidores de la República de Corea y China. Es evidente que hay otros factores y circunstancias en juego, pero es innegable que estas y otras empresas fueron importantes contribuyentes al rápido desarrollo del Japón de la posguerra.

Los formuladores de políticas y los inversores involucrados en el desarrollo de mecanismos de apoyo y financiamiento, incluyendo el capital de riesgo, para estimular la innovación en los países en desarrollo pueden desear financiar a aquellos candidatos que tienen una capacidad de ser desestabilizadores. Las empresas establecidas deben reconocer la naturaleza potencialmente perturbadora de la innovación y, si se sienten capaces de innovar, debe estar preparadas para perturbar fuertemente, o canibalizar, negocios existentes antes de que lo haga la competencia. Christensen sugiere que hay varios criterios que pueden utilizarse para determinar si una proposición de innovación es lo suficientemente perturbadora. El primero consiste en evaluar si existe un posible gran mercado sin explotar porque los consumidores no pueden pagar o no tienen suficientes conocimientos a nivel usuario (es decir, la tecnología actual no es conveniente). Centrándose en personas menos cualificadas o menos acomodadas con productos que antes solo estaban al alcance de los trabajadores calificados y acomodados es una propuesta realmente perturbadora. Sin embargo, depende de los clientes si estos quieren comprar y poseer un producto menos bueno, pero bueno aun así. Un segundo criterio es si un modelo de procesos y negocios tecnológicos puede ser desarrollado para ofrecer un producto de este tipo al mismo tiempo que se genera un beneficio. El último criterio es considerar si la innovación perturba todas las empresas incumbentes o solo algunas. Si la innovación no es perturbadora en términos generales, tiene pocas posibilidades de tener éxito. Sin embargo, los formuladores de políticas pueden tener que aceptar que no todas las innovaciones podrán ser perturbadoras, ya que pueden faltar las condiciones de base. Las políticas de innovación tendrán por tanto que considerar también a las empresas establecidas y grandes por las ventajas que ofrecen para la innovación incremental.

III. RIESGO, INCERTIDUMBRE Y LA INNOVACIÓN

Si bien toda la actividad económica puede ser arriesgada, la actividad empresarial basada en la innovación conlleva un alto grado de incertidumbre. Para muchas personas, la distinción entre el riesgo y la incertidumbre es semántica o, como mucho, una cuestión de escala o tamaño. Sin embargo, hay una diferencia fundamental y los formuladores de políticas y los empresarios que entienden esta distinción tienen más oportunidades de poder gestionar más adecuadamente la política y la práctica de la CTI.

La confusión, y variedad de opiniones, radica en que muchos actores económicos tienen sus propias definiciones de riesgo, y que lo incierto se confunde a veces con lo desconocido. Por ejemplo, el sector de los seguros se ocupa de los riesgos puros: riesgos que no tienen un lado positivo. Los riesgos especulativos, por otra parte, pueden conllevar resultados positivos o negativos. Una institución financiera puede entender el concepto de riesgo como la desviación estándar de un resultado en torno a su promedio histórico: los activos financieros volátiles, es decir, que muestran grandes desviaciones en torno a su rendimiento medio, se consideran de riesgo. Los riesgos de negocios y empresariales tienen un gran componente de incertidumbre ya que las empresas operan en entornos complejos y dinámicos.

En términos más generales y en el nivel de experiencias personales cotidianas, las personas equiparan el riesgo o la incertidumbre con lo desconocido. Esto se debe a que es prácticamente inviable conocer las probabilidades estadísticas y distribuciones de la multitud de acontecimientos de la vida, ni las medias ni desviaciones típicas que generamos en la vivencia de esos eventos. Las personas toman decisiones y se adaptan, siempre que sea posible, sin un profundo análisis estadístico. Tales decisiones a menudo se ven afectadas por problemas de encuadre, de ilusiones irrealistas, de pensamiento de grupo y prejuicios culturales y cognitivos.¹³

Knight (1921) distingue entre riesgo e incertidumbre, al proponer que el riesgo es una cantidad medible: si podemos determinar la probabilidad de un evento con una precisión conocida (y esto implica que sabemos que la distribución del evento) se trata de riesgo. Los riesgos pueden ser gestionados: se pueden reservar, cubrir o asegurar, es decir, se transfiere a un partido dispuesto a un precio premium. La incertidumbre es una especie fundamentalmente diferente. Un evento es incierto cuando no podemos determinar su distribución, observar el proceso que lo genera, o evaluar los promedios estadísticos y las desviaciones típicas. Esto es a menudo el caso de las empresas y la innovación donde la incertidumbre se ve agravada por la dinámica de un entorno económico y social en constante cambio. Knight propone que si un fenómeno puede evaluarse estadísticamente con confianza, no es incierto.¹⁴

Knight también sugiere que en los negocios, la incertidumbre es la fuente de la ganancia. Las empresas innovadoras, siendo más inciertas que las empresas mundanas, prometen una mayor rentabilidad pero conllevan más probabilidades de fracaso. La incertidumbre en la innovación es dinámica y puede tener múltiples fuentes. Haragadon (2012) designa cuatro fuentes de incertidumbre para las empresas innovadoras que se describen a continuación: estas explicaciones no pretenden ser exhaustivas ni completas.

¹³ Para un debate exhaustivo sobre sesgos cognitivos, véase Kahneman (2011).

¹⁴ Knight afirma que la incertidumbre es distinta del riesgo. El riesgo es medible y definido como cuánto un resultado varía en torno a su media. Con la incertidumbre existen problemas en la medición debido a que el proceso que produce resultados inciertos no es observable, está cambiando continuamente, es complejo y caótico, y su distribución estadística es desconocida. Por ejemplo, los futuros resultados de un juego de ruleta son arriesgados y los futuros desarrollos económicos son inciertos.

La incertidumbre sobre las políticas. Se genera incertidumbre sobre futuras decisiones en cuanto a qué políticas públicas se promulgarán, y cómo se implementarán. Esto incluye a distintos tipos de decisiones públicas, desde regulaciones y estándares a impuestos y subsidios. Cambiar el marco regulador de los clientes o proveedores, o cambios en los subsidios a industrias o en las empresas de propiedad estatal puede incrementar la incertidumbre. Cambiar las regulaciones sobre la IED y las *joint-ventures* pueden tener también efectos importantes. Este aspecto es claramente una responsabilidad de las personas que formulan políticas y ha sido la recomendación de la UNCTAD durante varios procesos de revisión de las políticas nacionales que los tomadores de decisión tienen que articular claramente los futuros desarrollos de políticas para reducir la incertidumbre de las empresas y los innovadores.

La incertidumbre del mercado. Otra fuente principal de incertidumbre es la aceptación de mercado. Las preferencias de los clientes cambian a medida que la competitividad surge dentro o fuera de una industria. Las preferencias evolucionan con el cambio de estilos de vida, a menudo debido a cambios de edad y demográficos. Las decisiones de compra de un solo producto se pueden mejorar o exacerbar en conjunto con otras compras de bienes complementarios o que compiten entre sí y en ocasiones estarán influidas por cambios en las políticas públicas y la regulación o en la percepción pública sobre temas como la seguridad, salud o la sostenibilidad medioambiental.

La incertidumbre de las empresas. Una preocupación clave es la rentabilidad futura y la sostenibilidad de una innovación. A veces, las empresas y los empresarios se adentran en terrenos poco seguros y tratan de desarrollar nuevos mercados. Como pioneros, serán los primeros en reunir la experiencia y evaluar la opinión de los consumidores, proveedores y socios. Como perturbadores, van a tratar de desplazar a los competidores establecidos que están arraigados en cadenas de suministro maduras, y que cuentan con escalas de producción y tecnología apropiadas, y con un amplio conocimiento del mercado y el entorno regulador. La rentabilidad es un componente inconstante y cambios en las condiciones de mercado, por ejemplo, de un proveedor clave o en las condiciones de financiamiento, puede cambiarlo todo.

La incertidumbre de la tecnología. Por último, la incertidumbre de la tecnología puede ser un desincentivo para que las empresas salgan de la fase de I+D y entren en las fases de diseño de prototipos, comercialización y difusión. Una preocupación general es si la producción puede escalar técnicamente a volúmenes comerciales fuera de las instalaciones de I+D. ¿Será la fábrica capaz de producir de acuerdo con los criterios de calidad esperados, y de forma económicamente viable en términos de velocidad, energía utilizada, desechos y desperdicios generados? También habrá cierta incertidumbre en cuanto a cómo interactúa el producto, a nivel técnico, con otros componentes o productos que definen su uso final.

Desde una perspectiva de políticas, Knight sugirió que distinguir entre el riesgo y la incertidumbre es importante ya que las personas que formulan políticas suelen ser propensas a la creación de instalaciones que disminuyen el riesgo, tales como el financiamiento de las exportaciones y de mecanismos de garantías, financiamiento de créditos a tipos de interés privilegiados y diversos subsidios y facilidades fiscales, pensando que están reduciendo la incertidumbre. Sin embargo,

las políticas que reducen el riesgo no eliminan necesariamente la incertidumbre. Más aún, las políticas de reducción de riesgos pueden crear una mayor incertidumbre si, o cuando, generan dudas acerca de su sostenibilidad o necesidad.

IV. TASA DE INNOVACIÓN, CRECIMIENTO Y POLÍTICA

Dos desarrollos económicos relacionados entre sí preocupan a los economistas y formuladores de políticas, y parecen sugerir que la innovación puede estar frenándose. El primero es el estancamiento o la disminución de los ingresos reales de los hogares de clase media en las economías desarrolladas. Esto significa que cualquier aumento de la demanda que podría estimular el crecimiento provendría de hogares pidiendo nuevos préstamos y en consecuencia aumentando los niveles de deuda privada. Este tipo de crecimiento conlleva posteriormente períodos de decadencia, causados por el hecho de que los hogares deben pagar la deuda en lugar de consumir. La segunda es la financiación de la economía real, ya que los beneficios se generan cada vez más en los mercados financieros y no en los mercados de bienes y servicios (Krippner, 2005; UNCTAD, 2015). Este cambio tiene varias facetas. La primera es la disminución de la producción de las industrias de fabricación relativas a un aumento comparable en las industrias de servicios financieros. La segunda es que los inversores financieros, excepto los inversores de riesgo, habitualmente persiguen la rentabilidad financiera y tienen escaso interés en las empresas y empresarios basados en el desarrollo de tecnologías y en la innovación de productos. Por último, el sector financiero tiene la experiencia y las herramientas para hacer frente a los riesgos pero su aplicación a las incertidumbres de Knight, como las que se encuentran en la innovación, pueden derivar en decisiones irrelevantes.

En una economía financializada, la innovación proviene cada vez más de la competencia en mercados estancados generalmente a través de esfuerzos en diferenciación de productos que tienen poca repercusión en el crecimiento de la productividad. Algunos datos apoyan esta valoración: el impacto de la innovación en las últimas dos décadas no es comparable con el impacto generado en el período de 1945-1975, y a pesar de todos los avances en TIC, es difícil de evaluar en base a los datos de productividad si este sector a generado crecimiento (Solow, 1987)¹⁵. El Gráfico 1.2 describe las tendencias de la productividad en las economías desarrolladas desde 1960.

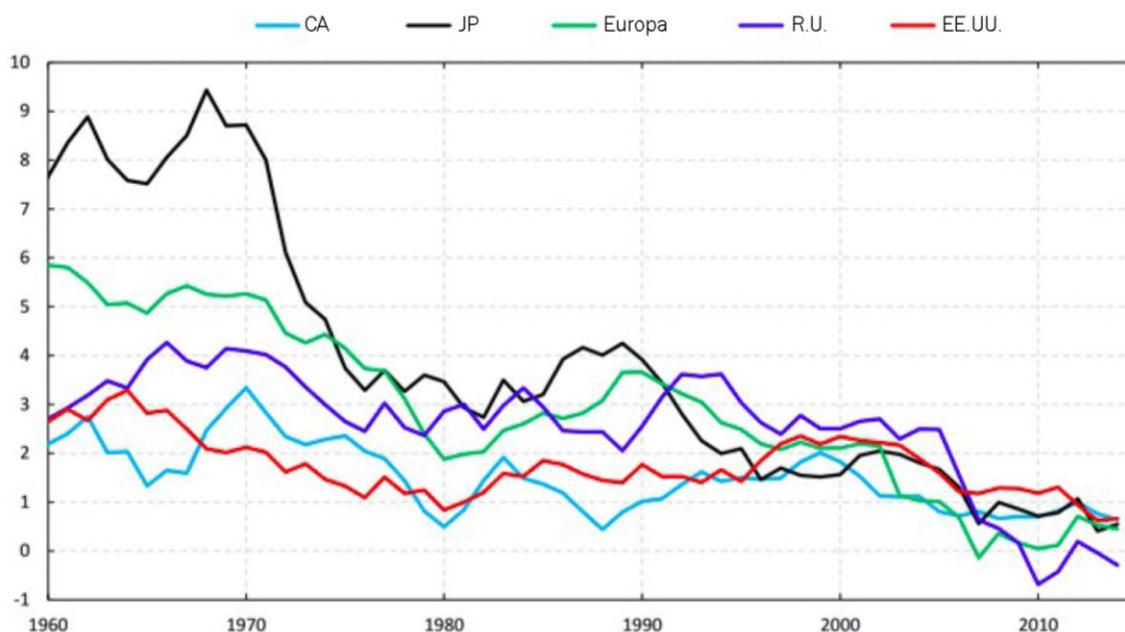
Visto desde fuera de la perspectiva del desarrollo económico global, se considera que esta ralentización del crecimiento de la productividad está causada por la ralentización de la innovación (The Economist, 2013). Gordon (2012) sugiere que, incluso si la innovación continúa alimentando el crecimiento, se pueden presentar mayores obstáculos por la disminución relativa de la población activa, el aumento en el precio de la educación superior, una desigualdad cada vez mayor en la distribución del ingreso, la globalización, el cambio climático, y la volatilidad macroeconómica reforzada por ciclos de aumento y disminución de la deuda privada y pública. Por otro lado, Brynjolfsson y McAfee (2012) argumentan que la actual recuperación de

¹⁵ <https://www.fulcrumasset.com/assets/Document/FulcrumResearchFollowingtheTrend.pdf>

desempleo tras la gran recesión es en realidad una manifestación de una masiva Gran Reestructuración en la industria, principalmente causada por la intensificación de las tecnologías digitales. Si bien las tecnologías digitales pueden desestabilizar ciertos sectores e industrias, "...que requieren innovación paralela en los modelos de empresa, las estructuras de procesos organizacionales, instituciones y habilidades" en el medio a largo plazo será un contribuyente neto al crecimiento.

Hirschi (2013) cuestiona si las innovaciones en los países desarrollados en realidad compensan la magnitud de la destrucción creativa de Schumpeter con sus efectos positivos sobre el crecimiento. El impacto cada vez más débil de la invención en la innovación y en consecuencia en el crecimiento en las economías desarrolladas pueden ser motivo de reflexión en el mundo en desarrollo. UNCTAD (2013a) llega a la conclusión de que muchos países se están adaptando a esta realidad y el crecimiento en el mundo en desarrollo está siendo impulsado cada vez más por la demanda nacional, ya que la demanda de las economías desarrolladas se ha mantenido débil en los últimos años. Además, la participación del comercio Sur-Sur en las exportaciones mundiales totales se ha duplicado en los últimos veinte años, a más del 25% (UNCTAD, 2013b).

Gráfico 1.2 Aumento de la productividad de la mano de obra*



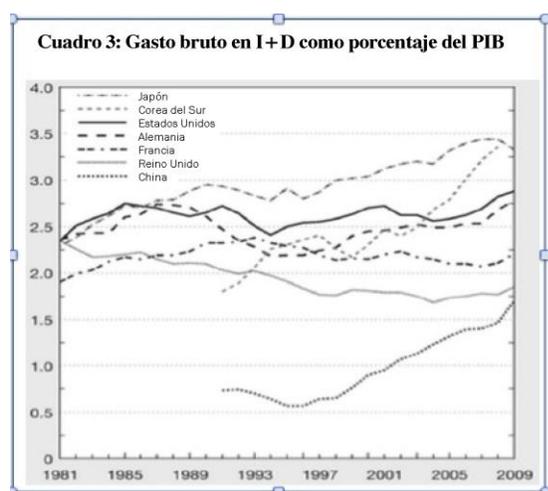
Fuente: Junta de Conferencia Base de Datos Económica Mundial, FMI Perspectivas de la economía mundial.
* % 5 por año media móvil centrada; Europa indica la tasa media en Francia, Alemania e Italia.

En condiciones de una desaceleración del crecimiento de la productividad, los intentos de mejorar la innovación a través de mejores políticas pueden llevar a los gobiernos a querer entender la situación que existía antes de 1975, cuando la productividad y el crecimiento económico eran más altos. La pregunta obvia sería qué características positivas tenían la ciencia,

la I+D y procesos de innovación en aquel entonces y que han disminuido o desaparecido en la actualidad. Sin embargo, las conclusiones pueden ser engañosas, en particular para las personas que formulan políticas en los países en desarrollo, y se deben leer con precaución ya que las condiciones macroeconómicas y estructurales y las perspectivas de crecimiento a menudo son significativamente diferentes. Además, la presunción equivocada de un modelo lineal de innovación se abre camino de nuevo en la formulación de políticas. Como resultado, dos preocupaciones principales se presentan para debate. Una de ellas es la forma de apoyar la ciencia básica y la investigación científica. La idea es que la ciencia efectiva produce invenciones de calidad que luego tienen más oportunidades de éxito comercial, es decir, que se conviertan en innovación. La segunda preocupación es cómo utilizar la competitividad y los mercados en la mejora de la eficacia de la ciencia, es decir, su transformación en innovación. La pregunta implícita es si la ciencia es más o menos eficaz cuando no responde ni a los objetivos de la política de los gobiernos ni a la de los mercados.

Hirschi (2013) cita Merton (1942), Mees (1950) y Kelly (1950) y sugiere que la era de la innovación acelerada que terminó a mediados de los años setenta vio realmente la ciencia como un ente que requiere la mayor cantidad de libertad posible para actuar con el fin de ser eficaz. Esto significaba necesariamente una ausencia de respuesta por parte de las políticas del gobierno y de los mercados. Kelly anticipó específicamente que, si bien los científicos que trabajan en la academia ya eran bastante libres, los que trabajan en la industria necesitaban disponer de libertades similares a sus homólogos universitarios. La diferencia entre la ciencia académica y la investigación llevada a cabo en la industria consistía en que en la industria hubo una mayor necesidad de interacción y de comunicación entre disciplinas para aumentar las posibilidades de fabricar productos comercialmente viables. Para que la creatividad floreciera, las interacciones tenían que ser espontáneas e informales, y por lo tanto, la ergonomía de los entornos de investigación y de laboratorio tenían que acomodar y apoyar dicho tipo de interacciones.

Gráfico 1.3 Gasto bruto en I+D como porcentaje del PIB



Fuente: NSF (2012). *Indicadores de Ciencia y Tecnología 2012*

Gráfico 1.4 I+D en 2011

políticas en los países en desarrollo: si un enfoque de sistemas de innovación no lineal ha producido resultados ambiguos en el mundo desarrollado, ¿por qué sería útil en un contexto de desarrollo? La respuesta puede estar en la comprensión de que la tendencia macroeconómica del financiamiento y la volatilidad resultante de los ciclos económicos, que se caracteriza por burbujas en los mercados de activos y cambios significativos en el apalancamiento y el desapalancamiento, ha abrumado por completo a las políticas que apuntan al crecimiento y desarrollo.

A la vez que se consideran los resultados de la experimentación y los procesos de las políticas en las economías desarrolladas, los formuladores de políticas en países en desarrollo deberían tener en cuenta varias circunstancias que son específicas para el desarrollo. La primera es que el capital humano está subutilizado y muchos países son testigos de importantes fenómenos de emigración y fuga de cerebros. Una segunda es que tanto el crecimiento extensivo y el de la productividad, en otras palabras, resolver tanto las brechas de financiamiento como las tecnológicas y de innovación, requieren instituciones y marcos eficientes. Las políticas de desarrollo requieren una combinación de instituciones y marcos adaptados a las circunstancias nacionales específicas. Por último, y como ya se ha mencionado varias veces, hay una mayor necesidad de coordinación de políticas para llevar a cabo una estrategia de desarrollo nacional coherente. Un enfoque de sistema nacional de innovación es útil no solo porque no es lineal en su comprensión de la innovación, sino porque reconoce la complejidad del desafío del desarrollo que solo puede alcanzarse mediante el apoyo a la cooperación, a los vínculos e interacción entre los actores, incluidos aquellos fuera del alcance inmediato de las políticas tecnológicas.

Material de lectura seleccionado

Chapter VII: The Process of Creative Destruction, Joseph Schumpeter (1943) in *Capitalism, Socialism & Democracy*.

Disruptive Innovation, Clayton Christensen (2000)

Risk, Uncertainty, and the Challenge of Sustainable Innovation, Andrew Hargadon (2012)

The Organization of Innovation - The History of an Obsession, Caspar Hirschi (2013)

MÓDULO 1.4: LA POLÍTICA PÚBLICA Y LA CTI

0. INTRODUCCIÓN

El objetivo del Módulo 1.4 es explorar el papel de las políticas públicas en el financiamiento y, más en general, en la orientación de la CTI. Aunque las conclusiones a este respecto no puedan ser inequívocas, en este punto de la discusión se impone introducir las cuestiones de sostenibilidad y el establecimiento de prioridades.

I. EL APOYO PÚBLICO Y EL FINANCIAMIENTO DE LA CTI

Las políticas públicas pueden afectar a la innovación y al crecimiento económico a través de diversos canales. La estabilidad macroeconómica, la competitividad en los mercados, una reglamentación adecuada y una cultura de iniciativa empresarial contribuyen cada una por su parte a sostener la innovación. El apoyo directo a la CTI a través de financiamiento público a la investigación científica es un fenómeno de la época inmediata a la Segunda Guerra Mundial (Gomory, 1992). Estas políticas se basaban en el supuesto de que el conocimiento científico es un factor de transformación con consecuencias directas y positivas en el desarrollo económico. El progreso en la física atómica, la electrónica de estado sólido, las tecnologías de la información y la comunicación (TIC), la biología molecular y otras áreas de la biología tuvieron repercusiones fácilmente demostrables en la vida cotidiana. La justificación del financiamiento público se fundamentaba en una apreciación generalizada del éxito obtenido hasta aquel momento.

Las perspectivas comenzaron a cambiar al cabo de algunas décadas. Las experiencias en materia de innovación de países como Japón, Finlandia o la República de Corea demostraron que podría haber espacio para políticas públicas más allá del financiamiento de la investigación científica en las universidades y centros públicos de investigación. La política podía también apoyar a la investigación aplicada y a la creación de un entorno favorable a la comercialización de la ciencia y la tecnología, es decir, a la innovación. Con el fin de reproducir las experiencias de los países citados, los responsables políticos de los países en desarrollo tendrían que articular claramente los objetivos fijados para la ciencia básica, la investigación, la I+D y la innovación aplicada. Tal articulación se expresaría en términos de procesos, indicadores y en el compromiso de fondos y de recursos humanos.

Inicialmente, el principal argumento en favor del financiamiento público de la ciencia es que los mercados competitivos no son eficientes en la producción de resultados científicos y de I+D. Esto se debe a que el valor económico total del conocimiento científico generado es difícilmente apropiable por su descubridor, dado que el conocimiento puede ser difundido a costos cada vez menores, especialmente en condiciones de creciente ubicuidad de las TIC. Por lo tanto, el valor de la ciencia para la sociedad es a menudo más alto que el valor privado para el científico, lo que representa una externalidad positiva que requiere corrección a través de, por ejemplo, el financiamiento público (Bernanke, 2011). La estrategia basada en el financiamiento presupone la existencia de suficiente capacidad humana para desarrollar el trabajo de investigación, es

decir, científicos disponibles y cualificados, ingenieros y técnicos. El fortalecimiento de los DPI también se ha propuesto como una solución a la mejora de incentivos. Sin embargo, estas medidas tienen una contrapartida de carácter restrictivo que puede dificultar la innovación. Como se argumentó en el módulo 1.1, en las últimas décadas, la constatación de que la innovación es el resultado de las interacciones entre una gran variedad de agentes ha llevado a los responsables políticos a centrarse en el establecimiento de sistemas nacionales de innovación y el financiamiento y el apoyo en general a las interacciones dentro de tales sistemas.

Ha habido argumentos en contra del financiamiento público de la investigación científica y el apoyo a la comercialización de las invenciones que afirman que el carácter de bien público de la ciencia no es tan claro como se supone generalmente (Kealy, 1996). La comprensión de los resultados de la investigación científica en grado suficiente como para apropiarse de los resultados de los demás tiene un costo definido que se manifiesta en la educación y la adquisición de la competencia de los expertos y la creación de la infraestructura necesaria. La adquisición de la información mediante la búsqueda y lectura de las patentes registradas, la participación en conferencias y actividades profesionales y académicas, y en general el mantenerse informado a un nivel suficiente de pericia suponen costos que están lejos de ser insignificantes. Kealy sugiere que el financiamiento público de la CTI desplaza al financiamiento privado procedente de las fundaciones, en el caso de la ciencia básica, y de las empresas en el caso de la innovación. El financiamiento público beneficiaría así a las empresas de gran tamaño que tienen relaciones privilegiadas con los gobiernos, de forma que sus necesidades de investigación se asignan a la academia como prioridades nacionales. Esto representaría una política contraria a la competitividad que pondría en desventaja a las pymes, desalentando la innovación entre ellas. Por último, el financiamiento público crearía un riesgo de pérdida de independencia intelectual y académica de los científicos, que se dedicarían a solicitar financiamiento de unos gobernantes que pueden responder a intereses creados o a guiarse por motivaciones a corto plazo de naturaleza ideológica o electoral.

II. EL APOYO A LA CTI: CUESTIONES Y DILEMAS

Hay numerosas políticas que un gobierno puede utilizar para apoyar a la CTI. Muchos gobiernos proporcionarán apoyo indirecto a la CTI. El nivel más básico de apoyo indirecto es el financiamiento de la educación académica y la formación profesional de sus estudiantes o de ambos. Estas instituciones proporcionarán a la nación científicos, ingenieros, expertos y gestores empresariales, así como técnicos y artesanos. Otros tipos de apoyos indirectos son las inversiones en infraestructura, en particular en las TIC y la conectividad a Internet de banda ancha. En el otro extremo de la escala nos encontramos con el apoyo directo de la CTI, mediante el cual los gobiernos financian proyectos e instituciones científicas y de investigación y desarrollo específico. Entre ambos extremos los gobiernos disponen de muchas posibilidades para desempeñar un papel activo en la creación de un entorno que favorezca la innovación. A pesar de esta complejidad, a menudo el debate político sobre el apoyo público a la CTI se presenta simplificada como si fuera una simple cuestión de determinar el nivel de financiamiento público de la ciencia y la I+D.

La decisión de financiar públicamente o no las actividades de CTI es un proceso político; tendrán que establecerse prioridades y definir los recursos que se pretende asignar a la CTI y que consiguientemente dejarán de estar disponibles para otros fines. En este sentido, la buena práctica política significa necesariamente la alineación del financiamiento de la CTI con la estrategia general de desarrollo nacional, y la principal causa de preocupación, la incertidumbre sobre si los políticos con poder de decisión están en condiciones de evaluar la demanda del mercado y el potencial comercial de una tecnología determinada, así como el potencial nacional para innovar. También pueden surgir dilemas acerca de si es preferible orientarse hacia las innovaciones que puedan estar próximas a los sectores y las industrias existentes o, por el contrario, apoyar el desarrollo de productos y mercados completamente novedosos. Puede ser necesario cambiar la reglamentación para liberar el potencial creativo, cumplir con los requisitos de nuevos mercados y dar seguridad a los consumidores. La comprensión y el reconocimiento de la naturaleza incierta, transformadora y destructiva de la innovación fundada, como se argumenta en el Módulo 1.3, pueden servir de orientación al fijar el rumbo de la política en este ámbito.

Los organismos de financiamiento pueden encontrar tres peligros potenciales. En primer lugar, pueden, por temor al escrutinio público, llegar a ser excesivamente cautelosos y optar por centrarse en un número limitado de proyectos de bajo riesgo o dirigir los fondos a instituciones ya establecidas, en lugar de buscar candidatos con el mayor potencial de innovación. En segundo lugar, los organismos de financiamiento pueden tratar de evitar la redundancia, a pesar de que la teoría y la práctica de la innovación muestran que la búsqueda de enfoques múltiples y el encomendar una misma tarea investigadora a varios equipos pueden mejorar las posibilidades de obtener resultados a través de la cooperación o la competitividad constructiva. La redundancia se percibe a menudo erróneamente como un costo ineficaz o incluso un dispendio. Si se comprende la innovación como un proceso evolutivo, esto facilita que los organismos de financiamiento de la investigación distingan, en momentos más iniciales del proceso, las vías de investigación sin perspectivas de resultado de aquellas con más potencial. Por último, el financiamiento público de la CTI será más eficaz si se considera como una inversión a largo plazo. Los desfases temporales entre los resultados científicos, los del desarrollo y la comercialización, y sobre todo, con los efectos sobre el desarrollo pueden ser largos. El apoyo del sector público a la innovación serán más eficaces si el financiamiento es estable y ha fijado sus objetivos a largo plazo y ha comunicado claramente una política de este tipo para el público en general.

El problema se agudiza cuando el liderazgo nacional opta por elegir industrias o empresas particulares (lo que a veces se llama "selección de ganadores") y apoyar sus grandes proyectos como una cuestión de estrategia de desarrollo o la política industrial. En el proceso, puede cuestionarse la existencia de una verdadera necesidad estratégica que vaya más allá del apoyo público a la ciencia. Pueden surgir dudas sobre la capacidad de la demanda y los mercados para proporcionar señales suficientes a los trabajadores, los empresarios y los inversores financieros para asignar eficazmente los recursos. Pueden aparecer críticas al crecimiento descontrolado de los presupuestos de CTI en contradicción con los propósitos de no desplazar a la inversión privada. Por último, puede que se expresen opiniones críticas acerca de los vínculos entre la

innovación y la competitividad y comentarios sobre la similitud entre las políticas de CTI y la política industrial.

Una función clave de la política de fomento de la innovación es determinar la naturaleza del apoyo público a la CTI basándose en una consideración prolija de las condiciones locales. Para ello se debe entender que la innovación no es un proceso lineal y que es el resultado de la interacción entre los gobiernos, las instituciones académicas y las empresas que actúan en función de las señales del mercado y de otros incentivos y fuerzas resultantes, entre otras, de diversas políticas. En ocasiones, la política nacional de innovación puede enfrentarse con situaciones derivadas de otras políticas activas que fueron desarrolladas y ejecutadas antes de que se adoptase un enfoque basado en la noción de sistema nacional de innovación. Ejemplos de ello pueden ser las prioridades oficiales nacionales de investigación, la investigación científica directamente vinculada a la innovación en empresas de propiedad estatal, una política de derechos de propiedad intelectual con una fuerte preferencia por las patentes y regalías, más como resultado de la política de innovación que como insumos para el mismo, o concursos públicos o premios a la investigación aplicada y la invención que pueden ser confundidos con innovaciones. Además, el apoyo político para la CTI se puede expresar a través de la política de compras públicas, las políticas sobre la movilidad de los recursos humanos, los servicios de extensión tecnológica, la metrología y la elaboración de normas. Sin un SNI que reúna a todos los agentes interesados, los intereses y puntos de vista, las autoridades pueden pasar rápidamente de un reto complejo a un caos de políticas fragmentadas.

III. INSTITUCIONES ACADÉMICAS Y POLÍTICAS DE CTI

Si se las deja al margen de las políticas de CTI, la mayoría de las instituciones académicas impartirán formación y desarrollarán trabajos de investigación que correspondan a la demanda estudiantil y a las áreas de preferencia de sus departamentos y facultades. Las políticas de CTI deben tener como objetivo equilibrar la producción de titulados y conocimientos con las necesidades estratégicas de desarrollo nacional y las oportunidades de empleo. Así, puede ser necesario reducir la producción de ciertas competencias para las que las perspectivas de empleo son escasas y estimular otras que se juzgen más prioritarias. Sin embargo, se puede dar una recomendación genérica en este sentido, ya que la innovación requiere la disponibilidad de una gran variedad de competencias científicas, tecnológicas y no tecnológicas. Campos como el derecho, la gestión, la logística, la comunicación y la mercadotecnia son partes importantes del capital humano nacional necesario para la innovación.

La política de CTI tiene un papel crucial que desempeñar trabajando para alinear la política educativa con la política de desarrollo. Con el uso de un sistema nacional de referencia para la innovación, la política de CTI puede contribuir a la coordinación de diversas acciones y a la reducción de la fragmentación política. Por ejemplo, las políticas de CTI pueden influir u orientar la investigación científica y aplicada, mediante la concesión de financiamiento a los proyectos o estructuras que tengan como objetivo mejorar la colaboración y la creación de vínculos entre agentes del sistema de innovación. Ejemplos de ello son los parques tecnológicos, o las

incubadoras de empresas. En relación también con la vinculación entre agentes, un factor que hace a las universidades más atractivas para los estudiantes es su reputación en lo que se refiere a sus conexiones con la industria, ya que ello puede mejorar las posibilidades educativas y de investigación y las perspectivas profesionales de los estudiantes. La movilidad de los recursos humanos entre el mundo académico y las empresas es un buen indicador del desempeño de las políticas de CTI en esta materia. Finalmente, debe señalarse que las políticas de CTI pueden tener que extender su influjo hasta los niveles de educación primaria y secundaria públicas, ya que es allí donde se siembra la capacidad de pensamiento crítico y creativo.

IV. LAS POLÍTICAS DE CTI Y EL DESARROLLO SOSTENIBLE

La trayectoria actual de crecimiento y desarrollo económico no es sostenible en términos medioambientales. Ni los incentivos de mercado, ni la regulación a nivel nacional ni los acuerdos internacionales han estimulado hasta ahora la innovación en la escala necesaria para eludir algunas de las consecuencias más dolorosas de la actual trayectoria ambiental. La tarea es de gran amplitud: reducir los riesgos del cambio climático, mejorar la seguridad energética, mejorar el acceso a los alimentos, la energía y el agua para los pobres, mejorar la calidad del medio ambiente, la salud pública, actuar con diligencia como mayordomo de la biodiversidad, a la vez que se da respuesta a las aspiraciones de las personas en los países en desarrollo para que puedan vivir como sus contrapartes en los países desarrollados. En respuesta a este desafío, en 2015 los Estados Miembros de las Naciones Unidas aprobaron un nuevo programa de desarrollo sostenible especificado como 17 Objetivos de Desarrollo Sostenible.

En términos muy claros, el Objetivo de Desarrollo Sostenible número 9 declara que, *"el progreso tecnológico es la base de los esfuerzos para lograr los objetivos ambientales, como el aumento de los recursos y la eficiencia energética. Sin la tecnología y la innovación, la industrialización no tendrá lugar y sin industrialización, el desarrollo no tendrá lugar"*. El Objetivo de Desarrollo Sostenible¹⁶ número 17 hace hincapié en la necesidad de actuar en colaboración entre los gobiernos, el sector privado y la sociedad civil: los actores de un sistema nacional de innovación. El Objetivo número 17 explica que es urgente tomar medidas para movilizar recursos privados hacia inversiones a largo plazo que aborden temas como la energía sostenible, la infraestructura y el transporte y las TIC. Los decisores políticos tendrán que establecer una dirección clara y revisar los marcos de políticas, regulaciones y estructuras de incentivos.

La innovación es la clave para mitigar el impacto del cambio climático y la adaptación a sus consecuencias, que representan una carga que recae desproporcionadamente sobre los países en desarrollo. Mientras que el rápido desarrollo y despliegue de tecnologías verdes son fundamentales para el desarrollo sostenible, los mercados no están generando resultados a la escala necesaria. Además, existen puntos de vista discrepantes acerca de lo que las políticas públicas sobre la transferencia de tecnología pueden aportar tanto a nivel internacional como a nivel nacional. El modo de transferencia de tecnologías específicas que faciliten el desarrollo

¹⁶ Ver <http://www.un.org/sustainabledevelopment/>

sostenible ha sido materia de muchos debates en el plano internacional, a menudo acompañado de consideraciones acerca de los fines y la equidad de los regímenes de propiedad intelectual.

Desde un punto de vista práctico, hay poca o ninguna diferencia en conjunto de herramientas de políticas de CTI pertinentes para las cuestiones de sostenibilidad respecto de las que se precisan para tratar de los problemas del desarrollo en general. En cualquier caso, los enfoques utilizados en su aplicación tendrán que cambiar radicalmente. Por ejemplo, el aumento de la importancia de la inclusión social con el fin de lograr la sostenibilidad social debe permear las políticas de CTI. Los incentivos positivos, directos e indirectos, los reglamentos y las campañas de sensibilización pública requerirán compromisos de financiamiento. La reglamentación y las normas de eficiencia destinadas a reforzar las prácticas de consumo y producción sostenibles no son sólo una cuestión de legislación, sino también de la aplicación de la ley. Hay medidas basadas en el mercado, tales como un impuesto sobre el carbono o los programas de comercio de emisiones, que también pueden tenerse en cuenta. Por su parte los subsidios son un arma de doble filo: pueden mejorar la adopción de nuevas tecnologías, pero pueden convertirse en una barrera para la innovación disruptiva. Si este es el caso, la eliminación de los subsidios puede ser una medida política clave. Por ejemplo, varios países productores de petróleo tienen los precios del combustible para los consumidores al nivel del costo de producción o por debajo, como parte de su política social (UNCTAD, 2014a). Esto representa un gran desincentivo para el desarrollo de fuentes alternativas de energía y la mejora de la eficiencia energética. Sin embargo, el aumento de los precios para desalentar el consumo de petróleo y promover la innovación, sin compensación, puede empobrecer a los hogares de menores ingresos y entrar en conflicto con la política de desarrollo orientada a la mitigación de la pobreza.

Dado el potencial disruptivo de las tecnologías y la innovación que se pueden utilizar para lograr el desarrollo sostenible, cabe esperar que las empresas establecidas recelen o se resistan a las políticas públicas en este campo. Este problema puede abordarse mediante la disminución de la incertidumbre política, de manera que tanto las empresas establecidas como las innovadoras puedan preparar sus estrategias, sean estas de competencia o de asociación, o una combinación de ambas. Una fuente importante de incertidumbre política es la divergencia entre los puntos de vista a corto y a largo plazo acerca de los objetivos de la política y de la naturaleza de los resultados buscados. Un ejemplo común es la política de derechos de propiedad intelectual por el que un gobierno adquiere compromisos de acuerdo con las normas internacionales, a pesar de que la industria nacional pueda tener capacidades modestas para crear propiedad intelectual, mientras que su aplicación estricta desalienta la innovación a través de la copia y la adaptación local para uso local. La falta de vínculos entre los objetivos a corto y largo plazo también genera incertidumbre política. Un ejemplo de esto puede ser el financiamiento de la innovación en una etapa temprana (por ejemplo, a través de becas de investigación o apoyo público, fondos de capital riesgo público-privados o centros de incubación e innovación conjunta en las universidades públicas), pero sin ofrecer un apoyo similar a la comercialización y la producción a gran escala. Por último, la participación en los mecanismos de consulta eficaces y con plazos determinados en la formulación de políticas y los plazos de ejecución predecibles también pueden reducir la incertidumbre.

Asimismo, los países en desarrollo también deben aumentar los esfuerzos para desarrollar estrategias nacionales claras y enfocadas que aprovechen las tecnologías disponibles bajo licencias públicas, las que son de dominio público, y el uso de los conocimientos y los recursos locales.

Por último, cabe señalar que los retos de la innovación para el desarrollo sostenible suponen también una oportunidad prometedora para fortalecer las políticas y prácticas en la cooperación Sur-Sur en CTI. UNCTAD (2012) propone una serie de principios que podrían informar a las políticas en este sentido.

V. POLÍTICAS DE CTI Y PRIORIZACIÓN

Los países en desarrollo a menudo se enfrentan a varios retos de priorización de políticas de CTI. Uno de ellos es la evaluación del nivel de tecnología en el que el apoyo del sector público, y en particular el financiamiento, tienen la mayor repercusión. A menudo, el dilema de política se formula de la siguiente manera: ¿Merece la pena gastar fondos públicos en apoyo a la innovación en alta tecnología? La decisión se considera a menudo en relación con los problemas bastante comunes de la existencia de desempleo o empleo con bajos salarios y escaso valor añadido, teniendo en cuenta que los resultados de las políticas de CTI pueden ser ambiguos en términos de su impacto inmediato sobre los salarios y el empleo. Hay dos estrategias posibles y complementarias para lidiar con este problema. La primera consiste en centrar la política en proporcionar un medio favorable a la innovación, y no tanto en apoyar tecnologías específicas. Las empresas eligen en ese caso dónde y cómo innovar o absorber tecnologías apropiadas en función de su interpretación de las condiciones existentes en sus mercados. La segunda estrategia estriba en establecer un mecanismo de coordinación entre los responsables políticos y representantes de organismos de financiamiento, la educación y la industria, en un esfuerzo para coordinar y combinar sus actuaciones para que la CTI encaje adecuadamente en la estrategia de desarrollo.

Otro posible desafío para la política de CTI es la cuestión de si la política de innovación debe incluir la "selección de ganadores" entre las empresas y las industrias. Esta cuestión debe considerarse en términos de elección de un punto o posición dentro de un espectro de intervención gubernamental en el mercado y en los resultados sistémicos. El Gráfico 1.5 describe un marco para considerar el calado de tales políticas. En un extremo se encuentra el *laissez faire*. El centro está poblado por las políticas de apoyo a las condiciones marco y el financiamiento de I+D y la investigación que los intereses privados consideran demasiado arriesgados: los casos típicos de fallo del mercado que ocasionan niveles subóptimos de inversión en CTI. En el extremo opuesto se encuentran las políticas industriales y "selección de ganadores". Si se contrastan dichas políticas con las situaciones del mundo real parece que el *laissez faire* pueda ser una respuesta política aceptable cuando los mercados funcionan eficazmente y se dan las condiciones sistémicas adecuadas, por ejemplo la gobernanza y las relaciones interinstitucionales. El apoyo a las condiciones marco y el financiamiento de la CTI se corresponde con condiciones de menor o mayor presencia de fallos del mercado y las capacidades institucionales. La "selección de

ganadores" y una política industrial fuerte merecen ser considerados seriamente cuando un país se enfrenta a graves fallos, tanto sistémicos como de mercado.

Gráfico 1.5 Fortaleza de la política, mercado e instituciones



Los críticos de la política industrial argumentan que esta introduce distorsiones en el mercado. La disminución de la eficiencia de un mercado en la asignación de recursos crea problemas como escasez de productos, problemas de competitividad, restricciones de crédito o distorsiones en los precios, etc., con resultados globales negativos en términos de bienestar y crecimiento. Las políticas de sustitución de importaciones, apoyo a "campeones nacionales" no viables en sectores declarados prioritarios, industrias nacientes o monopolios estatales a menudo se destacan como malas prácticas. Sin embargo, tales discusiones y críticas son, con frecuencia, meramente académicas. En la práctica muchas economías desarrolladas practican con éxito algún tipo u otro de política industrial (Stiglitz, 2013). Los países en desarrollo pueden tener más posibilidades de beneficiarse de la aplicación de un cierto nivel de la política industrial que se adecue a su estrategia de desarrollo y a las aspiraciones de sus políticas de CTI. Es una política que se justifica en el hecho de que el desarrollo implica la transformación estructural y la diversificación económica, procesos que requieren la creación de nuevas ventajas comparativas, al menos en la misma medida que la explotación de las ventajas comparativas existentes y que involucran a las instituciones públicas en funciones que van más allá de los objetivos políticos, tales como la garantía de los derechos de propiedad, el cumplimiento de contratos y la estabilidad macroeconómica (Rodrik, 2004).

El tercer desafío es decidir sobre las preferencias temporales en cuanto a los efectos sobre el desarrollo, en términos de elección entre políticas con impacto a corto plazo y a largo plazo. UNCTAD (2014) ha sugerido que se debe perseguir ambos tipos de políticas de forma simultánea; aunque algunas políticas solo vayan a tener repercusiones a largo plazo. a continuación, se mencionan algunas políticas de impacto a corto plazo que buscan "cosechar la fruta de las ramas bajas".

El acceso a las TIC asequibles y de alta calidad y la conectividad es decisivo, en particular, para la facilitar la innovación en pymes y empresas emergentes. La realización de una auditoría institucional puede descubrir los obstáculos a la innovación de carácter regulatorio, jurídicos y

de conducta que pueden ser de naturaleza formal o informal. El aprovechamiento de las licitaciones públicas y de los proyectos de infraestructura y la mejora del acceso de las pymes a los contratos públicos puede estimular la innovación. Aumentar el apoyo a los centros de innovación e incubadoras en los institutos académicos y de investigación puede tener un impacto a corto plazo sobre el desarrollo de la capacidad humana, mientras que los resultados innovadores en sí mismos deben considerarse como un objetivo a medio plazo. Ajustar la oferta de graduados de la educación terciaria en consulta con los empleadores, ya sean del gobierno o de la industria, puede tener un impacto modesto a corto plazo que puede mejorar a medio plazo mediante la retroalimentación continua y la evolución de los vínculos entre universidades y sectores productivos. Asimismo, es fundamental comunicar claramente al público en general los resultados positivos obtenidos de estas iniciativas.

Por último, el desarrollo de la capacidad de las instituciones estatales para la formulación y aplicación de políticas de CTI representa en sí mismo un serio desafío. Se necesita desarrollar una profunda comprensión de los temas de CTI entre los decisores clave. Además, hace falta que entre los agentes participantes en el sistema de innovación exista un nivel suficiente de comprensión de los conceptos fundamentales de la política de CTI para que esta se pueda llevar a cabo con una perspectiva mínima de éxito. Con el fin de lograrlo, hay que dinamizar los flujos de conocimiento; la transferencia formal de conocimiento debe complementarse con la facilitación de la diseminación del conocimiento tácito y el aprendizaje experiencial mediante la colaboración entre las empresas, el mundo académico y el gobierno.

En último término y en cuanto a las repercusiones sobre el desarrollo, la clave es la consolidación de un sistema nacional de innovación cuyo éxito se debe medir por la mejora de la capacidad de aprendizaje y absorción tecnológica de las empresas e industrias nacionales y el aumento de los resultados de su actividad de innovación. Las acciones específicas con perspectiva a largo plazo pueden incluir el fortalecimiento de los recursos humanos a través de la educación en todas las etapas, la acumulación de una base de conocimiento científico y tecnológico del país, el estímulo a la cultura empresarial y el desarrollo de los vínculos entre los actores de la innovación. El fortalecimiento de la I+D y la innovación requerirá nuevos regímenes de financiamiento y apoyo técnico y comercial, en particular ayuda en la identificación de la tecnología y la experimentación empresarial. Otras acciones a largo plazo están concebidas al apoyo a la innovación sostenible o verde y al fomento de la cooperación internacional y regional en CTI.

Será fundamental favorecer ciertos cambios de mentalidad y de actitudes relacionadas con los flujos horizontales de información dentro de las empresas y las instituciones públicas y entre las mismas. También lo será fomentar una mejor comprensión de la naturaleza del riesgo y la incertidumbre en la innovación. Esto requerirá esfuerzos de comunicación pública persistentes y apoyados por el ejemplo de los decisores políticos. El desarrollo de un sistema de evaluación de los resultados de las políticas de CTI basado en la evidencia obtenida a partir de datos sobre los recursos de ciencia y tecnología nacionales, estadísticas de I+D y encuestas periódicas de innovación son actividades a largo plazo pero que también requieren compromisos inmediatos. Por último, el impacto social de la innovación, en términos de empleo, desigualdad o el impacto

diferencial sobre los medios de vida y el empoderamiento de hombres y mujeres requerirá un exhaustivo seguimiento y evaluación.

Material de lectura seleccionado

Science, innovation and the role of government, Institute of Public Affairs of Australia (2006)

The U. S. Government's Role in Science & Technology, Gomory (1992), Technology in Society, Volume 14.

The role of government and the contribution of science and technology, InterAcademy Council (2007) in Lighting the Way: Toward a Sustainable Energy Future.

Promoting Research and Development: The Government's Role, in Issues in Science and Technology 27, no. 4.

The Economics of Science: Interview with Terence Kealey, JR Minkel (2003) in Scientific American. Chapter 2: National Policies to Promote Technological Learning and Innovation; UNCTAD (2007) in The Least Developed Countries Report, UNCTAD/LDC/2007.

MÓDULO 1.5: LOS SISTEMAS NACIONALES DE INNOVACIÓN

0. INTRODUCCIÓN

El objetivo del módulo 1.5 es ampliar la discusión sobre los sistemas nacionales de innovación. Se analizan los principales retos y oportunidades para los políticos que adoptan un enfoque de SNI.

I. EL PAPEL DEL CONCEPTO DE SISTEMAS DE INNOVACIÓN EN LA POLÍTICA

Esta discusión sobre los *sistemas nacionales de innovación* (SNI) retoma el Módulo 1.2 y su presentación de la tecnología y la innovación y su relación con la economía del desarrollo y la macroeconomía. El Módulo 1.2 argumenta que el crecimiento económico y el desarrollo se basan cada vez más en las capacidades de las empresas y empresarios, así como en la capacidad de una economía para identificar y utilizar conocimientos y tecnologías de una manera cada vez más productiva y comercialmente viable. En otras palabras, el desarrollo económico depende de la capacidad de innovar.¹⁷

Esto nos lleva a la pregunta obvia: ¿cómo pueden las políticas públicas facilitar la innovación? La respuesta está estrechamente relacionada con la forma de ver y de entender los procesos económicos y sociales de las personas que elaboran las políticas. A menudo, estas seleccionan un conjunto práctico de hechos observables, o indicadores de innovación, y a continuación inferirán relaciones entre ellos. Este proceso crea un modelo de entorno socioeconómico nacional. La economía convencional tiene una fuerte preferencia por los factores-indicadores que cuentan con buenos datos, a menudo producidos por los servicios nacionales de estadística. Se evitan aquellos que son difíciles de medir o cuyas definiciones o conjuntos de datos son menos precisos. Por lo tanto, factores tales como las relaciones institucionales y la transferencia de conocimientos se evitan, a pesar de que son fundamentales para la comprensión de los procesos de innovación y la creación de políticas de apoyo.

La teoría y la política de SNI es útil en cuanto que añade un poco de complejidad necesaria. Su objetivo es comprender mejor qué causa las diferencias a menudo significativas entre los países en términos de su capacidad para innovar y, en consecuencia, para desarrollarse. Para responder a esta pregunta, Lundvall (1992) propone explorar los "*elementos y relaciones que interactúan en la producción, difusión y uso de conocimiento nuevo y económicamente útil*". En otras palabras, tenemos que comprender la intensidad y la calidad de las interacciones entre las instituciones como las empresas, establecimientos académicos y organismos gubernamentales. Como consecuencia, la investigación de políticas estableció dos líneas de investigación (Godin,

¹⁷ Está claro que hay un gran número de circunstancias que afectan al desarrollo y que quedan fuera del alcance de esta discusión, como la dotación de recursos financieros y naturales, el tamaño de los mercados y el potencial de las economías en desarrollo de escala, o circunstancias históricas, geográficas o climáticas y otras condiciones.

2007). La primera conllevó una investigación descriptiva de las instituciones nacionales de investigación, incluidas las normas y comportamientos institucionales, y de la organización y funcionamiento de los sistemas nacionales de innovación. La segunda línea de investigación se ocupó de cómo se crea y se transfiere el conocimiento, dando origen al concepto de la economía del conocimiento, y se centró en la capacidad de un sistema de innovación *"para garantizar el acceso oportuno por parte de los innovadores a las reservas pertinentes de conocimiento"* (David y Foray, 1995). Ambos puntos de vista son componentes de la teoría y la política de SNI.

II. DESARROLLO DE LA TEORÍA Y LA POLÍTICA DE SNI

La teoría y la política de los sistemas de innovación se inspira en varias fuentes que se remontan a economistas como Friedrich List, Thorstein Veblen y Joseph Schumpeter. List (1837) abogó por una política activa y explicó que *"... todo gobierno responsable debe esforzarse por eliminar los obstáculos que impiden el progreso de la civilización y debe estimular el crecimiento de las fuerzas económicas que una nación lleva en su seno"*. List (1841) también propuso que los intereses estratégicos nacionales y las aspiraciones de desarrollo necesitan ser el centro de las políticas económicas prácticas. Esto significó que *"... las naciones que se sienten capaces por sí mismas, debido a sus circunstancias morales, intelectuales, sociales, y políticas, de desarrollar una capacidad industrial propia deben adoptar un sistema de protección como el medio más eficaz para dicho propósito"*.

Veblen (1898) inició la escuela de la economía evolutiva al cuestionar la premisa de que los sistemas económicos tienden al equilibrio y que la economía puede llevarse a cabo como una ciencia que se asemeja a la ciencia física y mediante el uso de herramientas matemáticas análogas. Veblen sugirió que, en lugar de buscar el equilibrio, las economías evolucionan y se pueden describir mejor a través de una teoría dinámica de cambio y desarrollo. La economía evolutiva estudia la innovación como un fenómeno endógeno en una economía, que se produce como resultado de la interacción de los elementos dentro de un sistema, y analiza cómo surge la innovación, cómo se propaga a través de toda la economía y cómo, una vez que está ampliamente adoptada, crea condiciones para la innovación continua. Veblen (1915) se refirió a la experiencia de la industrialización alemana para proponer que la convergencia tecnológica, como resultado de políticas económicas activas, era posible. Veblen explica el dominio de *"... las artes industriales que ha llevado a la rehabilitación de un Estado dinástico en Alemania a una escala superior a lo que había sido posible en épocas anteriores, [y que] este avance tecnológico, no se creó en Alemania sino que se tomó prestado ... casi en su totalidad, de Inglaterra"*. El papel de Schumpeter en la comprensión de la innovación como un proceso evolutivo de la destrucción creativa se trata en el Módulo 1.3.

Otra fuente importante de la teoría SNI fue el diálogo en la OCDE y en su predecesora, la OECE, del papel económico de la ciencia. Encargada de la aplicación del Plan Marshall en la Europa posterior a la Segunda Guerra Mundial, la OECE / OCDE estaba preocupada por el uso eficaz de los recursos asignados, y en particular con la forma en que la ciencia podría acelerar el crecimiento económico. Estas preocupaciones llevaron a numerosas consultas con expertos, y a

una investigación de apoyo que se produjo entre finales de los años cincuenta y mediados de los ochenta, anterior a la teoría actual SNI. En ese momento, Europa estaba a la zaga de los Estados Unidos en cuanto a capacidad de convertir ciencia en crecimiento. El problema que se diagnosticó fue una relevancia insuficiente de la investigación científica para los objetivos de políticas económicas, y actividades de investigación fragmentadas que carecían de un objetivo común. Se consideró que la solución sería la mejora de los vínculos entre la academia, la industria y el gobierno con el fin de aumentar la relevancia de la investigación científica a su entorno económico (Godin, 2007), (OCDE, 1972).

Otro predecesor o fuente de la teoría SNI fue el estudio sobre el desarrollo económico de Japón, la República de Corea y Taiwán, Provincia de China y otras economías del sudeste asiático. El análisis se centró en el desarrollo de capacidades de absorción tecnológica en las empresas (Fagerberg y Godinho, 2005). Un factor clave del éxito fue la capacidad de financiar este desarrollo con el fin de aumentar la producción desde una perspectiva organizativa, tecnológica y de marketing. Como resultado, los elementos principales de un proceso de innovación estaban vinculados a un sistema de innovación implícito. La gran fuerza de las decisiones de política pública y la determinación en la implementación que desembocó en el éxito económico merece una importante mención (UNCTAD, 2014b y 2014c). En la práctica, para desarrollar de forma efectiva las capacidades para innovar conlleva explorar políticas industriales y la selección de ganadores en sectores e industrias. A menudo se le ha restado importancia a este hecho de política, ya que se considera contrario a la doctrina económica del *laissez-faire* promovido por muchos organismos internacionales que facilitan financiamiento y asistencia técnica a los países en desarrollo.¹⁸

Durante la década de 1990, la discusión teórica sobre el papel de la política en el conocimiento y la transferencia de tecnología entre las empresas y el mundo académico dio luz al concepto de sistema nacional de innovación. Con sus raíces en la economía evolutiva y después siguiendo los desarrollos de la nueva teoría del crecimiento (véase el Módulo 1.2), la teoría SNI sugiere que la innovación es un proceso sistémico y endógeno: se produce a través de la interacción de los conocimientos y de las instituciones en un entorno económico, social y político. La literatura académica ofrece muchas definiciones diferentes de sistemas de innovación (véase una muestra en el Recuadro 1.1).

Desde la década de 1990 en adelante, la teoría de SNI ha ampliado el alcance de los debates introduciendo nuevas instituciones y relaciones, como las redes de colaboración, los *clusters* de CTI, la sociedad civil y la innovación social, o la participación del usuario a través de la innovación abierta. También se alejó de considerar el gobierno como el principal dueño de la política e iniciador y paso a considerar el papel de las políticas públicas como uno de facilitación que promueve las distintas condiciones necesarias para la innovación. La teoría SNI, además, movió

¹⁸ Un excelente ejemplo es el clásico estudio del Banco Mundial (1993), *El milagro de Asia Oriental: Crecimiento Económico y Políticas Públicas* que explicaron que, "... las políticas ampliamente compartidas, favorables al mercado son la base del éxito económico de Asia oriental. La política industrial estrechamente definida, es decir, los intentos de lograr un crecimiento más rápido de la productividad mediante la alteración de la estructura industrial, en general no tiene éxito." Ver: <http://tinyurl.com/worldbank-miracle>.

el centro de las políticas de CTI de la academia y las instituciones de investigación hacia las empresas y los emprendedores.

Recuadro 1.1 Sistemas de innovación: Algunas definiciones

"... La red de instituciones en los sectores público y privado cuyas actividades e interacciones inician, importan, modifican y difunden nuevas tecnologías." (Freeman, 1987)

"... Los elementos y las relaciones que interactúan en la producción, difusión y uso de conocimiento nuevo y económicamente útil ... y están ubicados bien dentro o arraigados al interior de las fronteras de un Estado nación." (Lundvall, 1992)

"... El conjunto de instituciones cuyas interacciones determinan el comportamiento innovador de las empresas domésticas." (Nelson y Rosenberg, 1993)

"... El sistema nacional de innovación está constituido por las instituciones y las estructuras económicas que influyen sobre la velocidad y la dirección de los cambios tecnológicos en la sociedad." (Edquist y Lundvall, 1993)

"... El sistema de empresas privadas y públicas (ya sean grandes o pequeños), universidades y agencias gubernamentales destinadas a la producción de la ciencia y la tecnología que interactúan dentro de las fronteras nacionales. La interacción entre estas unidades puede ser técnica, comercial, legal, social y económica, en tanto que la meta de la interacción es el desarrollo, la protección, el financiamiento o la regulación de ciencia y tecnología nueva." (Niosi et al., 1993)

"... Las instituciones nacionales, sus estructuras de incentivos y de sus competencias, que determinan la velocidad y dirección del aprendizaje tecnológico (o el volumen y la composición de las actividades generadoras de cambios) en un país." (Patel y Pavitt, 1994)

"... Sistema de instituciones interconectadas para crear, almacenar y transferir conocimientos y habilidades y artefactos que definen las nuevas tecnologías." (Metcalfe, 1995)

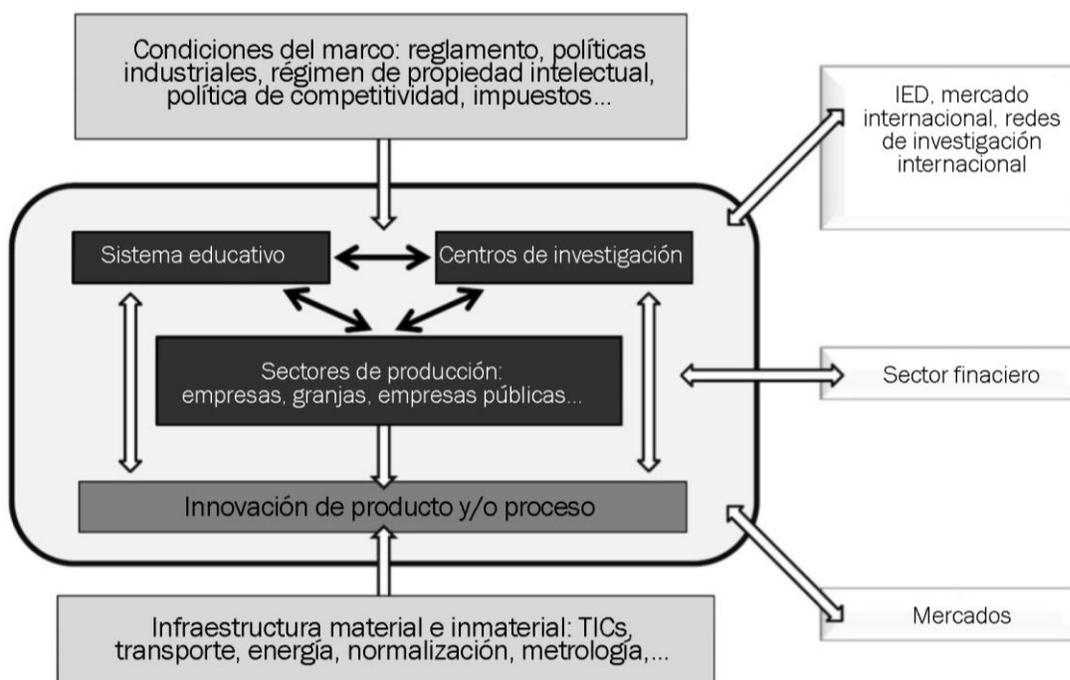
Fuente: UNCTAD, 2011

El Recuadro 1.2 describe varios elementos e interacciones fundamentales de un SNI típico. Incluso esta presentación simplificada de un SNI sugiere que la política de CTI es compleja y exigente en su diseño, ejecución y seguimiento. Esta política no solo se preocupa por el fortalecimiento de la "oferta" de conocimientos y tecnología, pero necesita también tener en cuenta la gestión de la "demanda", el uso que las empresas y entidades del sector público hacen del conocimiento y la tecnología en la producción de bienes y servicios. Para lograr esto, la política de CTI se preocupa profundamente por las interacciones entre estos dos lados y de los incentivos que presenta el entorno político y las realidades sociales y económicas.

El marco de SNI se han adoptado, con diversos grados de formalidad, en los países más desarrollados. Sin embargo, la adopción de un enfoque de SNI en los países en desarrollo es un fenómeno más reciente. Muchos de estos países están realizando sus primeros pasos, mientras

han experimentado un arranque lento con políticas que se enfrentan a la dificultad de ir más allá de declaraciones y aplicarlas en la práctica. Las razones son tan variadas como las circunstancias económicas y sociales. Sin embargo, al igual que la innovación se produce en un entorno específico, un SNI tiene su propio entorno nacional que permite o no su éxito. Hay varios factores clave: una buena gobernanza, capacidades institucionales y una suficiente estabilidad macroeconómica. Los flujos de conocimiento, así como los vínculos comerciales y de inversión deben ser desarrollados. Otra característica clave de un entorno favorable a la innovación es la presencia de una cultura empresarial que acepta el riesgo, y el fracaso comercial y de la innovación como eventos necesarios en los procesos de innovación. Por último, un SNI efectivo sólo puede existir donde y cuando la estrategia nacional de desarrollo económico ha evolucionado y se reconoce el papel de la ciencia, la tecnología y la innovación.

Recuadro 1.2 Elementos de un sistema nacional de innovación



Fuente: UNCTAD, 2011

III. RETOS SNI: CAMBIO DE MENTALIDAD

El desarrollo de un SNI implica la coevolución de las capacidades de los distintos actores socioeconómicos, así como del entorno en el que evolucionan e interactúan. Muchos países tienen dificultades para iniciar una dinámica virtuosa intrínseca a estos procesos de coevolución. Los ciclos políticos son generalmente más cortos que el tiempo necesario para el desarrollo de un SNI. Esto plantea serios desafíos como el establecimiento de un contrato social amplio y las estrategias nacionales de desarrollo, de las que el SNI forma parte, tendrán que ser capaces de subordinar los ciclos electorales y políticos. Los países todavía tienen que hacer frente a esto con los recursos y los legados naturales e históricos que tienen. También tienen que desenvolverse

en un entorno normativo internacional que desfavorece políticas intervencionistas o activistas y ajustarse a funcionar dentro espacios de políticas más restringidos. Por último, los países en desarrollo se enfrentan a un ritmo acelerado de cambio tecnológico que incrementa la necesidad de invertir en capital humano (Fagerberg y Godinho, 2005).

Tras décadas donde las economías de libre mercado eran consideradas como el ideal económico, puede ser difícil que los formuladores de políticas de países en desarrollo, y en particular sus asesores económicos que fueron educados en estas teorías económicas, revisen sus conocimientos y prejuicios, y reconsideren lo que propone la perspectiva de SNI. El problema general, como Hirschman señaló y como se discute en el Módulo 1.2, es que los mercados libres, incluidos los de mano de obra, han tenido un bajo desempeño en el fomento de procesos de aprendizaje interactivo y de transferencia de conocimiento tácito. Esto no quiere decir que estos procesos estén ausentes, pero serán más débiles, *ceteris paribus*, en la ausencia de relaciones de largo plazo, fuera del mercado, basadas en una historia y cultura común, en una tradición industrial, en la lealtad y la confianza. Una economía de mercado perfectamente competitiva conformada por individuos orientados a resultados a corto plazo, que son adversos al riesgo y responden con adaptaciones en lugar de grandes innovaciones se traducirá en economías estancadas. En la práctica, es difícil de encontrar muchas de estas economías entre los países desarrollados. Una buena mayoría ha explorado y asimilado muchas nociones del SIN, desarrollando mecanismos de apoyo más o menos formales para su SNI y coordinando sus políticas explícitas e implícitas de CTI.

IV. RETOS DEL SNI: LA POLÍTICA BASADA EN LA EVIDENCIA

Un reto importante para la política de SNI es la medición de la capacidad innovadora de una economía de una manera que permita evaluar las políticas públicas de CTI y realizar ajustes y correcciones. El éxito de la política depende del desarrollo de un conjunto de indicadores medibles. Estos suelen abordar la creación de conocimientos, el desarrollo de recursos humanos, la financiación, la transferencia y difusión de tecnología, la colaboración internacional y los resultados comerciales.

Los indicadores pueden hacer referencia al nivel de desarrollo económico general expresado como PIB. Un indicador frecuentemente citado es el gasto en I+D, ya sea per cápita o como porcentaje del PIB. Este indicador es un buen ejemplo de tres problemas específicos que los políticos necesitan abordar constantemente, para ser conscientes del contexto y las limitaciones de dicha medición. El primero es que la I+D el gasto per cápita o como porcentaje del PIB es un componente del proceso de innovación, no es un resultado, y si dicho indicador aumenta no debe inferirse que la política ha tenido éxito. El segundo es que la I+D tiene diferentes intensidades en diferentes sectores e industrias. Las evaluaciones que citan promedios de inversión en I+D no reflejan la verdadera naturaleza o el alcance de las actividades innovadoras. Los números solo son significativos cuando se leen en el contexto de la estructura sectorial de la economía nacional; la balanza de servicios, la agricultura, la industria, o sectores de la minería y la energía, la proporción de empresas grandes y pequeñas, y sus relaciones con los socios comerciales

(Nahan y Quirk, 2006). El tercer problema es que la dirección de la causalidad puede ser malinterpretada, en este caso, que un aumento en el gasto de I+D generará innovación y estimulará el crecimiento. Desafortunadamente, la complejidad de la mayoría de las economías nacionales no puede corroborar tal simplificación. Un gasto público en I+D alto o en alza puede ser resultado de un proceso de crecimiento y el desarrollo y no al revés. El análisis que Sveikauskas (2007) realiza de la economía estadounidense concluye que la universidad y la investigación del gobierno a menudo generan retornos económicos muy bajos y en su mayoría contribuyen indirectamente al crecimiento económico, sólo y cuando las empresas privadas deciden comercializar resultados de investigación.

Un problema de medición similar se observa en el campo de la educación (Pritchett, 2001). El éxito de la política puede ser mal interpretado si se considera el número de graduados en los distintos niveles y tipos de educación y formación profesional, y los resultados de las pruebas. El capital humano que crea la educación solo es un insumo en los procesos económicos y de innovación. Su contribución al crecimiento y el desarrollo depende de un número de factores. Los factores que tienen mayor influencia son la implementación de una estrategia nacional de desarrollo bien articulado con el apoyo de políticas auxiliares para la financiación del desarrollo y las CTI, el ajuste del capital humano a las necesidades actuales y futuras de la economía, y una evaluación objetiva y verificable de la calidad educativa en términos tanto de insumos como de resultados. A falta de éstos, la inversión en educación puede generar rendimientos modestos y puede ralentizar el crecimiento económico. Una manifestación típica de dicha escasa coordinación política es la migración de jóvenes educados y capacitados.

Los datos que se utilizan regularmente en el trabajo político, a menudo hacen referencia al tamaño y la calidad de los insumos en los procesos de innovación. Ejemplos típicos serían los egresados de los sistemas de educación secundaria y terciaria, patentes presentadas, el número de investigadores empleados, porcentaje del PIB gastado en actividades de I+D o trabajos académicos publicados por investigadores nacionales. Ejemplos de tales intentos de medir los resultados de innovación son el Índice de Innovación Global¹⁹ de la Universidad de Cornell-INSEAD-OMPI, el Índice de Innovación Bloomberg²⁰, el Índice de Innovación en las regiones de América²¹ o el Cuadro de Indicadores de Innovación de la Unión Europea²². Como referencia a para la medición de la innovación, a menudo se citan el *Manual de Frascati* y el *Manual de Oslo* de la OCDE, que guían la recolección de datos nacionales sobre la I+D y, más en general, las encuestas de ciencia y tecnología del Instituto de Estadística de UNESCO (UIS), y la recopilación a nivel de empresa de datos sobre las actividades de innovación. El *Manual de Frascati*, por su propia naturaleza, se centra en los insumos. El *Manual de Oslo* se centra en la innovación de las empresas y no examina cambios macroeconómicos tales como la aparición de nuevos mercados, el desarrollo de nuevos bienes intermedios o servicios, o cambios en las estructuras y operaciones en los sectores industriales.

¹⁹ www.globalinnovationindex.org

²⁰ www.bloomberg.com/graphics/2015-innovative-countries/

²¹ www.statsamerica.org/innovation/

²² http://ec.europa.eu/growth/industry/innovation/facts-figures/scoreboards/index_en.htm

La idea de que los datos sobre los resultados de, y no solo sobre insumos a, la innovación pueden mejorar el desarrollo y la gestión de la política está generalmente reconocida. Por ejemplo, el Cuadro de Indicadores de Innovación de la UE evalúa los resultados de la innovación midiendo el nivel de empleo en "empresas de rápido crecimiento en sectores innovadores" o las "ventas de innovaciones nuevas para el mercado o nueva para la empresa". Además, es útil poder aprovechar las señales que arrojan estas métricas a nivel de empresa. Esto requiere el desarrollo de una comprensión de la fuerza de los resultados de innovación y cómo se relacionan con la toma de riesgos empresariales. El Recuadro 1.3 presenta una posible perspectiva sobre este tema.

Recuadro 1.3 Niveles de riesgo en innovación, acciones y resultados

Nivel de riesgo		→ Riesgo alto	
	Acción de riesgo	• Inversión en conocimiento y tecnologías emergentes	
		<i>Resultado de la innovación</i>	▫ <i>Desarrollo de nuevos productos y mercados</i>
		<i>Resultado de la innovación</i>	▫ <i>Desarrollo de nuevas modelos/plataformas empresariales</i>
Nivel de riesgo		→ Riesgo medio	
	Acción de riesgo	• Inversión en tecnologías y conocimientos actuales	
		<i>Resultado de la innovación</i>	▫ <i>Diferenciar un producto o servicio</i>
		<i>Resultado de la innovación</i>	▫ <i>Penetrar en industrias y mercados existentes</i>
Nivel de riesgo		→ Riesgo bajo	
	Acción de riesgo	• Inversión en tecnologías comunes	
	Acción de riesgo	• Inversión en sistemas de rendimiento que incentiva la identificación y la implementación de conocimiento y tecnologías apropiadas	
		<i>Resultado de la innovación</i>	▫ <i>Extensiones y mejoras de líneas de producto</i>
		<i>Resultado de la innovación</i>	▫ <i>Mejora de procesos empresariales</i>

La medición también exige adoptar un enfoque dinámico que permita que todo cambio de los ratios que relacionan a los indicadores indique si hay una aceleración o desaceleración de la innovación, por ejemplo:

- Cambio en el ratio de ventas de nuevos productos y servicios respecto a los productos y servicios existentes;
- Cambio en el ratio de los beneficios generados por los nuevos productos y servicios en comparación con los productos y servicios existentes;

- Cambio en la proporción de clientes para los nuevos productos y servicios en comparación con el número de clientes para los productos antiguos;
- Cambio en nuevas capacidades tecnológicas respecto a los flujos de transferencia de tecnología.

Se pueden considerar además otras facetas de medición. Una de ellas es la sostenibilidad de una innovación, tanto en términos de la duración del ciclo del producto como de sus posibilidades para pasar de innovación disruptiva a innovación incremental, así como la sostenibilidad desde una perspectiva ambiental. Otro indicador es el cambio en la proporción de clientes reincidentes o la lealtad del cliente. A escala macroeconómica, estos indicadores pueden ser de vital importancia para los países donde el sector del turismo o de los servicios sean de gran tamaño. Por último, el crecimiento de un mercado o de la cuota de mercado de nuevos productos y servicios es un indicador fundamental de la innovación.

V. OPORTUNIDADES QUE OFRECE EL SNI

La toma de decisiones de políticas en materia de CTI utilizando un marco basado en la economía del conocimiento brinda varias oportunidades y ventajas positivas:

- Una perspectiva SNI puede guiar a los encargados de formular políticas a examinar en profundidad las relaciones entre la CTI y la sociedad;
- Desalienta la reflexión lineal sobre la innovación;
- Un enfoque SNI promueve el reconocimiento de la importancia económica de los conocimientos, los flujos de conocimiento y las instituciones del conocimiento;
- Introduce como objetivo de las políticas la transferencia de conocimientos tácitos, además del conocimiento codificado y el aprendizaje en general a través de la educación formal;
- Un marco de SNI es, por definición, un enfoque en el que participan múltiples actores y, por tanto, crea oportunidades para promover el consenso y movilizar a los distintos actores nacionales para el logro de los objetivos de desarrollo;
- Puede aumentar el espacio de políticas mediante la adopción de objetivos de política encaminados a ayudar a las empresas a mejorar sus capacidades de absorción de conocimientos y tecnologías y facilitar el funcionamiento de la red de instituciones y los vínculos que constituyen el SNI;
- Puede alentar el examen de las posibilidades que ofrece la diversificación económica y la competitividad, y reaviva el debate sobre nuevos enfoques de la política industrial, permitiendo con ello que la formulación de políticas no se circunscriba únicamente a cuestiones monetarias, comerciales y financieras;
- Una perspectiva SNI ofrece una representación más realista de los procesos de desarrollo, ya que considera que la innovación está inextricablemente ligada a la realidad del desarrollo económico y social y constituye una guía que permite a los responsables políticos identificar los puntos de apoyo o los vínculos débiles que puedan ser susceptibles de figurar en las políticas.
- Permite aprender de la experiencia de otros sistemas nacionales de innovación.

La teoría sobre SNI aporta a la política de CTI una dimensión histórica y una idea del desarrollo nacional, y reconoce que las empresas, las universidades y las instituciones públicas son otras tantas partes interesadas en la CTI de un entorno, no solo económico, sino también social, político y cultural. La teoría destaca la importancia de la proximidad física y la localización geográfica. Las interacciones y los flujos de conocimiento entre los actores de la CTI están muy influidos por la proximidad, aun cuando las TIC y el acceso a la banda ancha pueden compensar cada vez más la lejanía física. En términos más generales, en una perspectiva SNI se propugna la existencia de actores que persiguen sus intereses en un entorno cognitivo que define la naturaleza y las modalidades del aprendizaje y los flujos de conocimientos formales y tácitos, así como la adquisición de conocimientos y su difusión. En este sentido, la teoría del SNI está abierta a la inclusión de los que pueden considerarse, en sentido estricto, agentes y elementos no económicos en las políticas en materia de CTI.

La formulación de políticas en materia de CTI sobre la base del SIN obliga a adquirir conocimientos cualitativos sobre el entorno de la innovación local o nacional, además de una información estructurada que pueda ser tratada estadísticamente. Detrás de la consistencia factual de los datos económicos y las estadísticas siempre hay un relato que describe los orígenes y las causas de la actual situación y la naturaleza de la percepción que las distintas partes interesadas tienen una de otra y como se ven y entienden a sí mismas. Por ejemplo, en un país determinado, una importante pregunta que podría formularse es la siguiente: ¿cuál es la naturaleza de la relación entre su Ministerio de Comercio y su Cámara de Comercio y cómo ha evolucionado a lo largo de los años? ¿Tienen ideas comunes sobre las políticas, desarrollan actividades conjuntas o participan conjuntamente en la formulación de políticas o en su aplicación? ¿Cómo perciben sus respectivas labores y contribuciones a la sociedad? ¿Es habitual una comunicación no jerárquica, informal y horizontal? En caso negativo, ¿cuáles son los motivos por los que se ha llegado a la situación actual?

La perspectiva del SNI pone de relieve la importancia de la innovación como fuente de competitividad dinámica y no se limita estrictamente a estudiar las ventajas comparativas y la eficiencia de asignación de recursos en cuanto pilares de la política de desarrollo. También sitúa la cuestión de la transferencia internacional de tecnología y de los derechos de propiedad intelectual en su justo lugar, por cuanto se trata de dos de los múltiples aspectos y herramientas de las políticas. Las políticas en materia de SNI pueden ayudar a reorientar las políticas de fomento de las capacidades tecnológicas y las capacidades de absorción, que constituyen los cimientos que permiten identificar, adquirir, entre otras cosas mediante la transferencia desde el extranjero y el uso de instrumentos de derechos de propiedad intelectual, adaptar y comercializar los conocimientos y las tecnologías innovadoras.

Las cuestiones macroeconómicas aparecen en la teoría del SNI al examinar los vínculos entre una empresa y su entorno microeconómico y la esfera macroeconómica. Como se analizó en el Módulo 1.3, un entorno macroeconómico volátil e inestable es una fuente de incertidumbre y en la mayoría de los casos sus efectos son opuestos a los previstos en las políticas concebidas para estimular la innovación. Es importante comprender la dinámica macroeconómica internacional y

nacional y los cambios consiguientes, porque pueden suponer otras tantas oportunidades, y restricciones, favorecedoras del proceso de la política de innovación y el proceso de innovación de un país.

Material de lectura seleccionado

National innovation systems, capabilities and economic development. Jan Fagerberg and Martin Srholec (2007). Centre for Technology, Innovation and Culture, University of Oslo, TIK Working Paper on Innovation Studies 20071024.

National innovation system: The System approach in Historical Perspective. Benoit Godin (2007). National Innovation Systems Overview and Country Cases. Stephen Feinson (2003).

REFERENCIAS

Arrow KJ (1962). The economic implications of learning by doing, *The Review of Economic Studies* (Oxford Journals) 29 (3).

Bernanke (2011). Promoting Research and Development: The Government's Role, in *Issues in Science and Technology* 27, no. 4.

Brynjolfsson E and McAfee A (2012). *Race Against The Machine: How The Digital Revolution is Accelerating Innovation, Driving Productivity, and Irreversibly Transforming Employment and the Economy*, Research Brief, MIT Sloan School of Management.

Bush V (1945). *Science - The Endless Frontier*, A Report to the President by Vannevar Bush, Director of the Office of Scientific Research and Development.

Caballero RJ and Hammour ML (2000). *Creative Destruction and Development: Institutions, Crises, and Restructuring*, NBER Working Paper No. 7849.

Cassel G (1924). *Capital and Income in the Money Economy*.

Christensen CM (1997). *The innovator's dilemma: when new technologies cause great firms to fail*. Boston, Massachusetts, USA, Harvard Business School Press.

Cornell University, INSEAD, and WIPO (2013). *The Global Innovation Index 2013*. <https://www.globalinnovationindex.org/>

Datta A, Reed R, Jessup L (2013). *Commercialization of Innovations: An Overarching Framework and Research Agenda*. Cleveland State University, Business Faculty Publications.

David P and Foray D (1994). *Assessing and Expanding the Science and Technology Knowledge Base*. Input for the OECD Working Group on Innovation and Technology Policy. DSTI/STP/TIP(94)4.

Domar E (1946). *Capital Expansion, Rate of Growth, and Employment*. *Econometrica* 14 (2).

Drucker P (2002). *The Discipline of Innovation*, Harvard Business Review.

Edgerton D (2004). *The linear model did not exist*; in Grandin K and Wormbs N (eds), *The Science–Industry Nexus: History, Policy, Implications*. Watson (2004).

Edquist C and Lundvall B-A (1993). *Comparing the Danish and Swedish Systems of Innovation*, in Nelson, RR (ed.) *National Innovation Systems; A comparative analysis*. Oxford University Press, Oxford.

Fagerberg J and Godinho M (2005). *Innovation and Catching-Up*. In *The Oxford Handbook of Innovation*, Oxford University Press.

Fagerberg J, Srholec M (2007) *National innovation systems, capabilities and economic development*. Centre for Technology, Innovation and Culture, University of Oslo, TIK Working Paper on Innovation Studies 20071024.

Feinson S (2003). *National Innovation Systems: Overview and Country Cases*. The Consortium for Science, Policy & Outcomes, Arizona State University.

Freeman C (1987). *Technology and Economic Performance: Lessons from Japan*. Pinter, London.

Godin B (2007). *National Innovation System: The System Approach in Historical Perspective*. Published in *Science, Technology, and Human Values*, vol. 34, no 4, 2009, p. 476-501.

Godin B (2008). *Innovation: The History of a Category*.

Gomory (1992). *The U. S. Government's Role in Science & Technology, Technology in Society, Volume 14*.

Gordon RJ (2012). *Is US economic growth over? Faltering innovation confronts the six headwinds*. NBER Working Paper 18315, <http://www.nber.org/papers/w18315>

Grossman GM and Helpman E (1991). *Innovation and Growth in the Global Economy*, Cambridge, MA: MIT Press.

Haragadon (2011). *The business of innovating: Bringing low-carbon solutions to market*, Center for Climate and Energy Solutions, 2011.

Harrod RF (1939). *An Essay in Dynamic Theory*. *The Economic Journal* 49 (193).

Hirschi C (2013). *The Organization of Innovation - The History of an Obsession*.

Hirschman A (1970). *Exit, Voice and Loyalty*.

Hulten C and Isaksson A (2007). *Why Development Levels Differ: The Sources of Differential Economic Growth in a Panel of High and Low Income Countries*, NBER Working Paper No. w13469.

Institute of Public Affairs of Australia (2006). *Science, innovation and the role of government*.

InterAcademy Council (2007). *The role of government and the contribution of science and technology, in Lighting the Way: Toward a Sustainable Energy Future*. <http://www.interacademycouncil.net/File.aspx?id=24548>

Kahneman D (2011). *Thinking, Fast and Slow*.

Kealey T (1996). *The Economic Laws of Scientific Research*.

Kelly MJ (1950). *The Bell Telephone Laboratories – An Example of an Institute of Creative Technology*. *Proceedings at the Royal Society, London*.

Knight F (1921). *Risk, Uncertainty and Profit*.

Krippner G (2005). *The financialization of the American economy*. *Socio-Economic Review*, Volume 3, Issue 2, Oxford University Press.

List F (1837). *The Natural System of Political Economy*. <http://tinyurl.com/list-natursys>

List F (1841). *Das National System der politischen Oekonomie*. English translation: <http://socserv2.socsci.mcmaster.ca/~econ/ugcm/3ll3/list/national.html>

Lucas RE (1988). *On the mechanics of Economic Development*, *Journal of Monetary Economics* 22.

Lundvall B-A, Eds. (1992). National Systems of Innovation: Towards a Theory of Innovation and Interactive Learning. London: Pinter.

Lundvall B-A, Eds. (2010). National Systems of Innovation, Anthem Press.

Mees CEK (1950). The Organization of Industrial Scientific Research. McGraw-Hill, New York.

Merton RK (1942). Science and Technology in a Democratic Order, *Legal Political Sociology*, Nr. 1.

Metcalfe JS (1995). The economic foundations of technology policy: equilibrium and evolutionary perspectives. In Stoneman, P (ed.), *Handbook of Economics of Innovation and Technology Change*. Blackwell, Oxford.

Metcalfe JS (2010). Technology and economic theory. *Cambridge Journal of Economics*, 34 (1).

Nahan M and Quirk T(2006). Evidence from small Finnish high-tech firms. *European Planning Studies*, 18, 1057–1076.

Nelson RR and Rosenberg N (1993). Technical Innovation and National Systems, in Nelson, RR (ed.), *National Systems of Innovation: A Comparative Analysis*. Oxford University Press, Oxford.

Niosi J et al. (1993). National Systems of Innovation: in search of a workable concept, *Technology in Society*, 15 (2): 207-27.

OECD (1972). *The Research System*, Volume 1.

OECD (2006). *The World Economy: A Millennial Perspective* .

OECD (May 2012). *Innovation for Development*.

Patel P and Pavitt K (1994). The Nature and Economic Importance of National Innovation Systems. *STI Review* , 14: 9–32, OECD, Paris.

Polanyi M (1966). *The Tacit Dimension*. University Of Chicago Press; Reissue edition (2009).

PrCTihett L (2001). Where Has All the Education Gone? *World Bank Economic Review*, 15 (3): 367-391.

Romer PM (1990). Endogenous Technological Change, *Journal of Political Economy* 98.

Romer PM (1986). Increasing returns and long-run growth, *Journal of Political Economy* 94.

Rostow WW (1960). *The Five Stages of Growth - A Summary*, *The Stages of Economic Growth: A Non-Communist Manifesto*. Cambridge University Press.

Schumpeter JA (1911). *The Theory of Economic Development*.

Schumpeter JA (1939). *Business Cycles: A Theoretical, Historical, and Statistical Analysis of the Capitalist Process*.

Schumpeter JA (1942). *Capitalism, Socialism and Democracy*.

Simon Kuznets (1971). Nobel prize lecture, 11 December 1971.

Solow RM (1956). A Contribution to the Theory of Economic Growth, *Quarterly Journal of Economics*.

Solow RM (1957). Technical change and the aggregate production function. Review of Economics and Statistics (The MIT Press).

Solow RM (1987). We'd better watch out. New York Times Book Review, July 12.

Stiglitz JE, Lin JY and Monga C (2013). The Rejuvenation of Industrial Policy, The World Bank Development Economics Vice Presidency, Office of the Chief Economist, Policy Research Working Paper 6628.

Sveikauskas L (2007). R&D and Productivity Growth: A Review of the Literature, Government of the United States of America - Division of Productivity Research, Bureau of Labor Statistics Working Paper 408.

Swan TW (1956). Economic growth and capital accumulation. Economic Record (Wiley) 32 (2).

The Economist (2013). Has the ideas machine broken down? <http://tinyurl.com/broken-idea-machine>.

UN System Task Team (2011). Science, technology and innovation for sustainable development in the global partnership for development beyond 2015.

UNCTAD (2007). The Least Developed Countries Report, UNCTAD/LDC/2007.

UNCTAD (2011). A Framework for Science, Technology and Innovation Policy Review, UNCTAD/DTL/STICT/2011/7.

UNCTAD (2012). Technology and Innovation Report 2012: Innovation, Technology and South-South Collaboration. United Nations publication. New York and Geneva (UNCTAD/TIR/2012).

UNCTAD (2013a). Trade and Development Report, UNCTAD/TDR/2013.

UNCTAD (2013b). Handbook of Statistics, TD/STAT.38; <http://unctad.org/en/pages/newsdetails.aspx?OriginalVersionID=673>

UNCTAD (2014a). Science, technology and innovation policy review of Oman.

UNCTAD (2014b). Studies in Technology Transfer: Selected cases from Argentina, China, South Africa and Taiwan Province of China, UNCTAD/DTL/STICT/2013/7.

UNCTAD (2014c). Transfer of technology and knowledge-sharing for development: Science, technology and innovation issues for developing countries, UNCTAD/DTL/STICT/2013/8.

UNCTAD (2015). Trade and Development Report, UNCTAD/TDR/2015.

Veblen T (1898). Why is economics not an evolutionary science?, Quarterly Journal of Economics

.

Veblen T (1915). Imperial Germany and the Industrial Revolution.

World Bank (2010). Innovation Policy: A Guide for Developing Countries.