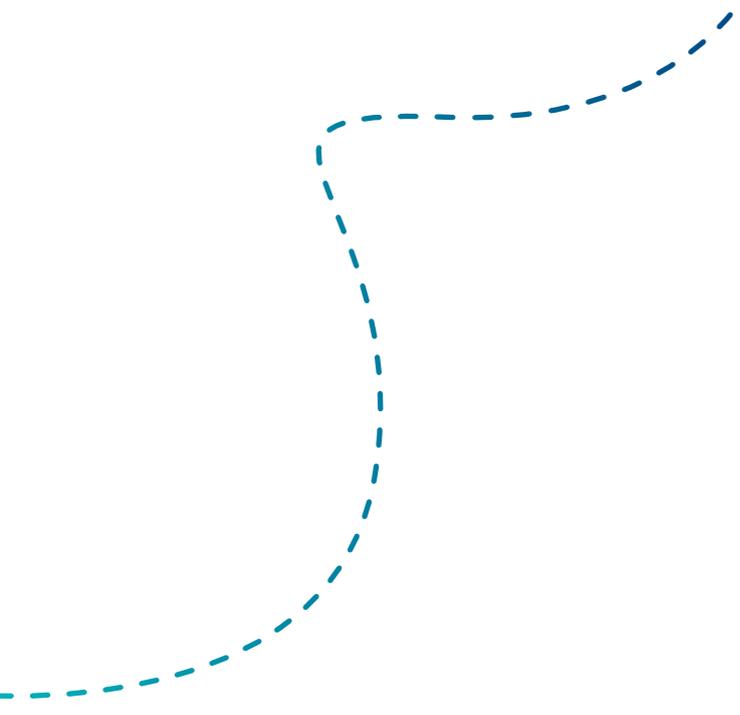




# **FORTALECIMIENTO DEL SISTEMA NACIONAL DE INNOVACIÓN DE COSTA RICA COMO ELEMENTO CLAVE PARA LA MEJORA DE LA PRODUCTIVIDAD Y EL CRECIMIENTO ECONÓMICO<sup>1</sup>**

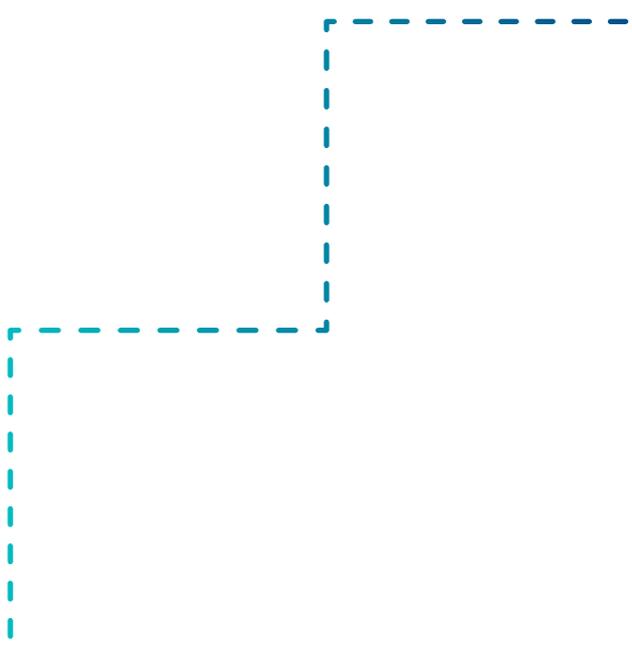
Informe final

Ricardo Monge González<sup>2</sup>



<sup>1</sup> Este informe es el resultado de un proyecto con el mismo nombre, auspiciado por la Fundación Konrad Adenauer y la Academia de Centroamérica. El autor agradece los valiosos comentarios de Eduardo Lizano y Gloriana Ivankovich de la Academia de Centroamérica; y de Olman Segura, Keynor Ruiz y Jeffrey Orozco de CINPE/UNA. Así como el apoyo de Jonathan Menuhin del Instituto de Innovación y Gil Avnimelech del Ono Academic College, ambos de Israel, por su valiosa guía para el estudio del Sistema Nacional de Innovación de este país.

<sup>2</sup> Profesor e investigador en LEAD University, consultor internacional e investigador asociado de la Academia de Centroamérica, la Fundación CAATEC y el Programa Estado de la Nación ([rmonge@caatec.org](mailto:rmonge@caatec.org)).





*Cualquier política eficiente requiere de mecanismos para obtener información sobre las limitaciones que enfrentan los mercados y, por lo tanto, una estrecha colaboración entre el gobierno y el sector privado. Así, se requiere construir un sistema de descubrimiento acerca de estas necesidades. Es decir, un apropiado sistema de colaboración y coordinación estratégica.*

Dani Rodrik, 2008

---

*Los principales retos socioeconómicos, tales como el cambio climático y el envejecimiento de la población, requieren un Estado activo y hacen que la necesidad de entender cuál es su papel dentro de una cooperación público-privada sea más importante que nunca.*

Foray et al., 2012

---

*A menos que desafíemos los numerosos mitos referentes al desarrollo económico y abandonemos las visiones convencionales del papel del Estado, no podemos aspirar a afrontar los retos estructurales del siglo XXI ni a producir el cambio tecnológico y organizativo que necesitamos para garantizar el crecimiento sostenible y equitativo en el largo plazo.*

Mazzucato, M., 2014

# FORTALECIMIENTO DEL SISTEMA NACIONAL DE INNOVACIÓN DE COSTA RICA COMO ELEMENTO CLAVE PARA LA MEJORA DE LA PRODUCTIVIDAD Y EL CRECIMIENTO ECONÓMICO

## *Breve resumen*

En el estudio en referencia se ha argumentado que la innovación es un factor clave para aumentar la productividad, el crecimiento y el bienestar de cualquier economía. La innovación incluye tanto el desarrollo de tecnologías / procesos nuevos y disruptivos (innovaciones de alto orden) como pequeñas alteraciones marginales de las tecnologías y procesos existentes (innovaciones de bajo orden). La evidencia empírica muestra que las innovaciones de bajo orden, si se distribuyen ampliamente en todas las actividades productivas de un país, pueden fomentar aumentos de productividad y el crecimiento económico a niveles similares a las de las innovaciones de alto orden (Trajtenberg, 2006). Las innovaciones de alto orden tienden a surgir de grandes inversiones en I+D y tienden a ser de alta tecnología, mientras que las innovaciones de bajo orden tienden a ocurrir en sectores de la economía más tradicionales y pueden generar valor si se producen de manera amplia. Las innovaciones son esenciales para desarrollar ventajas competitivas dinámicas, tanto las innovaciones tecnológicas (productos, servicios o procesos nuevos o mejorados) como las innovaciones no tecnológicas (nuevas o mejoradas formas de organización de la empresa y comercialización de bienes y servicios) y así potenciar el crecimiento económico.

Debido a lo anterior, el debate sobre cuales políticas y marcos institucionales son los más apropiados para la promoción del esfuerzo innovador, está tomando cada día un papel más relevante a nivel mundial. De hecho, la Organización para la Cooperación y el Desarrollo

Económicos (OCDE, 2018) ha señalado que la mejora permanente de las capacidades nacionales de innovación y, por tanto, de la productividad, son elementos claves para lograr un crecimiento económico que permita alcanzar estándares de países de alto ingreso per cápita.

La innovación y la tecnología, por otra parte, son procesos sistemáticos y económicos -i.e. empresariales (Fagerberg, 2005). La innovación emerge de la interacción continua entre las empresas, sus suplidores y clientes, y actores externos como las universidades o centros de investigación y desarrollo (I+D). Las empresas no llevan a cabo las actividades de innovación de manera aislada, sino dentro de redes; por ende, estas actividades dependen altamente del entorno externo a nivel sectorial, regional y nacional. El término "sistema nacional de innovación" (SNI) caracteriza las interdependencias sistemáticas dentro de un país, que influyen en los procesos de adopción, creación, difusión y uso de conocimiento en una economía.

El enfoque de los SNI se centra en los factores específicos de cada país que influyen en el proceso de cambio tecnológico y, por ende, del cambio estructural de la economía. El estudio de los SNI es importante porque tales factores contribuyen a los procesos competitivos de las empresas y, en consecuencia, al desempeño económico de una nación en su conjunto. El enfoque de los SNI supone que las capacidades innovadoras de una empresa dependen de su capacidad para comunicarse e interactuar

**Los SNI pueden definirse, en términos generales, como todas las organizaciones económicas, políticas y sociales que afectan las actividades de aprendizaje, búsqueda y exploración de las empresas privadas y entidades públicas relacionadas con el aumento de la productividad nacional.**

con una variedad de fuentes externas de conocimiento (por ejemplo, empresas competidoras, proveedores, usuarios, institutos científicos, otras organizaciones de apoyo, etc.), así como de la capacidad de coordinar una variedad de fuentes de conocimiento interdependientes dentro de la propia empresa (por ejemplo, I+D, producción, marketing/ventas).

Los SNI pueden definirse, en términos generales, como todas las organizaciones económicas, políticas y sociales que afectan las actividades de aprendizaje, búsqueda y exploración de las empresas privadas y entidades públicas relacionadas con el aumento de la productividad nacional.

El SNI incluye, entre otros, a las universidades y organismos de investigación de una nación, el sistema financiero, sus políticas monetarias y la organización interna de las empresas privadas. Un sistema de innovación está compuesto por los elementos y las relaciones que interactúan en la adopción, producción, difusión y uso de conocimiento -local e importado- nuevo y útil desde el punto de vista económico (Lundvall, 1992).

Costa Rica es un país de ingreso medio-alto que se encuentra inmerso en la trampa del ingreso medio, debido a su bajo nivel de productividad -25% la de los EE.UU. y 33% la del promedio de la OCDE- (Ivankovich y Martínez, 2020) y a un esfuerzo innovador muy deficiente (0.43 por ciento del Producto Interno Bruto -PIB- en I+D). Monge-González (2016) estima que la tasa de retorno de la inversión en I+D para Costa Rica es seis veces mayor que el de la inversión en capital físico, por lo que dada esta alta tasa de retorno de la I+D, este país debería invertir cinco veces más en I+D dado su PIB per cápita (i.e. 2,5 por ciento del PIB).

Durante los últimos 25 años, Costa Rica no ha logrado crecer en términos del PIB per cápita a una tasa mayor del 1,2 por ciento por año, debido en buena parte a la inexistencia de un SNI desarrollado y eficiente, tal y como se muestra en el documento bajo comentario. Para poder crecer a un 7 por ciento por año (meta), los bienes y servicios producidos en el país deben poder competir exitosamente en el mercado nacional frente a los bienes y servicios importados, así como en los mercados internacionales. El país debe aprovechar sus ventajas competitivas actuales y desarrollar otras más dinámicas y de largo plazo. Para asegurar estos altos estándares o niveles de competitividad,

es indispensable utilizar los factores de la producción – los recursos humanos, el capital y los recursos naturales (tierra, agua, mar) de manera mucho más eficiente. Cuanto mayor sea la eficiencia, más elevada será la productividad; es decir, el aporte de los factores de la producción al crecimiento del PIB per cápita. Ya que como se indicó antes, el mayor o menor nivel de la productividad explica en buena medida las diferencias en el grado de desarrollo entre los países de ingreso medio y bajo y los de ingreso alto.

En síntesis, para aumentar la productividad (i.e. la eficiencia con que se utilizan los factores de la producción), se requiere incorporar de manera sistemática nuevos conocimientos en los procesos de producción de bienes y servicios, y en todas las actividades, tanto del sector privado como del público. Para ello, el país debe cumplir dos tareas fundamentales. Primera, aumentar la disponibilidad de nuevos conocimientos, producidos tanto localmente como en el extranjero. Segundo, promover la adaptación, creación, difusión y utilización de estos conocimientos por parte de los productores para poder producir bienes y servicios de mayor valor agregado (innovación). Cumplir con estas dos tareas es el objetivo fundamental de un eficiente SNI. De ahí, el papel destacado y estelar del SNI en el proceso de aumento de la productividad y la competitividad de un país, logrando así un mayor nivel de desarrollo económico y un más elevado bienestar para la población.

Un eficiente SNI no solo debe producir un crecimiento económico más alto y sostenido, sino también uno más inclusivo y sustentable. Lo cual se logra al fomentar la participación de las empresas de menor tamaño (micros, pequeñas y medianas empresas -PYMES) en los procesos de innovación y por ende su crecimiento, al mismo tiempo que se promueve el manejo racional de los recursos naturales y el ambiente.

Basado en el análisis de la experiencia de cuatro países desarrollados (Alemania, Finlandia, Israel y Países Bajos) y dos en vías de desarrollo (Brasil y Chile) respecto a sus SNI y sus resultados en materia de innovación, así como las fortalezas, oportunidades, debilidades y amenazas del SNI de Costa Rica, se establecen una serie de recomendaciones de política para alcanzar un SNI más eficiente y robusto para este último país.

Para lograr desarrollar un eficiente Sistema Nacional de Innovación, Costa Rica necesita trabajar fuertemente en mejorar varias áreas: recursos humanos (calidad y cantidad); financiamiento (nuevos instrumentos y cobertura); gobernanza de la política de innovación (rectoría y ejecución de políticas y programas) y otras PDP; y crear la institucionalidad necesaria para la correcta atención de las fallas de mercado típicas en el campo de la innovación.

Finalmente, se debe tener presente que, para lograr un buen desempeño económico basado en la innovación, es necesario contar con condiciones favorables de entorno (estabilidad macroeconómica y clima de negocios, regulaciones de mercado –producto y trabajo-, intensidad en la competencia, financiamiento, nivel y calidad del emprendimiento, sistema de impuestos e infraestructura), así como con políticas cuyo propósito sea promover la ciencia, la tecnología y la innovación. Estos dos requisitos inciden de manera determinante en el desempeño de la innovación por separado y en forma combinada (OCDE, 2014). Solo así, el país podría llegar a contar con un sistema nacional de innovación robusto y bien desarrollado, que favorezca un crecimiento más alto, sostenido, inclusivo y sustentable.

<b>1. Introducción</b>	<b>8</b>
<b>2. ¿Qué son los sistemas nacionales de innovación y por qué son importantes?</b>	<b>12</b>
<b>3. Sistemas nacionales de innovación: Experiencias de varios países</b>	<b>19</b>
<b>4. Sistema Nacional de Innovación de Costa Rica</b>	<b>27</b>
Sector Público	29
Financiamiento	29
Operadores	30
Marco institucional	34
<b>5. ¿Qué hacer para desarrollar un SNI más eficiente en Costa Rica?</b>	<b>38</b>
Actores claves	40
Promoviendo un enfoque sistémico	41
Institucionalidad requerida	43
<b>Referencias</b>	<b>48</b>
<b>Anexo A.1: Revisión de los Sistemas Nacionales de Innovación de varios países</b>	<b>56</b>
Sistema nacional de innovación de Alemania	57
Sistema nacional de innovación de Finlandia	67
Sistema nacional de innovación de Israel	78
Sistema nacional de innovación de los Países Bajos	85
Sistema nacional de innovación de Brasil	90
Sistema nacional de innovación de Chile	94



# INTRODUCCIÓN

La innovación es un factor clave para aumentar la productividad, el crecimiento y el bienestar de cualquier economía. La innovación incluye tanto el desarrollo de tecnologías / procesos nuevos y disruptivos (innovaciones de alto orden), como pequeñas alteraciones marginales de las tecnologías y procesos existentes (innovaciones de bajo orden). La evidencia empírica muestra que las innovaciones de bajo orden, si se distribuyen ampliamente en todas las actividades productivas de un país, pueden fomentar aumentos de productividad y el crecimiento económico a niveles similares a las de las innovaciones de alto orden (Trajtenberg, 2006). Las innovaciones de alto orden tienden a surgir de grandes inversiones en I+D y tienden a ser de alta tecnología, mientras que las innovaciones de bajo orden tienden a ocurrir en sectores de la economía más tradicionales y pueden generar valor si se producen de manera amplia. Las innovaciones son esenciales para desarrollar ventajas competitivas dinámicas, tanto las innovaciones tecnológicas (productos, servicios o procesos nuevos o mejorados) como las innovaciones no tecnológicas (nuevas o mejoradas formas de organización de la empresa

y comercialización de bienes y servicios) y así potenciar el crecimiento económico.

Debido a lo anterior, el debate sobre cuáles políticas y marcos institucionales son los más apropiados para la promoción del esfuerzo innovador, está tomando cada día un papel más relevante a nivel mundial. De hecho, la Organización para la Cooperación y el Desarrollo Económicos (OCDE, 2018) ha señalado que la mejora permanente de las capacidades nacionales de innovación y, por tanto, de la productividad, son elementos claves para lograr un crecimiento económico que permita alcanzar estándares de países de alto ingreso per cápita.

La evidencia empírica muestra que casi la mitad de las diferencias en los niveles y tasas de crecimiento del ingreso per cápita entre países se debe a diferencias en lo que se ha dado en llamar productividad total de los factores –PTF– (Hall and Jones, 1999), donde las actividades de investigación y desarrollo (I+D) podrían llegar a explicar hasta un 75% de las diferencias en las tasas de crecimiento de la PTF, una vez que las externalidades<sup>3</sup> se toman en consideración (Griliches, 1995).

---

<sup>3</sup> Una externalidad es una situación en la que los costos o beneficios de producir o consumir algún bien o servicio no se reflejan en su precio de mercado. Se refieren a los efectos no planeados de las actividades productivas y de consumo por las cuales no se retribuye (cuando son positivos) o se cobra (cuando son negativos) compensación alguna por parte de quien genera dicho efecto.

La mejora de las capacidades nacionales de innovación por medio de un conjunto amplio de políticas de desarrollo productivo (PDPs)<sup>4</sup>, constituyen elementos claves para un crecimiento económico alto, sostenido, inclusivo y sustentable (Syverson, 2011; Lee, 2013; Paus, 2014; Crespi, et al., 2014). Esto es aún más importante para países que enfrentan el dilema de la trampa del ingreso medio<sup>5</sup>, pues la mejora de las capacidades nacionales de innovación junto con otras PDPs constituye el único camino para salir con éxito de dicha trampa, es decir, para pasar a ser un país de ingreso alto.

La relación entre la innovación y el crecimiento inclusivo puede describirse de la siguiente manera. La innovación puede aumentar el crecimiento de la productividad laboral tal como lo plantea la teoría del crecimiento endógeno. El grado de crecimiento de la productividad laboral, a su vez, determina la competitividad internacional de la economía, así como la compensación real de la mano de obra, y cómo dicha compensación se distribuye. Así, a largo plazo, solo si la productividad crece entonces crecerá la compensación real de la mano de obra, lo cual, además, determinará cómo crecerá la demanda interna por bienes y servicios. En síntesis, el crecimiento de la productividad vía innovación no solo produce el crecimiento económico, sino que también determina qué tan inclusivo es dicho crecimiento.

En adición a la importancia tanto de las innovaciones de alto-orden como las de bajo-orden para el crecimiento económico, ambos tipos de innovaciones implican una gran cantidad de interdependencias, que requieren y desencadenan más innovaciones complementarias para obtener todos sus beneficios (ver Rosenberg, 1984, cap. 3). Esta doble característica de las innovaciones tiene implicaciones de gran alcance

para pensar y diseñar políticas de innovación. Es claro que en países en vías de desarrollo, tales políticas deberían ir más allá que solo promover y apoyar proyectos formales de I+D, y ciertamente más que hacerlo en sectores tecnológicamente avanzados (“alta tecnología”). Una vez más, el impacto acumulativo de las innovaciones “pequeñas” y/o “informales” (en el sentido de innovaciones que no son el resultado de proyectos de I+D preconcebidos) ha sido históricamente tan grande como el de las innovaciones impulsadas por la I+D formal (Trajtenberg, 2006). Además, la mayor parte de la actividad económica tiene lugar en sectores “tradicionales” o en servicios, que no califican como “alta tecnología”.

Es importante tener presente que el cambio tecnológico puede traer consigo transformaciones estructurales que a su vez alteran la composición y los pesos relativos de los diferentes sectores de la economía, pero para que se produzca un crecimiento económico sostenido e inclusivo, la mayoría de los sectores tradicionales tienen que experimentar la innovación. La experiencia internacional revisada en este trabajo señala claramente, que es poco probable que las innovaciones localizadas de manera restringida en unos pocos sectores den como resultado un crecimiento en toda la economía, incluso si estos sectores que innovan son de “alta tecnología” y tienen gran éxito.

La innovación y la tecnología, por otra parte, son procesos sistemáticos y económicos -i.e. empresariales (Fagerberg, 2005). La innovación emerge de la interacción continua entre las empresas, sus suplidores y clientes, y actores externos como las universidades o centros de investigación y desarrollo (I+D). Las empresas no llevan a cabo las actividades de innovación de manera aislada, sino dentro de redes; por ende, estas actividades dependen altamente del entorno externo a nivel sectorial,

---

<sup>4</sup> Melo y Rodríguez-Clare (2006) definen a las políticas de desarrollo productivo (PDPs) como políticas tendientes a fortalecer la estructura productiva de un país. Estas políticas incluyen medidas, políticas o programas tendientes a mejorar el crecimiento y la competitividad de grandes sectores (industria, agricultura, servicios); sectores líderes específicos (textiles, software, alta tecnología, etc.); o el crecimiento de ciertas actividades (investigación y desarrollo, otras actividades de innovación, exportaciones, inversión extranjera directa, encadenamientos productivos, etc.).

<sup>5</sup> Este término describe la situación de un país de ingreso medio que no puede competir internacionalmente en productos intensivos en mano de obra, porque sus salarios son muy altos en términos relativos, ni tampoco puede competir en actividades de alto valor agregado en una escala suficientemente alta, porque su capacidad tecnológica y su productividad es insuficiente para competir con los países de renta alta (Gill y Kharas, 2008).

regional y nacional. El término “sistema nacional de innovación” (SNI) caracteriza las interdependencias sistemáticas dentro de un país, que influyen en los procesos de generación y difusión de la innovación en esa economía. Dentro de este contexto, la extensa investigación sobre las fuerzas impulsoras de los procesos interrelacionados de innovación, competitividad y crecimiento económico apunta cada vez más al papel clave de las instituciones (UNECE, 2007).

El enfoque de los SNI se centra en los factores específicos de cada país que influyen en el proceso de cambio tecnológico y, por ende, del cambio estructural de la economía. El estudio de los SNI es importante porque tales factores contribuyen a los procesos competitivos de las empresas y, en consecuencia, al desempeño económico de una nación en su conjunto. El enfoque de los SNI supone que las capacidades innovadoras de una empresa dependen de su capacidad para comunicarse e interactuar con una variedad de fuentes externas de conocimiento (por ejemplo, empresas competidoras, proveedores, usuarios, institutos científicos, otras organizaciones de apoyo, etc.), así como de la capacidad de coordinar una variedad de fuentes de conocimiento interdependientes dentro de la propia empresa (por ejemplo, I+D, producción, marketing/ventas). Sobre esta base, el enfoque del SNI combina una visión “institucionalista” y una visión “sistemática” de la innovación. Las instituciones y sus mecanismos de interacción se consideran fuentes fundamentales de la innovación y, por lo tanto, del éxito económico de las empresas y de la economía en su conjunto.

Los SNI pueden definirse, en términos generales, como todas las organizaciones económicas, políticas y sociales que afectan las actividades de aprendizaje, búsqueda y exploración de las empresas privadas y entidades públicas relacionadas con el aumento de la productividad nacional. El SNI incluye, entre otros, a las universidades y organismos de investigación de una nación, el sistema financiero, sus políticas monetarias y la organización interna de las empresas privadas. La forma en que todos estos trabajan juntos para influir en el desarrollo y la utilización de nuevos conocimientos y aprendizajes define el éxito

del sistema de innovación de un país (Roos y Gupta, 2004). Un sistema de innovación está compuesto por los elementos y las relaciones que interactúan en la adopción, producción, difusión y uso de conocimiento -local e importado- nuevo y útil desde el punto de vista económico (Lundvall, 1992). Así, un SNI tiene que ver con la eficiencia con que un país es capaz de establecer un sistema para el aprendizaje y la innovación; es decir, para la adquisición, creación, difusión y utilización de conocimiento. En resumen, se puede argumentar que bajo el enfoque de SNI, el conocimiento y el aprendizaje se constituyen en factores estratégicos para mejorar la competitividad internacional, donde, además, la política gubernamental tiene un papel muy importante (Lundvall, 2007).

La experiencia reciente de los países de la OCDE muestra la importancia de un alcance más amplio de las políticas que afectan el desempeño de la innovación, llegando así a un enfoque de “todo el gobierno” para el diseño de políticas de ciencia, tecnología e innovación (CTI). De allí, la necesidad de mecanismos eficientes de coordinación entre los ministerios y organismos interesados en relación con las orientaciones políticas y su traducción, en términos de combinación de políticas y asignaciones presupuestarias, en asuntos de CTI. De hecho, la experiencia de estos países muestra que más allá de la magnitud del volumen y la asignación de recursos asignados a la infraestructura y actividades de CTI, el desempeño de innovación de los países depende de la efectividad de los mecanismos de gobernanza -i.e., el conjunto de arreglos institucionales (o reglas), en gran medida públicos, que configuran el diseño, la implementación, la entrega y la evaluación de políticas, y determinan cómo interactúan los diversos actores públicos y privados en la asignación y gestión de recursos dedicado a las CTI (OCDE, 2005).

Costa Rica es un país de ingreso medio-alto que se encuentra inmerso en la trampa del ingreso medio, debido a su bajo nivel de productividad, -25% la de los EE.UU. y 33% la del promedio de la OCDE- (Ivankovich y Martínez, 2020) y a un esfuerzo innovador muy deficiente (0,43 por ciento del Producto Interno Bruto -PIB- en I+D)<sup>6</sup>. Monge-González (2016)

---

<sup>6</sup> Según el último informe del MICITT sobre Indicadores Nacionales en Ciencia, Tecnología e Innovación (2017).

estima que la tasa de retorno de la inversión en I+D para Costa Rica es seis veces mayor que la de la inversión en capital físico, por lo que dada esta alta tasa de retorno de la I+D, este país debería invertir cinco veces más en I+D dado su PIB per cápita (i.e. 2,5 por ciento del PIB).

Durante los últimos 25 años, Costa Rica no ha logrado crecer en términos del PIB per cápita a una tasa mayor del 1,2 por ciento por año (Monge-González, Crespi y Beverinotti, 2020), debido en buena parte a la inexistencia de un SNI desarrollado y eficiente, tal y como se muestra más adelante. A esta tasa de crecimiento anual, el país requerirá más de tres décadas para duplicar su actual nivel de ingreso por habitante. Para reducir este tiempo a tan solo una década, como lo han hecho otros países de reciente desarrollo, Costa Rica requeriría alcanzar una tasa de crecimiento del 7 por ciento, es decir, seis veces mayor a la tasa de crecimiento actual (Monge-González, et al., 2020). Es por ello que estudiar cómo otros países han logrado mejorar significativamente sus capacidades nacionales de innovación (desarrollar un eficiente SNI) y derivar lecciones para Costa Rica, vierte vital importancia para el futuro bienestar de este país.

Para poder crecer a un 7 por ciento por año (meta), los bienes y servicios producidos en el país deben poder competir exitosamente en el mercado nacional frente a los bienes y servicios importados, así como en los mercados internacionales. El país debe aprovechar sus ventajas competitivas actuales y desarrollar otras más dinámicas y de largo plazo. Para asegurar estos altos estándares o niveles de competitividad, es indispensable utilizar los factores de la producción – los recursos humanos, el capital y los recursos naturales (tierra, agua, mar) de manera mucho más eficiente. Cuanto mayor sea la eficiencia, más elevada será la productividad; es decir, el aporte de los factores de la producción al crecimiento del PIB per cápita. Ya que como se indicó antes, el mayor o menor nivel de la productividad explica en buena medida las diferencias en el grado de desarrollo entre los países de ingreso medio y bajo y los de ingreso alto.

En síntesis, para aumentar la productividad (i.e. la eficiencia con que se utilizan los factores de la producción), se requiere incorporar de manera sistemática nuevos conocimientos en los procesos de producción de bienes y servicios, y en todas las actividades, tanto del sector privado como del público. Para ello, el país debe cumplir dos tareas fundamentales. Primera, aumentar la disponibilidad de nuevos

conocimientos, producidos tanto localmente como en el extranjero; segundo, promover la adaptación, creación, difusión y utilización de estos conocimientos por parte de los productores para poder producir bienes y servicios de mayor valor agregado (innovación). Cumplir con estas dos tareas es el objetivo fundamental de un eficiente SNI; de ahí, el papel destacado y estelar del SNI en el proceso de aumento de la productividad y la competitividad de un país, logrando así un mayor nivel de desarrollo económico y un más elevado bienestar para la población.

Un eficiente SNI no solo debe producir un crecimiento económico más alto y sostenido, sino también uno más inclusivo y sustentable, lo cual se logra al fomentar la participación de las empresas de menor tamaño (micros, pequeñas y medianas empresas -pymes) en los procesos de innovación y por ende su crecimiento, al mismo tiempo que se promueve el manejo racional de los recursos naturales y el ambiente.

Este documento está organizado en cinco secciones incluyendo la introducción, más un anexo. En la segunda sección se discute qué son los sistemas nacionales de innovación y por qué son importantes. Luego, en la tercera sección, se presentan las principales lecciones derivadas de la revisión de la literatura sobre los sistemas nacionales de innovación de cuatro países desarrollados –Alemania, Finlandia, Israel y los Países Bajos, y de dos economías latinoamericanas líderes en la región en este campo, como son Brasil y Chile. Para que la lectura sea más fluida al lector, se ha colocado en el Anexo A.1 la mayor parte de los detalles de los sistemas nacionales de innovación estudiados, dejando en la tercera sección solo las lecciones más importantes que se derivan de estas experiencias. En la cuarta sección, se analiza el SNI de Costa Rica, sus principales fortalezas, oportunidades, debilidades y amenazas, para luego en la quinta sección, tratar de responder a la pregunta ¿Qué hacer para desarrollar un SNI más eficiente en Costa Rica? Se espera que este documento sirva como insumo para impulsar el crecimiento de las capacidades nacionales de innovación de Costa Rica y por ende de su productividad; ambos factores de vital importancia para alcanzar una transformación productiva hacia bienes y servicios de mayor valor agregado, con un crecimiento económico más alto, sostenido, inclusivo y sustentable.

# 2 ¿QUÉ SON LOS SISTEMAS NACIONALES DE INNOVACIÓN Y POR QUÉ SON IMPORTANTES



Cuando se piensa en el concepto de innovación como un proceso mediante el cual se adaptan, crean, difunden y utilizan nuevos conocimientos para crear o mejorar nuevos productos o procesos (innovación tecnológica), o bien, crear o mejorar nuevas formas de organización y comercialización (innovación no tecnológica), queda claro la casi imposibilidad para una empresa o conjunto de empresas de alcanzar este objetivo por sí mismas. Según la OECD (2018), existen al menos ocho amplios tipos de actividades que las empresas pueden emprender en búsqueda de la innovación: (1) actividades de investigación y desarrollo experimental (I+D); (2) ingeniería, diseño y otras actividades creativas de trabajo; (3) actividades de *marketing* y valor de marca; (4) actividades relacionadas con la propiedad intelectual; (5) actividades de capacitación de empleados; (6) desarrollo de software y actividades de bases de datos; (7) actividades relacionadas con la adquisición o arrendamiento de activos tangibles; y (8) actividades de gestión de la innovación.

Como se señaló, es prácticamente imposible que las empresas puedan por sí solas hacer todo lo requerido para tener éxito en materia de innovación. El camino de la innovación está plagado fallas de mercado y fallas de políticas públicas, las cuales impiden alcanzar la eficiencia económica. En el caso de las fallas de mercado, este tipo de obstáculos se encuentran en los mercados de crédito (falta información y alto riesgo de actividades nuevas), de trabajo (capacitación y movilidad), de productos

(falta de competencia y reasignación de recursos), y de conocimiento (inversión insuficiente en I&D y apropiación de los beneficios sociales de las inversiones). Las causas de tales fracasos son bien conocidas en la literatura económica: asimetrías de información, mercados no competitivos, problemas del agente-principal, externalidades y bienes públicos (Rodrik, 2008). Por ello, para lograr que las empresas incursionen exitosamente en el campo de la innovación, se requiere de esfuerzos conjuntos entre el sector académico, privado y público, y en este último caso, del aprovisionamiento de insumos públicos de mucho valor, los cuales, en la mayoría de los casos, son específicos a ciertos sectores o actividades económicas. El suministro eficiente de estos insumos requiere de una correcta coordinación interinstitucional, ya que son suplidos por diferentes entidades públicas. La existencia de políticas públicas que evitan la eficiente asignación de recursos es un ejemplo de fallas del Estado, como por ejemplo las políticas proteccionistas.

El enfoque de los sistemas nacionales de innovación (SNI) se centra en los factores específicos de cada país que influyen en los procesos de cambio o mejora tanto tecnológicos como no tecnológicos. El enfoque de los SNI se ha considerado ampliamente no como una teoría formal y establecida, sino como un “marco conceptual” para el análisis de las capacidades innovadoras de en una sociedad. El estudio de los SNI es importante porque tales capacidades contribuyen a los procesos competitivos de las empresas y, en consecuencia, al desempeño

económico de una nación en su conjunto. Basándose en la literatura sobre la dinámica microeconómica de la innovación (Freeman y Soete 1997), el enfoque de los SNI asume que las capacidades innovadoras de una empresa dependen de su capacidad para comunicarse e interactuar con una variedad de fuentes externas de conocimiento (por ejemplo, empresas competidoras, proveedores, usuarios, institutos científicos, otras organizaciones de apoyo, etc.), así como de la capacidad de coordinar una variedad de fuentes de conocimiento interdependientes dentro de la propia empresa (por ejemplo, I+D, producción, *marketing*/ventas). Sobre esta base, el enfoque de lo SNI combina una visión de "organización institucional" y una visión "sistémica" de la innovación. Las organizaciones y sus mecanismos de interacción se consideran las fuentes fundamentales de la innovación y, por lo tanto, el éxito económico de las empresas (Roos y Gupta, 2004).

Cabe señalar que el concepto de SNI se comenzó a discutir hace aproximadamente 30 años, primero en los ámbitos académicos para luego pasar a los actores interesados en la definición de políticas públicas que favorezcan el crecimiento económico, tanto en países desarrollados como en vías de desarrollo, grandes y pequeños. Hoy este concepto es ampliamente aceptado por la academia y por organismos internacionales como Banco Interamericano de Desarrollo (BID), Banco Mundial, Comisión Europea, Organización para la Cooperación y el Desarrollo Económicos (OCDE) y Conferencia de las Naciones Unidas sobre Comercio y Desarrollo (UNCTAD) (Lundvall, 2007).

Los fundamentos conceptuales del enfoque de los SNI se sustentan en una definición ampliamente compartida de los términos básicos involucrados en este concepto (Lundvall 1992; Nelson y Rosenberg 1993; Edquist 1997). Estos términos son: "aprendizaje", "innovación", "sistema" y "nación". En términos del aprendizaje Lundvall (1992) distingue tres formas de aprendizaje: i) "aprendizaje", en sentido estricto, se origina en actividades rutinarias asociadas a las funciones de producción, distribución y consumo de las empresas, en forma de aprendizaje por hacer *-learning-by-doing* (Arrow, 1962), el aprendizaje por uso *-learning-by-using* (Rosenberg, 1982) y el aprendizaje por interacción *-learning-by-interacting* (Lundvall 1988); ii) "búsqueda" a través de actividades de aprendizaje más formales llevadas a cabo por las empresas en sus departamentos para el análisis de mercado y los laboratorios de I+D; y iii) "explorar", consiste en las actividades de investigación emprendidas

en entidades académicas u organizaciones orientadas a la ciencia fuera del sector privado. Todas estas formas de aprendizaje entran dentro del concepto de un SNI.

En cuanto al término "innovación", Nelson y Rosenberg (1993) interpretan este término en un sentido bastante amplio. La innovación abarca "los procesos por los cuales las empresas dominan y entran en práctica en los procesos de diseño y fabricación de productos que son nuevos para ellas, para el mundo o incluso para la nación" (p. 4). Esta definición se refiere al proceso de cambio tecnológico que conduce a la introducción y comercialización de nuevos productos y procesos de producción (es decir, innovación estrictamente definida) y su difusión en la economía. Ambos autores observan que incluir la difusión en la definición de un SNI es importante por dos razones: a) la difusión de nuevas tecnologías implica procesos significativos de aprendizaje local e incremental, y b) los beneficios económicos de la innovación rara vez son adquiridos solo por los primeros innovadores, sino que se transfieren también a otras empresas.

La definición de innovación supuesta por Nelson y Rosenberg (1993) se refiere principalmente al proceso de cambio tecnológico, mientras la definición tomada por Lundvall (1992) es más general y abarca también los procesos de aprendizaje organizacional y evolución de las instituciones. En una sociedad, el aprendizaje se lleva a cabo no solo en el sistema de I+D y en el sistema de producción, sino también, por ejemplo, en el sistema de comercialización y en el sistema financiero (Lundvall 1992). No solo se producen procesos importantes de cambio organizacional dentro de una empresa, como condiciones necesarias para, o como consecuencias de innovaciones tecnológicas, sino también, como un proceso más general de cambio de las reglas del sistema que ocurre en una sociedad (Johnson, 1992). Este proceso interactúa, con retroalimentación positiva y negativa, con la dinámica del cambio tecnológico. Así, el cambio tecnológico a menudo impone una presión para el cambio institucional y, simétricamente, el cambio institucional puede proporcionar incentivos para el cambio tecnológico. Sin embargo, Edquist (1997) señala que, aunque el enfoque del SNI reconoce la importancia del cambio institucional y organizativo, este se centra en las características del cambio tecnológico dentro de un determinado conjunto de reglas del sistema.

Debido a que la innovación implica formas importantes de aprendizaje

interactivo, Lundvall sugiere que esta debe abordarse dentro de un “enfoque de sistemas” (Lundvall 1992). Tal enfoque, observa Edquist (1997), es común a todos los autores en el SNI. En términos generales, un “enfoque de sistemas” asume que el desempeño general de un conjunto de elementos depende no solo de las características de los elementos individuales, sino de cómo estos elementos se restringen mutuamente e influyen uno sobre el otro. Para describir un sistema de innovación, no basta con especificar sus elementos o partes constitutivas. Edquist (1997) sugiere que se debe hacer hincapié en las relaciones interdependientes y, generalmente, no lineales entre los elementos.

Según Lundvall (1992, p.2), “un sistema de innovación está constituido por elementos y relaciones que interactúan en la producción, difusión y utilización de conocimientos nuevos y económicamente útiles”. Lundvall (1992) identifica como elementos esenciales de un sistema de innovación a) la configuración institucional y b) la estructura de producción de la economía. Ambos factores, argumenta el autor, tienen un impacto en el proceso de aprendizaje interactivo de la firma individual, de un grupo de empresas y de una nación. Edquist (1997) observa que, aunque ambos elementos son considerados importantes por Lundvall, el enfoque se centra en la configuración institucional informal (es decir, los elementos sociales y culturales de las organizaciones) y la estructura de la producción. Por el contrario, Nelson y Rosenberg (1993), señala Edquist (1997), ven como más importantes las instituciones formales que apoyan las actividades de I+D. En su definición, un sistema de innovación consiste en “el conjunto de organizaciones cuyas interacciones determinan el desempeño innovador ... de las empresas nacionales”, y estas organizaciones son vistas como “actores institucionales” creando políticas para las innovaciones (Nelson y Rosenberg 1993, p.4).

Como destaca Johnson (1992), los procesos de aprendizaje interactivo necesarios para desarrollar capacidades innovadoras en una empresa se basan en la comunicación y la interacción entre personas con diferentes habilidades y tipos de conocimiento, en diferentes niveles de agregación: dentro de la empresa, entre empresas y fuera del sistema productivo. La comunicación y la interacción entre las personas implican relaciones de confianza y un diálogo basado en dicha confianza, relaciones que dependen de la proximidad geográfica, social y cultural (Johnson 1992).

Un Estado nación define las fronteras, no solo en términos geográficos, sino también para patrones relativamente homogéneos de valores

sociales y culturales que configuran el establecimiento institucional de un sistema de innovación (Lundvall, 1992).

Los autores citados están de acuerdo en que las fronteras implican, no solo una dimensión cultural, sino también una dimensión política que influye en el cambio tecnológico (Lundvall 1992; Edquist 1997). La elección de las fronteras nacionales no es solo una cuestión de delimitación geográfica y cultural/ideológica, sino que refleja también el papel específico del Estado y el poder que se le atribuye. Johnson (1992) identifica varias dimensiones de las diferencias institucionales entre las naciones que son importantes en relación con el cambio técnico: i) las diferencias en las culturas nacionales se reflejan en diferentes conjuntos de normas, incluidas las normas para romper y cambiar las normas existentes, muchas de las cuales se aplican a las actividades económicas; (ii) las diferencias en las ideologías nacionales determinan a las diferencias en cuanto a la aceptación social del cambio y, en particular, en el cambio técnico; (iii) las diferencias en el gobierno nacional conducen a diferencias en una variedad de aspectos relacionados con las funciones del sector público como productor, regulador y usuario de la innovación. Debido a la diferencia en las políticas públicas, surgen diferencias importantes entre las naciones en una variedad de factores en un SNI, tales como estándares, regulaciones, infraestructuras de comunicación, sistema de educación formal, derechos de propiedad, regulación del dinero y la banca, demanda agregada, y así sucesivamente. Como subrayó Edquist (1997) una razón importante para estudiar el SNI es que “la mayoría de las políticas públicas que influyen en el sistema de innovación o la economía en su conjunto, todavía están diseñadas e implementadas a nivel nacional” (pág. 12).

En la literatura sobre SNI se coincide en la importancia de las diferencias entre las naciones en la configuración institucional para el cambio tecnológico, con especial énfasis en las políticas públicas (Edquist, 1997). Además, para Lundvall (1992) “el enfoque en los sistemas nacionales refleja el hecho de que las economías nacionales difieren en cuanto a la estructura de la producción ... [así como] ... en relación con la configuración institucional general” (Lundvall 1992, p. 13). En una definición general amplia, se puede concluir, según Johnson (1992), que un sistema nacional de innovación significa simplemente todos los factores interrelacionados, institucionales y estructurales, en una nación, que generan, seleccionan y difunden la innovación.

No obstante, los anteriores argumentos a favor de la definición de un SNI en términos geográficos referidos a un país, en el mundo actual la globalización no solo es un hecho, sino que sigue creciendo por medio de acuerdos comerciales multilaterales y bilaterales, así como por la revolución tecnológica que facilita la “servicificación”<sup>7</sup> de los procesos de producción de la agricultura y manufactura y por ende el comercio internacional de servicios. Así, debe tenerse presente que tales procesos de integración económica pueden dar lugar a sistemas supranacionales de innovación (por ejemplo, un sistema europeo de innovación). Por ello, tal y como lo subraya Edquist (1997), los sistemas de innovación regionales, nacionales y supranacionales deben considerarse como niveles complementarios en el análisis de los determinantes del cambio tecnológico y de los SNI.

Como se observa en la figura 1, son múltiples las entidades que forman parte de un SNI y, como apunta Lee (2013), la idea central de este concepto es cómo estos actores adquieren de forma eficiente conocimiento externo, o crean nuevo conocimiento, y con qué eficiencia este conocimiento es difundido y utilizado por otros actores institucionales.

En términos generales, un SNI está compuesto de los siguientes elementos: i) las organizaciones que participan activamente en la producción y difusión de nuevas tecnologías (por ejemplo, laboratorios privados y públicos de I+D, instalaciones de control de calidad y pruebas,

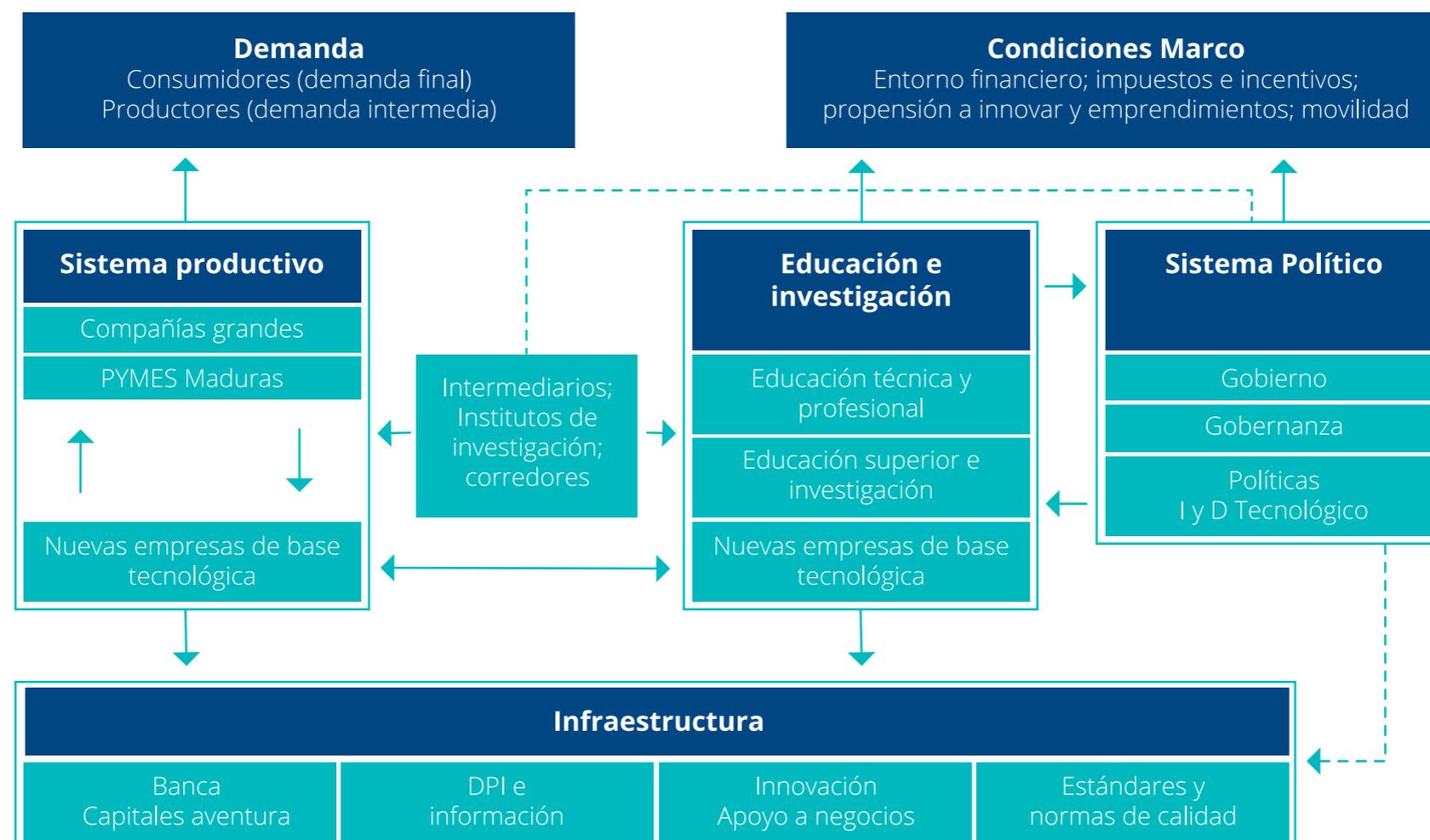
etc.); ii) organizaciones que regulan la producción y difusión de nuevas tecnologías (por ejemplo, institutos nacionales de normalización, oficinas de patentes, etc.); iii) organizaciones que apoyen el acceso y la difusión de conocimientos científicos y técnicos (por ejemplo, servicios de información científica y técnica, parques científicos, publicaciones, bibliotecas, universidades, etc.); iv) organizaciones que proporcionen personas cualificadas y una variedad de oficios y habilidades técnicas (el sistema educativo y el sistema de formación técnica/profesional); v) organizaciones que formulan y aplican la política científica y tecnológica (por ejemplo, ministerios, consejos nacionales de investigación, etc.) (Freeman 1992; Nelson 1993).

En la figura 1 se representan todos los diferentes elementos que componen el SNI de acuerdo con la descripción anterior, pero además se incluyen una serie de flechas que vinculan todos y cada uno de estos elementos y organizaciones; estas flechas son parte muy importante, pues representan las interacciones sustentadas en las instituciones de cada una de las naciones. Por estas instituciones se entienden las formales e informales, o sea tanto las leyes, decretos y reglamentos, así como las rutinas, costumbres y formas de hacer las cosas. El conjunto de los elementos y sus formas de vincularse son las que constituyen los SNI. Ambos son importantes. Cuando esas flechas o instituciones no funcionan adecuadamente nos encontramos con un SNI disfuncional, igual que si alguno de los elementos no estuviera presente o funcionara mal.

---

<sup>7</sup>La transformación o encapsulación de procesos o sistemas existentes en uno o más servicios discretos por medios digitales. Por ejemplo, la “servicificación” de la industria manufacturera significa que el sector manufacturero depende cada vez más de los servicios, ya sea como insumos, como actividades dentro de las empresas o como producción vendida con bienes (National Board of Trade, 2016).

Figura 1. Estructura básica de un sistema nacional de innovación



Fuente: Elaborado con base en Kuhlman y Arnold (2001).

En adición a lo anterior, otros autores sugieren incluir en el análisis de un SNI: vi) el sistema de producción (vínculos inter-industriales y estructura de producción); vii) el sistema de *marketing* (departamentos internos, organizaciones de marketing); viii) los usuarios de innovaciones (empresas, comunidades, gobierno, consumidores); ix) el sistema financiero (bancos, mercados de valores); x) los mercados laborales

(sindicatos, relaciones laborales); pero también todas las reglas del juego que les vinculan, como xi) las organizaciones que formulan y aplican políticas antimonopolio y comerciales; xii) las instituciones que regulan el uso de innovaciones (por ejemplo, reglamentos sobre productos farmacéuticos) y su impacto en el medio ambiente y los recursos naturales; xiii) las instituciones informales e implícitas (por



ejemplo, normas sociales, cultura, etc.) (Lundvall 1992); e xiv) las entidades internacionales como la organización de I+D de la UE que afecta cualquiera de los SNI de esta comunidad de países.

El Foro Económico Mundial<sup>8</sup> recuerda que la innovación suele implicar a muchos actores. Así, los sistemas nacionales de innovación se componen de todas las organizaciones que están involucradas en la producción, la difusión y la utilización de ideas nuevas y productos, como las organizaciones de investigación, las universidades, los laboratorios nacionales, las corporaciones, las empresas emergentes, los inversores de capital de riesgo y los abogados especialistas en patentes. El sector público desempeña una función clave, promoviendo o proveyendo según sea el caso, agencias y organismos de financiamiento, y organizaciones intermediarias, como oficinas de transferencia de tecnología, consultoras, centros de innovación y aceleradoras (programas diseñados para convertir empresas emergentes en empresas más consolidadas). Las formas en que interactúan estos participantes son complejas y están sujetas a particularidades locales, nacionales e internacionales, como impuestos, reglamentos, tratados de patentes y normas de competencia. Una representación de los actores claves de un SNI se presenta en la figura 2, según el Foro Económico Mundial.

Estas interacciones también se ven influidas por factores como la disponibilidad de conocimientos codificados, en forma de publicaciones y normas. Gran parte de la política de innovación, tanto en el ámbito

nacional como internacional, se ha centrado en llenar los vacíos institucionales, mejorar las capacidades de innovación y fortalecer las redes de interacción entre los diferentes actores del sistema. En algunos países existen agencias de innovación dedicadas a corregir el SNI abordando las fallas en los mercados y mejorando el sistema de redes entre los actores, a menudo sin tener una preferencia por sectores o tecnologías en específico. Una visión sistémica puede ser útil a nivel local. Por ejemplo, las personas que trabajan con empresas emergentes suelen dirigirse a los sistemas emergentes o a las redes elaboradas de organizaciones, tanto públicas como privadas, desde las cuales las empresas jóvenes puedan obtener recursos (Monge González et al., 2020).

En síntesis, se puede afirmar que las figuras 1 y 2 muestran un sistema nacional de innovación conformado por un núcleo de empresas que organizan la innovación internamente e interactúan entre sí y con la infraestructura de conocimiento. Donde los recursos humanos, las formas organizativas y el capital social<sup>9</sup> son cruciales para el proceso de innovación, y especialmente, para el impacto de la innovación en el desempeño económico. Finalmente, se muestra en ambas figuras cómo este núcleo forma parte de un amplio entorno socioeconómico nacional en el cual se incluyen los sistemas educativos, mercados de trabajo, mercados financieros y regímenes de bienestar.

---

<sup>8</sup> <https://toplink.weforum.org/knowledge/insight/a1Gb0000000LrSOEA0/explore/dimension/a1Gb0000003cFYbEAM/summary>

<sup>9</sup> Es decir, lo que los seres humanos conocen y saben hacer, así como en la forma en que las personas se relacionan unas con las otras dentro y entre las organizaciones.

Figura 2. Actores claves de un sistema nacional de innovación



Fuente: Elaborado con base en Roos y Gupta (2004)

La literatura recomienda desarrollar y fortalecer a los SNI como medida para salir de la llamada "trampa del ingreso medio", fomentando las capacidades productivas y económicas de la economía para elaborar bienes y servicios en actividades de alto valor agregado y en una

escala suficientemente alta (Lee, 2013; Paus, 2017). En este sentido, es importante subrayar que el impacto del sistema de innovación en el desempeño económico dependerá por lo general de los cambios suscitados en lo que los seres humanos conocen y saben hacer (know how), así como en la forma en que las personas se relacionan unas con otras dentro y entre las organizaciones (Lundvall, 2007).

De acuerdo con Kuhlman y Arnold (2001) los científicos sociales descubrieron y utilizaron los conceptos de sistemas nacionales, regionales o sectoriales de innovación como explicaciones de los diferentes grados de competitividad de las economías, especialmente de su desempeño tecnológico y de su habilidad para innovar. De acuerdo con los autores, las diferentes culturas de innovación nacionales, regionales o sectoriales -cada una basada en orígenes históricos, características e organizaciones industriales, científicas, estatales, político-administrativas y redes interinstitucionales únicas- afectan de manera crucial la capacidad de los actores económicos y los responsables de la formulación de políticas para producir y apoyar innovaciones exitosas. Cada sistema de innovación es diferente, al igual que una sociedad es diferente de otras. Los sistemas de innovación eficientes desarrollan sus perfiles y fortalezas especiales solo lentamente, durante décadas o incluso siglos. Su funcionamiento se basa en un desarrollo evolutivo y relaciones de intercambio estables entre las organizaciones de ciencia y tecnología, la industria y el sistema político.

El estudio comparativo de un conjunto de SNI debe poner énfasis en la interacción entre la oferta (laboratorios de I+D, organizaciones científicas y tecnológicas) y la demanda de conocimientos (usuarios, organizaciones de mercadeo) en el proceso de cambio tecnológico (Freeman, 1992). Por consiguiente, la naturaleza de la relación entre usuarios y productores y su impacto en la innovación se considera una de las características esenciales de un SNI (Lundvall 1992b). Además, la parte de la oferta también debe considerar cómo el mercado de capitales y el mercado laboral influyen en el proceso de cambio tecnológico.

El análisis anterior requiere, entre otros factores, considerar al Estado no como un "entrometido" ni tampoco como un mero "facilitador" del crecimiento económico. De hecho, bajo el enfoque del SNI, el Estado es un socio clave del sector privado. Por ello, el Estado debe buscar a aquellos grupos privados que quieran trabajar con él de forma dinámica para conseguir el crecimiento y el cambio tecnológico (Mazzucato, 2014).

# SISTEMAS NACIONALES DE INNOVACIÓN: EXPERIENCIAS DE VARIOS PAÍSES



En esta sección se presenta un resumen de las principales lecciones de la experiencia de cuatro países desarrollados (Alemania, Finlandia, Israel y Países Bajos) y dos en vías de desarrollo (Brasil y Chile) respecto a sus SNI y sus resultados en materia de innovación. Una descripción detallada de cada uno de estos sistemas se presenta en el Anexo A.1.

Como punto de partida es importante recordar que los modelos de crecimiento “endógeno” asignan un papel central a la I+D como motor de crecimiento de la productividad y por ende del crecimiento económico (Romer, 1990; Rivera-Batiz y Romer, 1991; Aghion y Howitt, 1992). Más aún, que la inversión en I+D genera cambios positivos en la productividad y no a la inversa. Es decir, que la relación entre ambos conceptos es en esta dirección y no a la inversa, por lo cual invertir en I+D no es un lujo de los países ricos (Rouvinen, 2002), sino una importante fuente de su riqueza.

La experiencia de los países estudiados, por otra parte, muestra que invertir en actividades de innovación (v.g. inversión en I+D) no produce frutos en el corto plazo, más bien demanda de varios años el obtener los resultados deseados. Además, también señala la importancia de

entender las fallas del mercado que desincentivan a las empresas a invertir en dichas actividades y por ende, el importante papel que juega el Estado en atender apropiadamente dicha fallas para evitar la subinversión en actividades de innovación. Estas fallas incluyen (i) la insuficiente apropiabilidad de los beneficios de la inversión en I+D (problema del conocimiento como bien público y el fenómeno de “free rider”); (ii) asimetrías de información (principalmente en el mercado financiero); (iii) alta incertidumbre (dificultad de predecir el éxito de la inversión en I+D, principalmente en investigaciones básicas versus aplicadas); y problemas de coordinación (incapacidad de los agentes privados y públicos para combinar sus planes de inversión de forma tal de crear externalidades positivas mutuas y por ende incrementar tanto la rentabilidad privada como la social de sus respectivas innovaciones). La comprensión de tales fallas y la necesidad de contar con una institucionalidad y políticas apropiadas para enfrentarlas de manera exitosa, constituyen la base del éxito de sus SNI.

Ahora bien, cabe iniciar el resumen de los hallazgos de los SNI de los seis países estudiados (ver Anexo A.1) comenzando con la discusión sobre su posición relativa según el Índice Global de Innovación (GII)<sup>10</sup>. El

---

<sup>10</sup>Se incluye también las cifras de Costa Rica a manera de comparación, aunque la discusión del SNI de este país se hace en la siguiente sección.

GII está compuesto por dos subíndices: (a) el subíndice de insumos para la innovación -SII, y (b) el subíndice de productos de la innovación -SPI. El primer subíndice (SII) tiene cinco pilares habilitadores: organizaciones, capital humano e investigación, infraestructura, sofisticación del mercado y sofisticación empresarial. Los pilares habilitadores definen aspectos del entorno propicios para la innovación dentro de una economía. Por su parte, el segundo subíndice (SPI) se refiere a los resultados de las actividades innovadoras dentro de una economía. Este subíndice incluye dos pilares: productos de conocimiento y tecnología, y productos creativos.

El cuadro 1 muestra la posición relativa de siete países con respecto al GII y sus subíndices, así como respecto al gasto en I+D relativo al PIB. De estas cifras es claro que los Países Bajos, Finlandia, Alemania e Israel son líderes mundiales en innovación, según el GII (posiciones 5, 7, 9 y 13 entre 131 países, respectivamente). Mientras los Países Bajos clasifican mejor en el subíndice de productos de la innovación (posición 4), Finlandia ocupa una mejor posición en el subíndice de insumos para la innovación (posición 8). Brasil y Chile -dos países en vías

de desarrollo- muestran resultados mucho más bajos en cuanto a su capacidad de innovación, con posiciones 62 y 54 en el ranking mundial (GII) respectivamente. Costa Rica se encuentra entre estos dos últimos países (56). Chile es el país con la mejor posición de los de América Latina y el Caribe (ALC), y su principal fortaleza está en los insumos para la de innovación (posición 41). Mientras Costa Rica ocupa la mejor posición en materia de productos de innovación (51) en la región, y es considerado el único país "triunfador de la innovación" (innovation achiever) en ALC, según el reporte del GII, ya que su desempeño en este campo es mayor al que se esperaría según su grado de desarrollo. No obstante, como se observa del cuadro 1 (y la siguiente discusión), Costa Rica tiene mucho que aprender de los países más avanzados, así como de Brasil y Chile.

Es interesante mostrar cómo los países más innovadores muestran un mayor gasto en I+D respecto al PIB, así como ocupan mejores posiciones relativas en este rubro (dos últimas columnas del Cuadro 1). El tamaño del país en términos de población no tiene ninguna relación con su esfuerzo innovador. De hecho, los países más pequeños de los seis son los más innovadores (Países Bajos y Finlandia).

**Cuadro 1. Índice Global de Innovación y subíndices de insumos y productos de la innovación para Alemania, Finlandia, Israel, Países Bajos, Brasil, Chile y Costa Rica**

Países	Posición relativa entre 131 países 2020			Población millones	PIB per capita PPC\$	I&D/PIB (%)	I+D/PIB posición
	GII 2020	SII	SPI				
<i>Alemania</i>	9	14	7	83,5	46.765,5	3,1	7
<i>Finlandia</i>	7	8	8	5,5	41.883,3	2,8	11
<i>Israel</i>	13	17	13	8,5	34.153,8	4,9	1
<i>Países Bajos</i>	5	11	4	17,1	50.933,1	2,2	14
<i>Brasil</i>	62	59	64	211,0	14.371,6	1,3	30
<i>Chile</i>	54	41	66	19,0	22.975,6	0,4	75
<i>Costa Rica</i>	56	66	51	5,0	15.747,5	0,4	71

Fuente: Elaboración propia con base en datos del Índice Global de Innovación 2020

Similares resultados se obtienen cuando se realiza el análisis de los pilares de los subíndices de innovación (SII y SPI). Se observa como en materia de instituciones, capital humano e investigación, así como sofisticación de las empresas (todos insumos para la innovación), Alemania, Finlandia, Israel y Países Bajos son líderes mundiales ocupando primeras posiciones entre los 131 países analizados por el GII (2020), e igualmente ocupando primeras posiciones en la producción de innovación (productos de conocimiento y tecnología, así como productos creativos). En contraste Brasil y Chile (aunque este en menor medida) muestran posiciones muy desfavorables en estas mismas categorías. Es interesante señalar que Brasil muestra posiciones inferiores a Chile en casi todas las categorías, excepto en capital humano e investigación y sofisticación de las empresas, así como en la producción de conocimiento

y tecnología. Esto contrasta con el gasto en I+D respecto al PIB de ambos países, donde Brasil supera con creces a Chile.

De la discusión de las secciones previas queda claro que el desarrollo económico de los cuatro países de ingreso alto -Alemania, Finlandia, Israel y Países Bajos- ha dependido más en el énfasis puesto en el desarrollo de las capacidades de innovación que en el aumento del acervo de factores de la producción. De ahí la importancia de contar con buenas instituciones como catalizador para impulsar el proceso de innovación. Este resultado contrasta con el obtenido en el caso de Brasil y Chile, donde aún hay tareas pendientes importantes para el desarrollo de las capacidades de innovación (véase el Anexo A.1 para mayor detalle).

**Cuadro 2. Posición relativa de Alemania, Finlandia, Países Bajos, Brasil, Chile y Costa Rica en los subíndices de insumos y productos de la innovación**

POSICIÓN RELATIVA ENTRE 131 PAÍSES 2020							
Países	Subíndice de insumos para la innovación					Subíndice de productos de la innovación	
	Instituciones	Capital humano e investigación	Infraestructura	Sofisticación del mercado	Sofisticación de las empresas	Productos del conocimiento y tecnología	Productos creativos
<i>Alemania</i>	18	5	12	24	12	10	9
<i>Finlandia</i>	2	4	9	33	8	6	16
<i>Israel</i>	35	15	40	14	3	4	26
<i>Países Bajos</i>	7	14	18	23	4	8	6
<i>Brasil</i>	82	49	61	91	35	56	77
<i>Chile</i>	38	55	51	41	49	64	61
<i>Costa Rica</i>	66	66	62	98	48	53	53

Fuente: Elaboración propia con base en datos del Índice Global de Innovación 2020



Es importante señalar que las diferencias en las políticas de innovación entre países se deben básicamente a dos cosas: (a) el desarrollo desigual de los actores que promueven la innovación; y (b) la variación en el estado de activismo y la actitud hacia la innovación. Todo lo cual, tal y como los señala Getz y Segal (2008), depende de los objetivos de las políticas de innovación y competitividad, lo que a su vez está en función de cómo se percibe la importancia relativa de la innovación y la competitividad en un país. Además, debe recordarse que el desarrollo y la naturaleza de estas y otras políticas no solo reflejan la importancia relativa que tengan en la economía, sino también reflejan la dinámica de la economía política del país (UNECE, 2007).

Con base en la discusión del Anexo A.1, en el cuadro 3 se presenta un resumen de las características más sobresalientes de los SNI de Alemania, Finlandia, Israel, Países Bajos, Brasil y Chile, calificando y agrupando estas características en tres categorías: resultados positivos (fortalezas), resultados regulares (áreas de posible mejora), y resultados deficientes (debilidades). Esta es una calificación subjetiva del autor según lo descrito en el Anexo A.1, dedicado a los SNI estudiados. Al contrastar los SNI (su composición en términos de actores, coordinación y funcionamiento como sistema) es clara la diferencia entre Alemania, Finlandia, Israel y los Países Bajos respecto de Brasil y Chile. Los cuatro primeros países más que los dos últimos han puesto el énfasis en la creación de diferentes organizaciones capaces de influir en la promoción de las capacidades nacionales de aprendizaje e innovación. Entre estas organizaciones están aquellas dedicadas a fortalecer y desarrollar los mercados (ej. la industria de capitales de riesgo) y otras para fomentar la interacción, la colaboración y la cooperación entre los actores del proceso de innovación. Todo ello ha sido muy útil para resolver eficientemente algunos problemas importantes (fallas de mercado y políticas públicas equivocadas) en el proceso de innovación y en general, en el del desarrollo económico.

Se desprende del análisis anterior que la base institucional, la infraestructura del conocimiento, el patrón de especialización, la

estructura de demanda pública y privada y las políticas gubernamentales determinan, en buena medida, el desarrollo del sistema nacional de innovación de un país (Gregersen y Johnson 1997). Además, la importancia que en este sistema se le brinde a los recursos naturales y el ambiente determina el grado de desarrollo sustentable que se logre (Segura-Bonilla (2001), una característica importante en el caso de Alemania, Israel, Finlandia y Países Bajos. En todos estos casos, queda clara la existencia de un sistema nacional de innovación donde existe un núcleo de empresas que organizan la innovación internamente e interactúan entre sí y con la infraestructura de conocimiento disponible (academia y Gobierno). Se ha señalado además que los recursos humanos, las formas organizativas y el capital social<sup>11</sup>, son cruciales para el proceso de innovación y especialmente para lograr un impacto significativo de la innovación en el desempeño económico. Todo lo cual, además, opera en un entorno socioeconómico nacional más amplio (sistemas educativos, mercados de trabajo, mercados financieros y regímenes de seguridad social).

El grado de desarrollo y eficiencia de los SNI estudiados, explica las diferencias en competitividad de las economías analizadas, especialmente de su desempeño tecnológico y de su habilidad para innovar. Queda claro de la discusión realizada cómo las diferentes culturas de innovación nacionales (cada una basada en orígenes históricos, características e instituciones industriales, científicas, estatales, político-administrativas y redes interinstitucionales únicas) afectan de manera crucial la capacidad de los actores económicos y los responsables de la formulación de políticas para producir y apoyar innovaciones exitosas. Cada sistema de innovación es diferente, al igual que una sociedad es diferente de otras. Los sistemas de innovación eficientes desarrollan sus perfiles y fortalezas especiales solo lentamente, durante décadas o incluso siglos. Su gobernanza se basa en un desarrollo evolutivo y relaciones de intercambio estables entre las organizaciones de ciencia y tecnología, sector privado y sistema político (Kuhlman y Arnold, 2001). Así, mientras Alemania, Finlandia, Israel y los Países Bajos cuentan con un SNI maduro



---

<sup>11</sup> Es decir, lo que los seres humanos conocen y saben hacer, así como en la forma en que las personas se relacionan unas con las otras dentro y entre las organizaciones.

y eficiente, Brasil y Chile aún presentan serias deficiencias en cuanto las políticas, los actores, la coordinación y la institucionalidad, que les permita alcanzar mayores capacidades tecnológicas y de innovación, y por ende mayor potencial de crecimiento económico.

La revisión de los seis casos de estudio muestra la importancia de contar con un SNI eficiente como piedra angular para un crecimiento económico alto, sostenido, inclusivo y sustentable, basado en el desarrollo de las capacidades nacionales de innovación. Una tarea nada sencilla, que demanda no solo de voluntad política, sino del compromiso de diferentes actores de la academia, del sector privado, de la sociedad civil y del sector público. Algo que bien puede comenzar a suceder cuando dichos actores comprendan la importancia de crear y desarrollar un SNI eficiente para alcanzar mayores niveles de bienestar. De acuerdo con la experiencia de los cuatro países más avanzados bajo estudio, una vez lograda la meta de desarrollo de un eficiente SNI, su dinámica y evolución dependerá cada vez más de las fuerzas del mercado, pero con una importante participación del Estado. Este siempre tendrá el rol de atacar las fallas del mercado, pero su papel en el desarrollo continuo del SNI tenderá a ser cada vez menor.

En términos generales, se puede concluir de la discusión de los Sistemas Nacionales de Innovación analizados, que los SNI exitosos son líderes en gestionar la transición hacia un nuevo paradigma de política de innovación y comparten en común las siguientes características:

- **Comprensión por parte de todos los actores**, principalmente del sector público, del importante papel que juega el Estado en combatir las fallas de mercado y corregir políticas equivocadas que desincentivan la innovación.
- **Voluntad política y acción para desarrollar el Sistema Nacional de Innovación** como piedra angular de la política científica y tecnológica, con miras a alcanzar un mayor crecimiento y desarrollo económico.
- **Definición, implementación, monitoreo y evaluación de políticas y programas tendientes a crear las condiciones necesarias para el desarrollo de un eficiente SNI.** Entre estas políticas y programas cabe resaltar la creación de fondos para apoyar la I+D, el desarrollo del mercado de capitales de riesgo mediante alianzas público-privadas, el apoyo a incubadoras, aceleradoras y al desarrollo de clústeres, así como el establecimiento de un apropiado régimen de propiedad intelectual, entre otras.

- **Una institucionalidad construida para promover el desarrollo permanente de las capacidades nacionales de innovación y tecnológicas**, combatiendo eficientemente las fallas de mercado.
- **Una alta tasa de inversión en educación, investigación e innovación;**
- **Un alto gasto empresarial y gubernamental en I+D;**
- **Una base cada vez más diversificada de ejecutores de I+D;**
- **Enlaces cada vez más estrechos entre la ciencia y el sector productivo;**
- **Un alto nivel de redes entre innovadores;** y
- **Una infraestructura financiera de apoyo**, donde existan instrumentos financieros diferentes al crédito tradicional de especial importancia para las empresas (nuevas [start-ups], en crecimiento y maduras), así como intermediarios financieros no bancarios especializados en este tipo de instrumentos.

Tres principios claves que un eficiente SNI debe cumplir en materia de políticas de innovación, son los siguientes:

- **La innovación debe promoverse ampliamente en todo el espectro de la actividad económica**, es decir, en todos los sectores (no sólo en la “alta tecnología”) y en todo tipo de innovaciones (no solo en los proyectos formales de I+D; no solo en innovaciones disruptivas sino también marginales).
- **Las políticas de innovación deben surgir de un enfoque de abajo hacia arriba y no solo de arriba hacia abajo.** Es decir, lo fundamental es que estas políticas establezcan las condiciones y fortalezcan los incentivos para que las empresas participen activamente en actividades de innovación, ya que la innovación que impulsa el crecimiento surge de amplios consorcios de empresarios del sector privado e investigadores de la academia. Aquí el desarrollo de clústeres tecnológicos en actividades de diversa índole (agrícola, manufactura y servicios) juegan un papel muy importante.
- **Las políticas de innovación deben tener como foco la promoción de innovaciones** en las que se busque tanto la creación de riqueza como el incremento del bienestar.

Si bien en el Anexo A.1 se describen las principales políticas y programas que Alemania, Finlandia, Israel y Países Bajos han adoptado para alcanzar un mayor desarrollo basado en la innovación, cabe señalar que las políticas y programas más importantes de estos países en este campo pueden agruparse en cuatro grandes categorías: desarrollo

de habilidades o competencias, incentivos, acceso a la información y disponibilidad de financiamiento. Conviene desarrollar como parte final de esta sección, algunas ideas sobre estas cuatro categorías.

En el caso de las competencias, la amplia disponibilidad de estas constituye una condición básica para que cualquier estrategia de crecimiento basada en la innovación tenga éxito: las habilidades básicas son necesarias para que surjan ideas innovadoras en primer lugar, se requieren habilidades avanzadas para que los innovadores puedan buscar y absorber la información necesaria, y más aún se requieren habilidades más sofisticadas para que los inventores puedan abordar los problemas tecnológicos y empresariales que se interponen en el camino. Las habilidades en este contexto se refieren así a un amplio espectro de capacidades, que se adquirirán tanto a través de la educación formal, como a través del aprendizaje haciendo (*learning by doing*). Van desde la alfabetización básica hasta la ciencia y la tecnología avanzada (CyT), e incluyen también habilidades gerenciales, perspicacia empresarial y habilidades informáticas. Muchas de estas habilidades deben surgir endógenamente, es decir, una vez que la innovación va en marcha la demanda de habilidades aumenta, presumiblemente llevando a más individuos a adquirirlas, y hay más espacio para aprender haciendo. Lo que es importante para la formulación de política pública a este respecto es una estrategia en dos vertientes: garantizar la oferta de buena educación y formación de competencias públicas tradicionales, por un lado, y por otro, garantizar la capacidad de respuesta de la oferta de competencias profesionales y avanzadas ante la demanda (Trajtenberg, 2006).

En cuanto a los incentivos, debe tomarse en cuenta que detrás de cualquier innovación, ya sea la más trivial o la más sofisticada, hay, por supuesto, un innovador que descubre como resolver un problema con una solución innovadora y la lleva a través de sus etapas iniciales. Estas actividades son costosas y por lo tanto los emprendedores se involucrarían en ellas solo en la medida en que prevean que las recompensas esperadas de la innovación serían significativamente mayores que los costos iniciales. Por lo tanto, los incentivos en este contexto se refieren a la medida en que los inventores potenciales pueden anticipar recompensas suficientemente altas. Un aspecto que tradicionalmente se incluye en este campo es la disponibilidad de mecanismos adecuados de apropiación, como las patentes y otros

medios de protección de la propiedad intelectual. Esto es importante, porque regímenes de propiedad intelectual débiles pueden desalentar a los inventores locales.

Dada la importancia de hacer de la innovación una actividad de amplio espectro en la economía y considerando por ende que los innovadores provienen de todo tipo de ocupaciones, puestos y sectores, las empresas deberían garantizarles una participación en el éxito de la empresa o prever una movilidad interna ascendente. Adicionalmente es importante contar con mercados laborales fluidos, en el sentido de ofrecer oportunidades de movilidad entre empresas, sectores y áreas geográficas. Así, los incentivos deben proveer políticas de inclusión y apertura.

Los laboratorios de I+D de grandes empresas bien establecidas son muy conscientes de estos problemas y, por lo general, los manejan bien, como se refleja en los incentivos previstos en los contratos con sus científicos y técnicos; sin embargo, ese no es el caso en la mayoría de las empresas de menor tamaño y en la generalidad de las actividades productivas, por lo que el Estado tiene un papel que jugar en este campo promoviendo que los mercados laborales, las estructuras organizativas, las prácticas de promoción y los moldes institucionales relacionados eventualmente reaccionen de manera más endógena a un aumento de las innovaciones; es decir, dar el impulso inicial a tales cambios (Trajtenberg, 2006).

Respecto al acceso a la información, el acceso al acervo de conocimientos y a los flujos de información actualizados es una condición necesaria para que haya innovación, principalmente el acceso a la información sobre la tecnología y sobre los mercados de insumos y productos. Esto es muy importante ya que la innovación a menudo proviene de la "recombinación de ideas" (Weitzman, 1998).

El conocimiento íntimo del mercado del producto (mejorado) también es necesario para que la innovación tenga posibilidades razonables de éxito comercial (y no solo tecnológico). Esto implica recopilar información sobre el mercado de los sustitutos cercanos existentes y para formar estimaciones del tamaño del mercado para el producto nuevo/mejorado. El innovador también necesita reunir información sobre los precios y la disponibilidad de insumos, que normalmente abarca una amplia gama de alternativas que pueden afectar a la rentabilidad, y evaluar la competencia futura, tanto local como internacional, que pueda surgir como consecuencia de la innovación.



El acceso a una amplia gama de información es, por lo tanto, clave para que los inventores puedan formular y elaborar sus innovaciones, y por ello esta puede eludir grandes segmentos de la población de posibles inventores. Hay una gran cantidad de cosas que se pueden hacer para aumentar el acceso a la información, incluyendo fomentar a los intermediarios del conocimiento, promover la competencia y la apertura en diversos tipos de medios de comunicación, desarrollar canales para la educación continua en varios niveles, asegurarse de que los datos sobre los mercados se publicitan ampliamente, etc. Proporcionar acceso a Internet a la población en general es quizás uno de los medios más eficaces para asegurar el acceso generalizado a la información pertinente; sin embargo, eso va más allá de desplegar una red de fibra óptica, tener acceso a las PC y a los ISP: los usuarios necesitan que se les enseñen habilidades informáticas rudimentarias, así como técnicas de búsqueda. Así mismo, la promoción del aprendizaje de otros idiomas, como el inglés, pueden ser una tarea muy importante en esta materia (Trajtenberg, 2006).

Finalmente, sobre la disponibilidad de financiamiento, como ya se ha discutido, una de las características económicas de la creación de conocimiento es que implica asimetrías de información que conducen a

una brecha de financiación. En los países en desarrollo, este problema se ve gravemente agravado por el hecho de que los mercados de capitales normalmente no están bien desarrollados y, en particular, por la escasez de financiación para las pequeñas empresas y los empresarios individuales. Los riesgos inherentes asociados con los proyectos innovadores, la ausencia de garantías para esos proyectos (en contraposición a la inversión en capital físico, equipos o estructuras) y la falta de experiencia para examinarlos hacen extremadamente difícil para los inventores asegurar los recursos financieros necesarios. La provisión de tales fondos es entonces un papel fundamental que el Gobierno debe desempeñar en el contexto de prácticamente cualquier política de innovación plausible. La cuestión es cómo estructurar el apoyo financiero para proporcionar fuertes incentivos a los inventores, al mismo tiempo que se evitan los males de la corrupción, por un lado, y del riesgo moral (de los inventores), por otro. A pesar de estas dificultades, se trata de un ámbito en el que existe una gran cantidad de experiencia en países avanzados como Alemania, Finlandia, Israel y los Países Bajos, que se puede aprovechar para diseñar políticas y programas de apoyo razonables (ver Anexo A.1 para detalles).

Cuadro 3. Comparación de aspectos relevantes de los SNI de Alemania, Finlandia, Israel, Países Bajos, Brasil y Chile

ASPECTOS RELEVANTES	Alemania	Finlandia	Israel	Países Bajos	Brasil	Chile
<i>Importancia dada a la innovación y alineamiento de otras políticas a los esfuerzos de innovación</i>	+	+	+	+	+/-	+/-
<i>Comprensión correcta de los fracasos de mercado en el campo de la innovación para el diseño de políticas</i>	+	+	+	+	+/-	+/-
<i>Visión sistémica para promover la CTel</i>	+	+	+	+	+/-	+/-
<i>Fomento de todo tipo de innovación y en todas las actividades productivas</i>	+	+	+	+	+/-	+/-
<i>Gobernanza (colaboración y coordinación estratégica; monitoreo y evaluación de políticas y programas)</i>	+	+	+	+	+/-	+/-
<i>Consejos de Ciencia, Tecnología e Innovación (CTel)</i>	+	+	+	+	+/-	+/-
<i>Desarrollo de actores claves del Sistema Nacional de Innovación</i>	+	+	+	+	+	+
<i>Agencias especializadas para la ejecución de las políticas de CTel</i>	+	+	+	+	+	+
<i>Trabajo en redes entre y dentro de las instituciones de gobierno, academia y sector público</i>	+	+	+	+	-	-
<i>Desarrollo de fuentes de financiamiento para las actividades de innovación (p.ej. industria de capitales de riesgo)</i>	+	+	+	+	+/-	+/-
<i>Fortalecimiento de la relación U-Empresa (educación, investigación y transferencia tecnológica)</i>	+	+	+	+	+/-	+/-
<i>Promoción de la calidad, la cobertura y la pertinencia de la educación a todo nivel</i>	+	+	+	+	+/-	+/-
<i>Infraestructura de apoyo a la innovación (ej. incubadoras, aceleradoras, centros de investigación, propiedad intelectual)</i>	+	+	+	+	+/-	+/-
<i>Desarrollo de clústeres tecnológicos en diversas actividades</i>	+	+	+	+	+/-	+/-
<i>Atracción de IED para participar en I+D</i>	+	+	+	+	+/-	+/-
<i>Apoyo con políticas e instrumentos a las PYMES para su participación en actividades de innovación</i>	+	+	+	+	+/-	+/-

*Nota:* + resultados positivos; +/- resultados regulares; - resultados deficientes



Finalmente, cabe señalar que la exitosa experiencia de estos países señala la importancia de contar con un eficiente SNI como atractivo para que muchas empresas multinacionales decidan establecer operaciones allí, principalmente en áreas de I+D. Además, muchas de estas empresas realizan actividades de innovación abierta (i.e. fuera de sus instalaciones gracias a la participación de otros actores), lo cual promueve el desarrollo de un entorno cada vez más propicio para la innovación en la economía como un todo.

Como es evidente en el cuadro 3, en los seis países estudiados existen los mismos elementos, pero unos sistemas son más disfuncionales que otros, porque la calidad de las instituciones o formas de interactuar

entre estos elementos son diferentes. La discusión anterior muestra la importancia de un SNI maduro y eficiente como piedra angular para el desarrollo de las capacidades de innovación, base de un crecimiento económico alto y sostenido. Una tarea nada sencilla. Se necesita no solo de voluntad política, sino del compromiso de diferentes actores de la academia, del sector privado, de la sociedad civil y del sector público para la acción. Esto bien puede comenzar a suceder cuando dichos actores comprendan la importancia de crear y desarrollar las interacciones necesarias para un SNI eficiente, que permita alcanzar mayores niveles de desarrollo y bienestar.

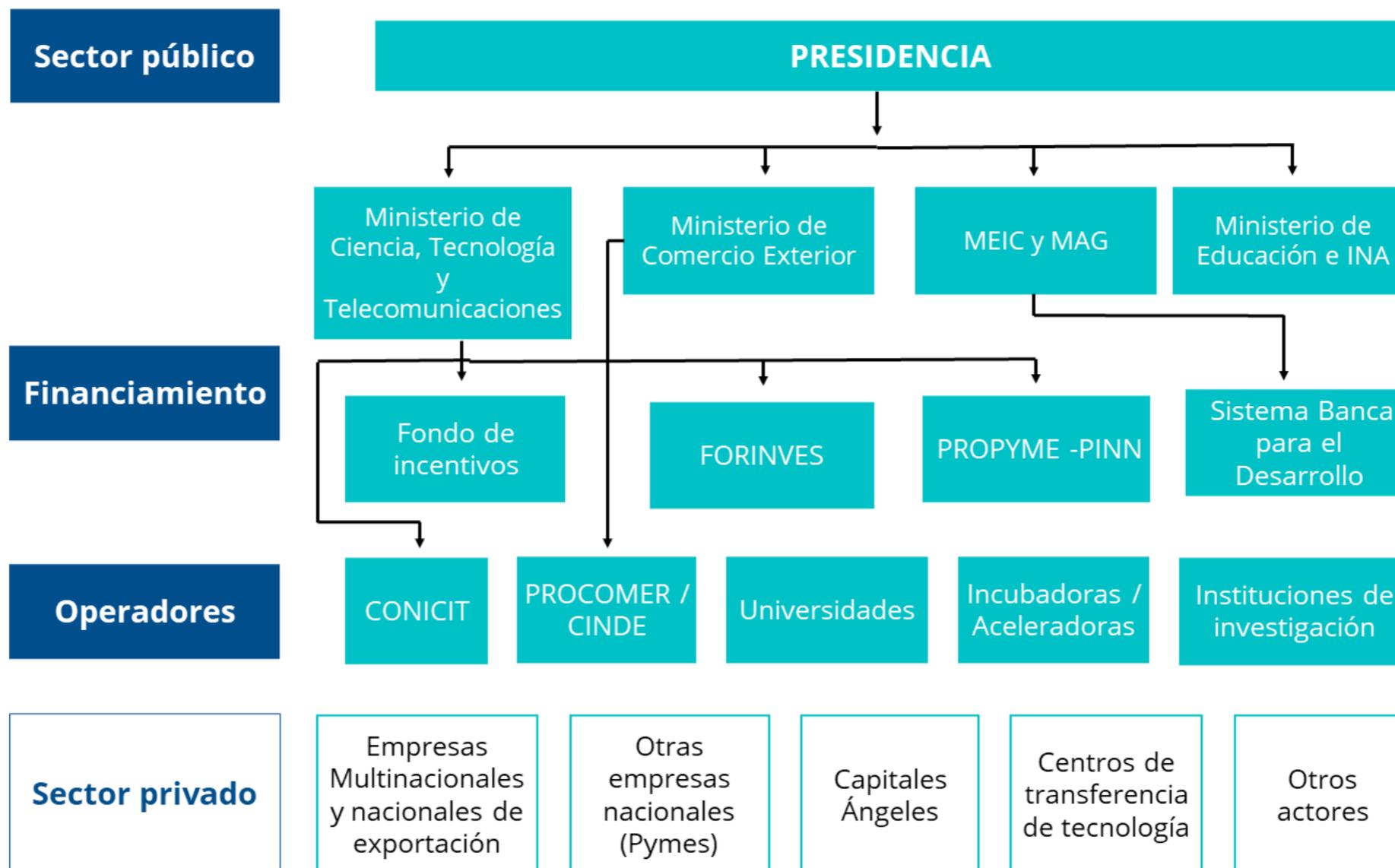
# SISTEMA NACIONAL DE INNOVACIÓN DE COSTA RICA



El Sistema Nacional de Innovación de Costa Rica ha sido estudiado por varios analistas (Buitelar, et al. 2000; Segura-Bonilla, 2001; Crespi, 2010; Monge-González, 2016; OCDE, 2017; entre otros), lo cuales han identificado importantes retos y fortalezas que se discuten en esta sección. En la figura 9 se muestra el perfil institucional y los flujos claves

entre los actores del SNI de Costa Rica; es decir quién define y coordina las políticas en materia de ciencia, tecnología e innovación, quién las ejecutan, cuáles fondos de financiamiento existen, así como cuales son los principales actores del sistema.

Figura 3. Perfil institucional y flujos del Sistema Nacional de Innovación de Costa Rica



Fuente: Elaboración propia del autor

## SECTOR PÚBLICO

Además del Ejecutivo, hay cinco ministerios y una institución de enseñanza los cuales definen y ejecutan políticas y proyectos que afectan directamente la capacidad de innovación de las empresas en Costa Rica: Ministerio de Ciencia, Tecnología y Telecomunicaciones (MICITT), Ministerio de Comercio Exterior (COMEX), Ministerio de Economía, Industria y Comercio (MEIC), Ministerio de Agricultura y Ganadería (MAG), Ministerio de Educación (MEP) y el Instituto Nacional de Aprendizaje (INA).

Otro actor importante en el SNI de Costa Rica es el Consejo Nacional para Investigaciones Científicas y Tecnológicas (CONICIT), creado en 1972 mediante Ley 5048 como una institución autónoma con personalidad jurídica propia y un fondo fiduciario que se repone anualmente. Las principales misiones de esta institución son: promover el desarrollo de actividades científicas y tecnológicas para fines pacíficos; asesorar al gobierno en asuntos científicos y tecnológicos, y desarrollar y mantener un inventario de recursos humanos, físicos e institucionales que constituyen el potencial científico y tecnológico del país (OCDE, 2017).

Un rasgo importante de la institucionalidad de Costa Rica en materia de CTI es que el MICITT, como ente rector en este campo, fue creado con posterioridad al CONICIT (i.e. 1986), pero no se tuvo el cuidado de establecer una correcta jerarquía entre ambas organizaciones. De hecho, a diferencia de lo que ocurre en otros países, el CONICIT no depende jerárquicamente del MICITT, lo cual genera serios problemas de coordinación y obliga al MICITT a diseñar y ejecutar políticas y proyectos, en lugar de enfocarse en su labor rectora y delegar en operadores especializados la ejecución de las políticas y proyectos en el campo científico tecnológico (Monge-González, et al., 2020).

## FINANCIAMIENTO

Desde el punto de vista financiero, Costa Rica cuenta con cuatro fuentes distintas de financiamiento para los esfuerzos de innovación: Fondo de incentivos, FORINVES, Propyme-PINN y Sistema de Banca para

De acuerdo con el análisis de la política de CTI en Costa Rica, elaborado por la OCDE en el 2017, el MICITT ha carecido desde sus inicios de los recursos y las competencias para diseñar e implementar efectivamente políticas en apoyo de la innovación empresarial. Además, la lógica del desarrollo de las capacidades en ciencia y tecnología por parte del CONICIT y de la comunidad académica representada por el Consejo Nacional de Rectores (CONARE), continuó prevaleciendo en los primeros años después de la creación del ministerio.

A inicios de la segunda década de los 2000, el MICITT fue fortalecido financieramente con un préstamo del Banco Interamericano de Desarrollo (Préstamo PINN del BID), principalmente para fomentar la capacidad innovadora de los negocios (préstamos FODETEC), el apoyo a proyectos de investigación pública competitivos (subvenciones FORINVES -Fondo de Riesgo para la Investigación), la formación de capital humano calificado y la infraestructura de ciencia y tecnología, la cual recibió la mayor parte del préstamo. A pesar de los nuevos incentivos de financiación, la gobernanza del sistema de ciencia y tecnología no mejoró significativamente como para fomentar las interacciones sistémicas o incentivar una “coevolución” entre la dinámica (y las necesidades) de innovación de las empresas y el desarrollo de la infraestructura de conocimiento y la capacidad de investigación de instituciones de educación superior (IES) e institutos públicos de investigación (IPI). En la actualidad es bastante claro que la débil capacidad de absorción de una gran mayoría de las pymes está afectando negativamente la integración de estas en las cadenas globales de valor y los vínculos con empresas extranjeras (OCDE, 2017).

el Desarrollo (SBD). Los primeros tres fondos son administrados desde el MICITT en coordinación, en algunos casos, con el CONICIT, mientras el SBD es coordinado en forma conjunta por el MEIC y el MAG. Además,



desde finales del año 2019, PROCOMER y el SBD crearon un fondo público de capital de riesgo para la diversificación y fortalecimiento de las pymes exportadoras, el cual es de muy limitada cobertura, ya que es un programa piloto, con un capital de US\$ 500 mil.

En adición a estos fondos, existen en el país algunas iniciativas privadas de apoyo a la innovación como capitales ángel (ej. Carao Ventures y Yo Emprendedor) e incubadoras (ej. Parque Tec), las cuales tienen un nivel de operación muy modesto aún, si se le compara con el desarrollo y papel que juegan estos actores en países como Alemania, Finlandia, Israel y los Países Bajos.

Además de la existencia de estos fondos, de acuerdo con la encuesta de innovación 2005/06 realizadas por el MICITT, aproximadamente más de la mitad de las empresas costarricenses financian más del 75 por ciento de su gasto en actividades de innovación por sí mismas, mediante la reinversión de sus ganancias (Monge-González, 2016). Otras dos fuentes utilizadas para financiar innovaciones son los aportes de los propietarios y los créditos bancarios<sup>12</sup>. Esta situación no ha cambiado

significativamente entre 2006 y 2016. De hecho, de acuerdo con la última encuesta de innovación 2015/16<sup>13</sup>, las fuentes de financiación utilizadas para llevar a cabo actividades de innovación en la abrumadora mayoría de las empresas siguieron siendo la reinversión de ganancias o aportes de los propietarios<sup>14</sup>. Casi ninguna empresa utiliza los recursos disponibles para tales fines en fondos públicos como PROPYME. Así, solo el 1,1 por ciento de las empresas obtuvo financiamiento en el año 2016 de este programa y un 12 por ciento manifestó no conocerlo. Por otra parte, solo un 6 por ciento de las empresas señaló utilizar fondos de capital de riesgo e incubadoras para sus actividades de innovación. Ninguna empresa señaló utilizar recursos del SBD. A todas luces la situación antes descrita constituye una importante deficiencia del Sistema Nacional de Innovación de Costa Rica. De hecho, sin un mercado de capitales de riesgo que financie las iniciativas innovadoras de las empresas según sus diferentes etapas de desarrollo, a saber: incubación (start-up or spin-off), aceleración y/o reorganización, es imposible pensar en que Costa Rica pueda llegar a contar a futuro con un eficiente y moderno SNI.

## OPERADORES

Dos agencias claves en el SNI, con fines y objetivos diferentes, pero complementarios, han desempeñado un papel central en la estrategia orientada a la promoción de las exportaciones de Costa Rica: (1) CINDE, la institución nacional responsable de promover el país como destino de inversión, con un importante éxito en la atracción de multinacionales

de media y alta tecnología<sup>15</sup>, y (2) PROCOMER, cuyo objetivo principal es promover las exportaciones del país. CINDE es una institución privada sin fines de lucro creada en 1982 y declarada de interés público en 1984. PROCOMER se creó en 1996 mediante la Ley 7638, que creó el Ministerio de Comercio Exterior. PROCOMER facilita y promueve el comercio de



---

<sup>12</sup>Aunque el porcentaje de empresas que informa usar estos tipos de financiación son muy pequeños (alrededor del 3 por ciento en cada caso).

<sup>13</sup>[https://www.micit.go.cr/sites/default/files/indicadores\\_2017\\_compressed\\_1.pdf](https://www.micit.go.cr/sites/default/files/indicadores_2017_compressed_1.pdf)

<sup>14</sup>En efecto, el 65 por ciento de las empresas financian en el 2016 más del 75 por ciento de sus actividades de innovación de esta forma.

<sup>15</sup>Costa Rica cuenta con más de 300 multinacionales que operan en el país en diversos campos, algunas de las cuales cuentan con laboratorios de I+D (v.g. Intel y Boston Scientific), y otras que realizan actividades de innovación abierta.

Costa Rica en el exterior. Según la ley, sus principales funciones se basan en diseñar y coordinar programas relacionados con la promoción de exportaciones e inversiones (OCDE, 2017). Cabe señalar que PROCOMER ejecuta diversos proyectos de apoyo a la innovación para exportar, principalmente a pymes exportadoras (Monge-González, 2020), mientras CINDE promueve la atracción de inversiones extranjeras directas, las cuales sirven de caldo de cultivo para el desarrollo de encadenamientos productivos con empresas locales promovidos por PROCOMER. Estos encadenamientos facilitan el derrame de conocimientos y la transferencia de tecnologías, ambos factores impactan positivamente la capacidad de innovación y productividad de las empresas proveedoras locales (Sandoval, et al., 2018).

Respecto a las universidades y centros de investigación, Vestergaard y Díaz (2007) sostienen que la Universidad de Costa Rica tiene la mayor capacidad de investigación en el país, con una red de 64 laboratorios que realizan actividades de investigación y brindan servicios científicos y tecnológicos en áreas como la biología molecular y celular, la química atmosférica, tecnologías de alimentos y materiales, y modelos estructurales. En 2010, el 27,4 por ciento de los investigadores de la UCR tenían doctorados (Estado de la Nación, 2010). En el período 2007–09, las tres áreas principales en las que se llevaron a cabo los proyectos fueron ciencias básicas (29,4 por ciento), agricultura (23,4 por ciento) y salud (15,6 por ciento) (Estado de la Nación, 2010). Para el año 2018, en la UCR los proyectos de investigación se llevaron a cabo principalmente en las ciencias exactas y naturales (40,2%), ciencias sociales (17,5%), ciencias médicas (9,2%), ciencias agrícolas (8,6%), ciencias de la educación (8%), e ingenierías y tecnologías (7,8%)<sup>16</sup>.

Además de la Universidad de Costa Rica creada en 1940, Costa Rica cuenta con otras dos universidades públicas -Instituto Tecnológico de Costa Rica (1971) y Universidad Nacional de Costa Rica (1973)-, estas tres

universidades en conjunto poseen la mejor infraestructura y recursos humanos en materia de CyT<sup>17</sup>.

En su estudio sobre los sistemas nacionales de innovación en América Central, Padilla, Gaudin y Rodríguez (2012) encuentran que en Costa Rica hay centros de investigación en varias áreas y destacan las capacidades desarrolladas en tecnología agrícola, alimentos y biotecnología en el Centro Nacional de Ciencia y Tecnología de Alimentos (CITA) y en el Centro Nacional de Innovación Biotecnológica (CENIBIOT). Estos centros a menudo tienen equipos científicos avanzados, asociaciones internacionales y vínculos con empresas; también brindan servicios a entidades públicas y privadas. Dentro de las universidades, hay unidades y centros de investigación especializados también en tecnologías agrícolas, alimentos y biotecnología (por ejemplo, el Centro de Investigación de Biotecnología del Instituto Tecnológico de Costa Rica).

También existen laboratorios públicos de investigación asociados con los ministerios: estos a menudo se centran en temas de prioridad nacional bajo las agendas del gobierno. Por ejemplo, los ministerios de agricultura y salud comúnmente tienen laboratorios para monitorear y supervisar actividades en áreas como microbiología, desechos biológicos y control y prevención de enfermedades. La vinculación de las universidades y los centros de investigación con el sector privado se centra en la capacitación y los flujos de recursos humanos hacia las empresas, lamentablemente dentro de un marco de interacción débil. Las ventas de servicios y asistencia técnica también se realizan en menor medida. La realización de proyectos conjuntos de investigación ocurre esporádicamente, aunque existen oficinas de transferencia de tecnología (TTO) para difundir y comercializar los resultados de la investigación, aunque estos esfuerzos no han tenido efectos (Monge-González, 2016).

---

<sup>16</sup> <https://hipatia.cr/dashboard/investigacion-y-venta-de-servicios-universitarios>

<sup>17</sup> Además de estas tres universidades públicas, el país cuenta con dos más: la Universidad Estatal a Distancia y la Universidad Técnica Nacional, así como un número significativo de universidades privadas, estas últimas enfocadas más en la enseñanza de las áreas sociales.

En general, hay pocos recursos dedicados a la investigación. El número de docentes que realizan actividades de investigación es bajo, y los recursos para la investigación representan un pequeño porcentaje del presupuesto total. En algunos casos existe infraestructura de alto nivel disponible, pero la mayoría de los laboratorios de investigación a menudo no están equipados adecuadamente. Además de la falta de fondos, muchas veces los investigadores deben dedicar un número significativo de horas a la enseñanza. La falta de personal no permite a los investigadores realizar investigaciones a largo plazo y limita su capacidad para vincularse con otros actores del sistema, particularmente en el sector productivo (Padilla, Gaudin y Rodríguez, 2012).

De acuerdo con Monge-González (2016) el nivel académico de la fuerza laboral costarricense muestra mejoras sustanciales en el pasado reciente. En el año 2000, el 64 por ciento de la fuerza laboral había completado la educación primaria, el 15 por ciento de educación secundaria y solo el 16 por ciento tenían un título universitario. Esta situación ha mejorado durante la última década: para 2011, el porcentaje de trabajadores que habían completado la educación secundaria se había más que duplicado (37 por ciento) y el porcentaje con un título universitario aumentó significativamente (23 por ciento).

A pesar de la alta tasa de la matrícula en el país en educación terciaria (más del 40 por ciento), los estudiantes no se gradúan con títulos en los campos con la mayor demanda de las empresas. Más del 70 por ciento de todos los estudiantes se gradúan con títulos en ciencias sociales y educación, mientras que menos del 13 por ciento se gradúan con títulos de ingeniería y tecnología. Esto se debe principalmente a las capacidades limitadas del lado de la oferta derivadas de la falta de infraestructura y profesores. De hecho, solo el 1,1 por ciento de los profesionales en estos campos tienen títulos de posgrado, y la comunidad científica de Costa Rica tiene una capacidad limitada para capacitar ingenieros y expertos en tecnología (Monge-González y Tacsir, 2014).

La OCDE (2012) destaca que, aunque el país produce graduados de alta calidad, existe una desalineación significativa entre la oferta de

graduados por área de especialización y las habilidades requeridas por el sector productivo. Por ejemplo, los graduados de doctorado en Costa Rica se destacan en su preferencia por las ciencias sociales; de los 93 doctorados otorgados por Costa Rica en 2000-2002, todos menos uno, estaban en ciencias sociales. Durante 2007-2009, Costa Rica duplicó con creces el número de doctorados otorgados, pero las disciplinas más relacionadas con la tecnología aún eran raras: solo el 2 por ciento del total de graduados estaban en ciencias naturales, y no se otorgaron doctorados en ingeniería y ciencias de la computación.

De acuerdo con las estadísticas oficiales del MICITT, el sector académico es la principal fuente de inversión en I + D en Costa Rica, con casi la mitad de los fondos totales invertidos en esta área. Este resultado contrasta con la participación de la inversión del sector privado en I + D, que es menor y ha venido disminuyendo durante los últimos años<sup>18</sup>. Monge-González et al. (2020) afirman que Costa Rica invierte menos de la mitad de un punto porcentual en I+D (0,5 respecto al PIB), del cual el 76 por ciento proviene del sector público. De acuerdo con estimaciones del BID y la OCDE, el país debería invertir al menos el doble de esta cifra para alcanzar los niveles promedio de los países de la OCDE en los años 70. Además de lo anterior, los autores argumentan que solo el 13 por ciento de la inversión en I+D proveniente del sector público está orientada a resolver problemas del sector productivo. Así, la mayor parte de estos recursos se utilizan para hacer investigaciones por la curiosidad de los investigadores, lo cual contrasta con los resultados para la media de los países de América Latina y la OCDE, donde el 42 por ciento y el 71 por ciento de los fondos públicos invertidos en I+D están orientados a proyectos específicos que tienen por propósito resolver problemas del sector privado.

En adición a los resultados anteriores, los autores encuentran también que la mayoría de los instrumentos empleados en Costa Rica para promover la innovación son instrumentos de oferta, con pocos recursos y sin el mayor monitoreo y evaluación. En síntesis, según Monge-González et al. (2020) en Costa Rica se invierte poco en I+D y lo poco

---

<sup>18</sup> Véase los informes de indicadores en ciencia y tecnología del MICITT.

que se invierte no se hace muy bien. El país, de acuerdo con los autores, carece de importantes capacidades tecnológicas y de innovación, lo que limita su capacidad de crecimiento económico.

Para Crespi (2010) en términos del esfuerzo en innovación y del resultado de la misma Costa Rica se encuentra por debajo del promedio de países de ingreso per cápita similar. Esta situación es problemática ya que, tal y como lo señala el autor, así como la inversión en capital físico va incrementando el acervo de este factor productivo en la economía, así también la inversión en I+D va incrementando el acervo de conocimiento. Más aún, de acuerdo con sus resultados el autor estima que la tasa óptima para Costa Rica en materia de I+D es de 1,6 por ciento del PIB, la cual contrasta con la tasa real de alrededor del 0,5 por ciento del PIB. Así, debido a que la tasa de retorno social de la I+D es 3 veces mayor que la de la inversión física en Costa Rica, según estimaciones de Lederman y Maloney (2004), la importante brecha entre la tasa de I+D/PIB óptima y efectiva indica que existe un potencial importante para explotar esta rentabilidad mediante un mayor nivel de esfuerzo en I+D.

En síntesis, el resultado anterior denota que el país no tiene la capacidad necesaria para incrementar el acervo de conocimiento, vital para lograr hacer nuevas y más complejas innovaciones. Por otra parte, este mismo autor señala que el Sistema Nacional de Innovación muestra importantes fallas. De hecho, Crespi encuentra cuatro áreas en las cuales Costa Rica enfrenta serios obstáculos para incrementar su capacidad de innovación e inversión en I+D: incrementar los niveles de escolaridad (especialmente en secundaria y terciaria), el acceso al financiamiento y la protección de la propiedad intelectual, así como incrementar el grado de competencia en general y en particular, mediante la reducción del costo de entrada de nuevas empresas al mercado.

Conviene señalar acá brevemente la relación entre estas cuatro variables y la innovación e I+D, la cual en algunos casos es relativamente clara, pero en otros no. En el caso de la educación, debe recordarse que la inversión en I+D es relativamente intensiva en capital humano por lo que se esperaría que países con bajos niveles de educación tendrían más impedimentos para invertir en nuevas tecnologías. De igual forma en materia financiera, es de esperar que un mercado financiero más

desarrollado facilite el acceso al financiamiento y por ende esté en mejores condiciones de canalizar recursos hacia nuevos proyectos, sobre todo a aquellos que, dado su alto componente tecnológico, tienden a ser más riesgosos y típicamente no financiados por mercados de capitales poco profundos. En cuanto a la propiedad intelectual, es de esperar que países con un sistema de protección en esta materia más estricto presenten mayores incentivos a la inversión en nuevas tecnologías. Ello por cuanto, en ausencia de protección, la inversión en conocimiento puede ser apropiada por quienes no necesariamente han realizado el esfuerzo de gasto en I+D; sin embargo, en economías en desarrollo en las cuáles un componente importante de la innovación es la imitación de ideas generadas en los países más desarrollados, derechos de propiedad muy estrictos pueden afectar negativamente el esfuerzo en innovación e I+D (Helpman, 1993). Finalmente, en cuanto a la variable competencia la relación de esta con la innovación y la inversión en I+D tiende a ser menos clara según la literatura. Algunos trabajos empíricos han encontrado evidencia de una relación en forma de U invertida, en que la competencia incrementa primero la innovación y luego la reduce (Aghion, et al., 2005).

De acuerdo con los resultados del trabajo de Crespi (2010) la evidencia sugiere que Costa Rica está bastante rezagada en todos los cuatro factores estudiados. Por lo cual, estos deberían constituirse en una parte importante en las prioridades de política del país. Estos resultados son reforzados por los hallazgos de la OCDE (2017). Ellos señalan que las debilidades del SNI afectan a las firmas de todo tamaño, en especial a los nuevos emprendimientos y las empresas de menor tamaño. La OCDE (2017) señala como debilidades del SNI de Costa Rica: la escasez de habilidades, especialmente en términos de ingenieros y técnicos, las débiles capacidades de innovación de las empresas domésticas, el limitado apoyo gubernamental para la mejora tecnológica, las restricciones financieras a la innovación y las onerosas regulaciones laborales e impositivas. Además, de acuerdo con Loría y Marchiniagami (2019) a las restricciones anteriores deben sumarse los problemas relacionados con la deficiente infraestructura y logística, así como los elevados costos de la energía.

## MARCO INSTITUCIONAL

Si bien Costa Rica cuenta con muchos actores claves en los temas de ciencia y tecnología, es evidente según la discusión anterior, que el marco institucional de ciencia, tecnología e innovación costarricense (es decir, su SNI) es aún deficiente y por ello no ha sido capaz de garantizar una inversión importante y sostenida, ni el desarrollo de las capacidades nacionales de innovación. Adicionalmente, esta institucionalidad tampoco ha sido capaz de crear los espacios para una mayor participación privada en el esfuerzo nacional de innovación, ni para un vínculo más estrecho entre los centros de investigación de las universidades y el sector productivo privado. Estos resultados son respaldados por los hallazgos del Estado de la Ciencia, Tecnología e Innovación (Estado de la Nación, 2014), en el cual se señala que en materia de CTI Costa Rica cuenta con un marco institucional complejo e ineficaz, una escasez de recursos públicos y la dispersión de programas de apoyo pobremente dotados de recursos humanos y financieros.

Si bien se han llevado a cabo esfuerzos por mejorar la institucionalidad en el campo de la innovación y la productividad, estos no se han concretado a través del tiempo. Un claro ejemplo de esto es lo ocurrido con el Consejo Presidencial de Competitividad e Innovación (CPCI), creado en el año 2010, durante la administración Chinchilla-Miranda. El CPCI fue concebido como un mecanismo para la coordinación interinstitucional de políticas públicas para promover la innovación y la competitividad del país. Este consejo era dirigido por la propia presidenta de la república con el apoyo de una secretaría técnica. Perteneían a él varios miembros del gabinete y representantes del sector privado. La importancia estratégica y aporte del CPCI fue reconocida en un estudio del BID (Stein, et al., 2018).

Poco antes de finalizar el período de gobierno de la Administración Chinchilla-Miranda, el BID patrocinó una evaluación del CPCI (Ortega, 2013) la cual sugiere establecer el Consejo por ley y mejorar su funcionamiento. Para ello, recomiendan crear el Comité Ejecutivo propio del CPCI<sup>19</sup>, el Comité Asesor ad-honorem conformado por reconocidos expertos nacionales de diferentes campos del saber y representantes del sector privado y la academia; y la Secretaría Técnica para brindarle apoyo tanto al CPCI como a su Comité Asesor. De esta forma, el Comité Asesor vendría a jugar un papel en materia de planeamiento estratégico similar al que realizan en otros países ciertas organizaciones públicas creadas para dicho propósito (p. ej., Enterprise Ireland y Enterprise Estonia)<sup>20</sup>. Es decir, este comité asesor estaría a cargo de la construcción, seguimiento y actualización de la estrategia país. Por su parte, el Comité Ejecutivo tendría a cargo el nivel político, coordinando políticas de competitividad y Ciencia, Tecnología e Innovación; formulando políticas y dando seguimiento por medio indicadores globales; definiendo políticas, incentivos, regulaciones, infraestructura habilitante y presupuestos; así como creando la institucionalidad de apoyo (agencias) que se requiera para implementar la estrategia.

La figura 4 muestra la conformación del nuevo CPCI (al cual convendría llamar mejor Consejo Nacional para la Innovación y la Productividad) según las recomendaciones surgidas de la evaluación hecha por encargo del BID, en la cual es clara la división de funciones entre los comités estratégico y el asesor, así como el papel de la Secretaría Técnica y otras dependencias de los ministerios públicos (agencias).

No obstante lo anterior, en el año 2014, bajo la administración Solís-Rivera, la figura original del CPCI se modificó dividiéndolo en dos

---

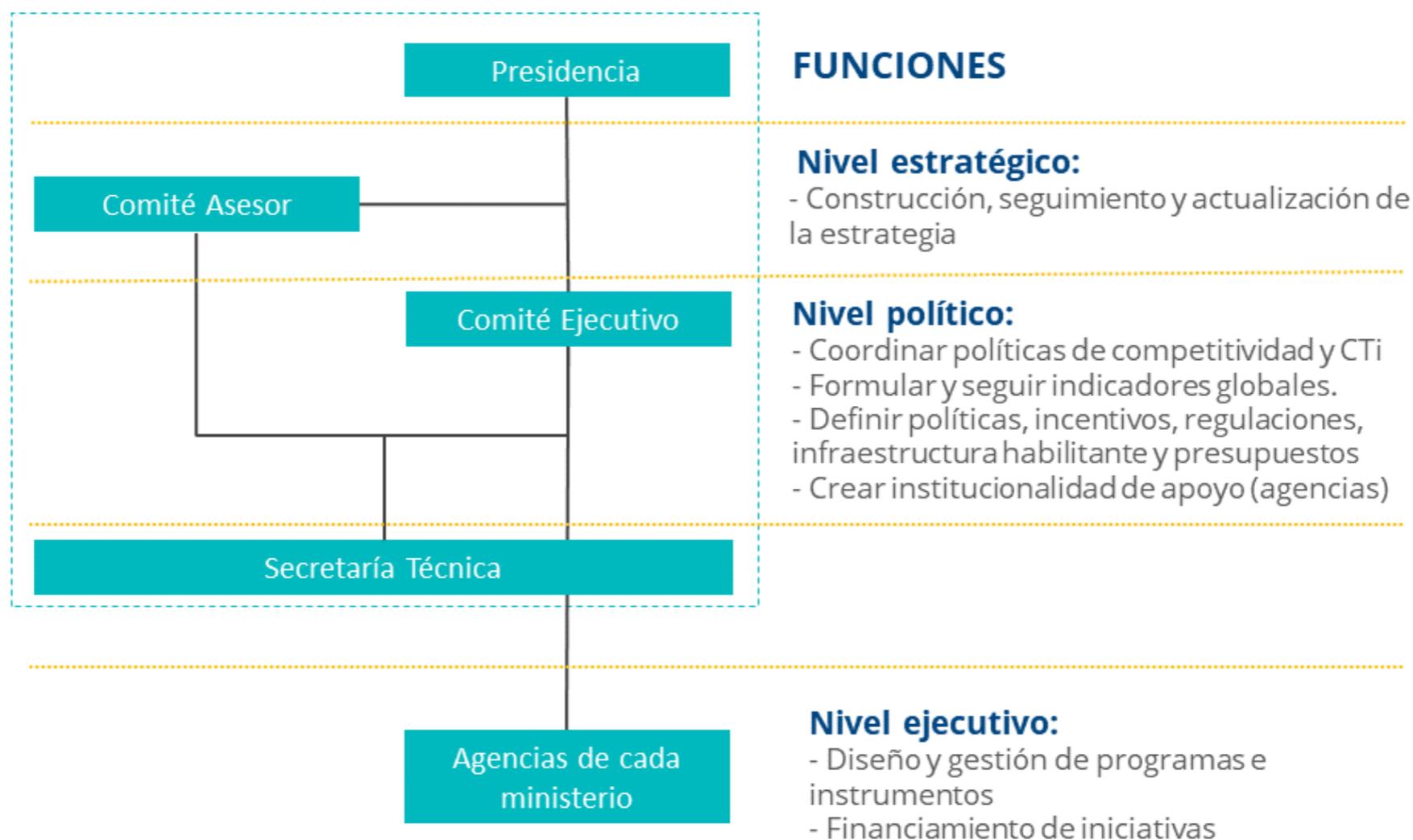
<sup>19</sup> Integrado por miembros del gabinete (por ejemplo: presidente de la república, vicepresidentes, ministros de Hacienda, Economía, Educación, Ciencia, Tecnología y Telecomunicaciones, Trabajo, Comercio Exterior, Planificación y otras instituciones públicas)

<sup>20</sup> Para una discusión sobre este tipo de instituciones véase Monge González (2019).

consejos independientes, cada uno presidido por un vicepresidente de la república: uno sobre competitividad y otro sobre innovación, además de mesas de trabajo sobre Talento Humano. Esto hizo muy difícil elaborar y coordinar estrategias coherentes para promover la

innovación y la productividad. Cabe señalar que ni el CPCI ni el conjunto de los dos consejos posteriores y la mesa de trabajo, tuvieron una función de coordinación presupuestaria, lo cual constituyó una debilidad importante en materia de institucionalidad (OCDE, 2017).

Figura 4. Consejo Nacional para la Innovación y la Productividad



Elaboración propia con base en Ortega (2013).

En la administración Alvarado-Quesada (2018-2022), los consejos de competitividad e innovación de la administración anterior fueron eliminados, con lo cual el país se quedó sin un órgano para definir y coordinar las políticas estratégicas necesarias para promover la innovación y la productividad en el país. No obstante lo anterior, en el Congreso de la República está presentado un proyecto de Ley con el propósito de dotar de una mejor institucionalidad al CPCI<sup>21</sup>. Se garantiza su funcionamiento a futuro, tanto desde el punto de vista organizativo como financiero, así como la posibilidad de construir un órgano ad-honorem encargado de elaborar la estrategia país en el campo de la innovación y la productividad. Ahora bien, mientras Costa Rica no cuente con un CPCI según las líneas señaladas en la figura 10 o alguna alternativa parecida, el país seguirá careciendo de una apropiada institucionalidad para definir, coordinar, monitorear y evaluar de manera continua las políticas de apoyo a la innovación y la productividad.

Monge-González et al. (2020) discuten cuáles deberían ser los principales atributos que debiera contemplar el marco institucional de Costa Rica para una operación más efectiva del SNI. En síntesis, los autores plantean las fallas que según la literatura un buen sistema institucional debería tratar de resolver. En general es posible agrupar estas fallas en las siguientes categorías (CNIC, 2007; Mullin et.al., 2008; CEPAL, 2008):

- **Inestabilidad de las políticas:** se refiere al riesgo de que las políticas públicas no tengan coherencia entre ellas a lo largo del tiempo. Un problema en muchos países de la región ha sido el comportamiento “refundacional” de cada nuevo Gobierno en su afán de empezar desde cero, eliminando toda posibilidad de continuidad de las políticas públicas a lo largo del tiempo. Este comportamiento es particularmente grave en el caso de las políticas de CTI cuyos resultados se esperan en el mediano y largo plazo.
- **Fallas de Agencia:** se refieren a la falta de correspondencia entre los objetivos de quien manda y los de quien ejecuta y a los problemas para monitorear que este último se comporte como debe ser. Esto se aplica tanto a las relaciones entre diferentes dependencias del

gobierno, como también a las relaciones del sector público con el privado y la academia.

- **Captura:** se refiere al riesgo de que los beneficiarios de las intervenciones del gobierno presionen y logren un trato privilegiado recibiendo incentivos por encima del valor social de su contribución. En el ámbito de la innovación esto puede darse por ejemplo al intentar que el estado financie actividades privadas que no requieren de aportes públicos, o que requiriéndolas el diseño del programa sea inadecuado y fomente la búsqueda de rentas no productivas, en lugar del objetivo que se persigue en materia de innovación. Una consecuencia directa de la captura es el encierro (lock in) de las políticas públicas en ciertos sectores dificultando los procesos de diversificación productiva o “self discovery”.
- **Fallas de Coordinación:** Se refieren a la falta de una clara definición de roles entre agencias, superposición de funciones y competencia entre instrumentos (Crespi, 2010).

La experiencia internacional muestra que el control de estas fallas requiere de un diseño institucional complejo y al mismo tiempo flexible. El diseño de este marco institucional requiere de una clara definición y separación de funciones, para lo cual es necesario, primero, entender la naturaleza de las fallas. El análisis institucional de Costa Rica, en materia de CTI, sugiere la existencia de un marco institucional fuertemente fragmentado y poco eficiente. Lo anterior surge con claridad al comparar la experiencia de Costa Rica con la de Finlandia, Países Bajos, Brasil y Chile, por ejemplo.

Sin duda, Costa Rica enfrenta importantes retos para contar con un SNI eficiente. Por ello, en la siguiente sección se plantean las principales recomendaciones de política que surgen del contraste de las características y resultados del SNI de Costa Rica de la presente sección, con el de los otros seis países previamente estudiados. Para lo anterior, se concluye esta sección con un cuadro resumen de un análisis FODA del SNI de Costa Rica (Cuadro 4).

<sup>21</sup> Proyecto de Ley “Creación del Consejo Nacional de Competitividad, expediente 20.331 (2017).

Cuadro 4. FODA del Sistema Nacional de Innovación de Costa Rica

## F

### FORTALEZAS

- Creciente conciencia por parte de diversos sectores sobre la importancia de la innovación para mejorar la productividad y el crecimiento.
- Contar con importantes instituciones de educación técnica y superior con amplia experiencia y prestigio nacional.
- Existencia de incubadoras y aceleradoras con cierta experiencia en el país.
- Contar con centros de investigación y transferencia de tecnologías, así como laboratorios de investigación públicos y privados.
- Legislación e institucionalidad para la protección de la propiedad intelectual, incluyendo tratados internacionales.
- Eficiente institucionalidad para la atracción de inversión extranjera directa y promoción de las exportaciones.
- Interés creciente en el desarrollo de clústeres tanto por parte de las autoridades como del sector privado y la academia.

## O

### OPORTUNIDADES

- Existencia de centros de educación superior e investigación con potencial para apoyar los esfuerzos de innovación de las empresas.
- Existencia de una importante cantidad de empresas multinacionales de media y alta tecnología que operan en el país, algunas de las cuales ya cuentan con laboratorios de I+D y también están llevando a cabo actividades de innovaciones abierta.

## D

### DEBILIDADES

- Falta de comprensión correcta de las fallas de mercado en materia de innovación para el diseño correcto de políticas en este campo.
- Falta de visión sistémica para promover la innovación de todo tipo y en todas las actividades productivas.
- Falta de alineamiento de las políticas públicas para el fomento de la innovación.
- Carencia de un eficiente marco institucionalidad que permita la correcta coordinación y colaboración estratégica entre los diversos actores, así como el diseño, la implementación, el monitoreo y la evaluación de las políticas y programas en materia de innovación.
- Débil desarrollo de fuentes de financiamiento para la innovación (v.g. industria de capital de riesgo).
- Débil relación Universidad-Empresa, tanto en el campo de la educación como de la investigación y transferencia de tecnología.
- Problemas de cobertura y calidad en la educación tanto en primaria, secundaria, técnica y superior. Así como carencia de técnicos y profesionales en áreas STEM.
- Deficiente cantidad de recursos dedicados a la investigación, tanto por parte el sector público como privado.
- Carencia de clústeres y parques tecnológicos.
- Falta de políticas públicas del lado de la demanda para fomentar la participación de las empresas de todo tamaño en proyectos de innovación.

## A

### AMENAZAS

- La carencia de un espacio fiscal apropiado para el financiamiento de diferentes programas de apoyo a la innovación (e.j. desarrollo de mercado de capitales; fondos para I+D; etc).
- Persistente desalineación entre la oferta de graduados por área de especialización y las habilidades requeridas por el sector productivo.

# 5

## ¿QUÉ HACER PARA DESARROLLAR UN SNI MÁS EFICIENTE EN COSTA RICA?

Costa Rica debe convertirse en una economía de innovación, entendida como aquella que experimenta un crecimiento sostenido a través de la creación e implementación de nuevas tecnologías, productos o procesos en un ecosistema de inventores, emprendedores e inversores, si desea alcanzar mayores niveles de crecimiento y bienestar. Por ello es importante comenzar este apartado, recordando que la fuerza de las organizaciones que forman un SNI; la presión que ellas ejerzan a favor de la innovación y su grado de éxito en alinear sus intereses, ilustran el nivel de desarrollo de la política de innovación de un país. Como se discutió en la sección anterior, es claro que Costa Rica adolece de serias deficiencias en este campo comparada con los otros seis países estudiados en este informe.

Para salir con éxito de la trampa del ingreso medio, Costa Rica requiere mejorar de manera significativa sus capacidades nacionales de innovación. Solo así podrá aumentar significativamente la productividad nacional y, por consiguiente, acelerar las tasas de crecimiento económico. Para ello, es fundamental desarrollar un eficiente Sistema Nacional de Innovación. El objetivo del SNI es centrar la atención en aquellos factores específicos que determinan el proceso de cambio tecnológico y el cambio estructural de la economía. Es vital en este contexto, no solo contar con los actores claves del SNI, sino también adoptar un enfoque sistémico, lo cual demanda contar con una apropiada institucionalidad

de la que el país carece actualmente. Dicha institucionalidad debe lograr el apropiado diseño, calidad, implementación, monitoreo y evaluación de las políticas e instrumentos en ciencia, tecnología e innovación, así como en otras áreas (v.g. educación, infraestructura, etc) necesarias para alcanzar el objetivo de transformar a Costa Rica en un país de ingreso alto gracias a una economía basada en el proceso de la innovación y el aumento de la productividad.

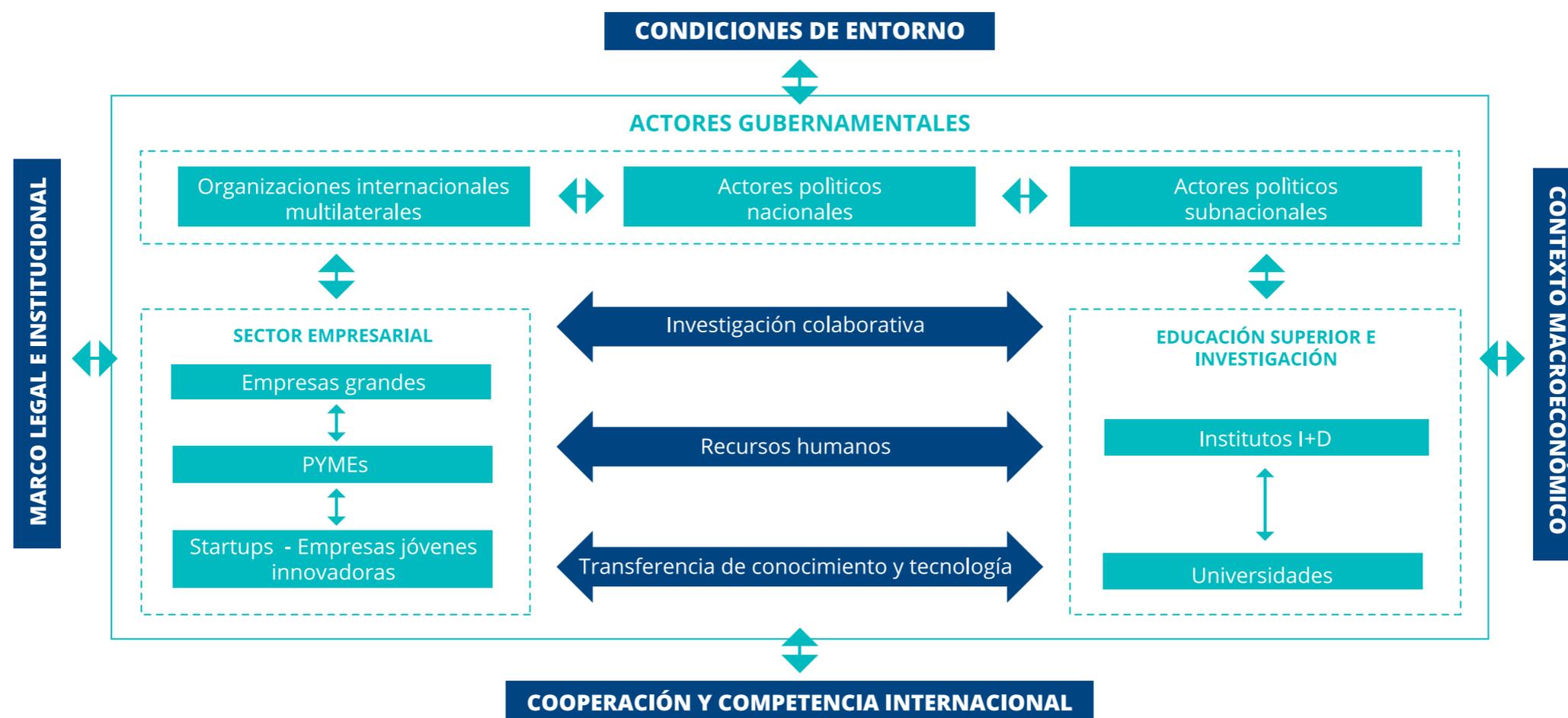
Se desprende del análisis realizado en este trabajo, que la base institucional, la infraestructura del conocimiento, el patrón de especialización, la estructura de demanda pública y privada y las políticas gubernamentales que se adopten, determinan, en buena medida, el desarrollo del sistema nacional de innovación de un país (Gregersen y Johnson 1997). Además, la importancia que se dé al tema de los recursos naturales y al del ambiente, determinará la sustentabilidad del desarrollo del país (Segura-Bonilla (2001).

Se ha entendido como sistema nacional de innovación uno donde existe un núcleo de empresas que organizan la innovación internamente e interactúan entre sí y con la infraestructura de conocimiento. Se ha señalado además que los recursos humanos, las formas organizativas y el capital social<sup>22</sup> son cruciales para el proceso y especialmente para el impacto de la innovación en el desempeño económico. Finalmente, se ha afirmado que este núcleo opera en un entorno socioeconómico

nacional e internacional más amplio (sistemas educativos, mercados de trabajo, mercados financieros y regímenes de bienestar). En síntesis, se persigue desarrollar un SNI que contemple el enfoque propuesto por la OCDE (2019), tal y como se describe en la figura 5. En este contexto es importante aprovechar el hecho de que Costa Rica ha sido aceptada para

ser miembro de esta importante organización internacional y, por ende, el contar con estudios y análisis comparativos con países miembros de la OCDE en muchos campos que competen al desarrollo eficiente de un SNI.

Figura 5. Consejo Nacional para la Innovación y la Productividad



Fuente: Basado en figura 1 de OECD (2019).

<sup>22</sup> Es decir, lo que los seres humanos conocen y saben hacer, así como en la forma en que las personas se relacionan unas con las otras dentro y entre las organizaciones.

Para contestar a la pregunta ¿qué hacer para contar con un SNI más eficiente en Costa Rica? se procede en esta sección de la siguiente forma: (i) se señala el trabajo aún pendiente para que el país cuente con los actores claves de un SNI eficiente; (ii) se discuten dos herramientas

que el país podría utilizar para incentivar a los actores del SNI a trabajar mediante un enfoque sistémico y (iii) se plantea la organización institucional necesaria para lograr los dos objetivos anteriores.

## ACTORES CLAVES

Uno de los problemas más apremiantes del SNI de Costa Rica es la carencia de algunos actores claves y las deficiencias de otros, en especial en aspectos como la gobernanza y la falta de separación de funciones. A continuación, se señalan actividades importantes que se deberían llevar a cabo en tres campos de acción, para mejorar el SNI de Costa Rica.

*(i) Recursos Humanos.* En los cuatro países desarrollados cuyos SNI se analiza en el Anexo A.1, uno de los pilares que les permitió alcanzar el objetivo de contar con un eficiente y maduro SNI, fue la generación de recursos humanos altamente capacitados (doctores y másteres) que pudieran desarrollar proyectos de innovación, tanto de índole disruptivo como incremental. Acá, Costa Rica presenta una importante deficiencia, no solo es muy bajo el número de graduados en áreas STEM, sino también la matrícula de estudiantes que cursan carreras universitarias en estas disciplinas. Las universidades donde se enseñan estas carreras argumentan no contar con la infraestructura y el número de profesores con los grados académicos requeridos, para cerrar la actual brecha educativa en estos campos. Si bien para ello se han conseguido préstamos con organismos internacionales (Banco Mundial y BID), que están brindando sus resultados, es necesario además modificar ciertas políticas y desarrollar nuevos programas que permitan al país contar, en el corto plazo, con la mayor cantidad de profesores con grados académicos de doctorado y maestría en las áreas señaladas.

Una alternativa es establecer una política migratoria selectiva (tal y como se hace en otros países), que permita a extranjeros con grado de máster o doctorado en áreas STEM (donde hay carencia de recursos humanos en Costa Rica) el ejercer su profesión en el país, tanto en la academia como en empresas nacionales y extranjeras. En este último caso, se debe

condicionar la visa de trabajo a que estos profesionales enseñen al menos un curso en una universidad local en una carrera de STEM. Costa Rica tiene muchísimo atractivo para lograr atraer este tipo de profesionales, y este tipo de política podría establecerse temporalmente hasta que las brechas entre oferta y demanda de recursos humanos en STEM se hayan eliminado. Claro está, este tipo de política debe contemplar la correcta coordinación de los esfuerzos entre el Gobierno, la academia y los colegios profesionales. La experiencia exitosa de países como Irlanda en la atracción de talento humano extranjero, muestra la importancia de este tipo de iniciativas para lograr incrementar sustancialmente sus capacidades productivas y de innovación (Regan y Brazys, 2017).

*(ii) Financiamiento.* En materia de financiamiento se carece de actores con una escala importante e instrumentos diferentes al crédito tradicional, tales como capitales semilla, de riesgo e inversores ángeles, así como una eficiente bolsa de valores. Lo anterior no obstante de contarse con recursos disponibles en el Sistema de Banca para el Desarrollo (SBD) y la experiencia de algunos actores privados en la materia. La escasez de este tipo de instrumentos impide apoyar los esfuerzos de innovación de las empresas en sus diversas etapas de desarrollo. La experiencia de varios países en el desarrollo de un mercado de capitales de riesgo, como Alemania, Finlandia e Israel debería servir de ejemplo en el diseño de una política en este campo. Así, por ejemplo, se podría crear un fondo para apoyar el desarrollo de empresas de capital de riesgo nacionales que se asocien con empresas de capital de riesgo extranjeras de gran prestigio. El desarrollo de clústeres tecnológicos en diferentes campos constituye un importante complemento para que esta política de creación de capitales de riesgo surta efecto, como lo muestra la experiencia internacional.

**(iii) Gobernanza.** Los actores del SNI de Costa Rica no cuentan con una buena gobernanza, lo cual en varios casos hace que algunos actores realizan actividades que nos les competen (v.g. manejo de fondos por parte del MICITT). Los siguientes son ejemplos claros de esta situación. En primer lugar, en el Instituto Nacional de Aprendizaje son claras las deficiencias de gobernanza, las cuales han promovido una reforma legal que se discute en el Congreso. Segundo, en el SBD la conformación de su junta directiva, al igual que en otras instituciones públicas, no facilita contar con las personas más idóneas (v.g. con conocimiento en mercado de capitales) para promover el diseño e implementación de instrumentos apropiados para el financiamiento de nuevas empresas innovadoras (starts-ups or spin-offs), empresas en crecimiento y empresas maduras, altamente vinculadas con actividades de innovación. De hecho, el SBD no tiene una visión sistémica, apoya iniciativas individuales, sobre todo enfocadas a empresas de subsistencia y no en programas nacionales que apoyen los diferentes eslabones de las cadenas de valor o clústeres, lo cual es fundamental para promover la innovación y el emprendimiento dinámico. Hoy en día se financian algunas iniciativas individuales por medio del otorgamiento de fondos no reembolsables (grants) mediante aliados específicos sin una visión de sostenibilidad de esos proyectos. Tercero, el país enfrenta retos importantes en la gobernanza del Sistema Nacional de Calidad, ampliamente documentados por Monge González et al. (2016), que requieren de atención urgente y sobre lo cual no se ha avanzado. En cuarto lugar, en el caso del MICITT y del CONICIT, es vital definir claramente las competencias de cada una de estas dos instituciones, dejando al MICITT su rol de rector de la política

de ciencia, tecnología e innovación, y al CONICIT (futura Promotora de Innovación, como se discute más adelante) como agencia encargada de la ejecución de programas y proyectos en estos campos. Quinto, en el caso del MAG, MEIC y COMEX, Monge González y Rivera (2020) sugieren dejar a las dos primeras instituciones especializadas en el diseño e implementación de políticas de desarrollo productivo para sus respectivos sectores, y trasladar todo lo concerniente al comercio exterior a COMEX, evitando así la captura de estas dos primeras instituciones por grupos de interés, tal y como ha sucedido. Sexto, mientras la rectoría de la promoción de los emprendimientos se encuentra en el MEIC, la de la innovación se encuentra en el MICITT, lo cual genera serios problemas porque no se puede hablar de emprendimientos que aprovechen las oportunidades de mercado sin hablar de innovación, solo una mente emprendedora puede llevar la innovación al mercado. La coordinación de esfuerzos a nivel público-público y público-privado, así como público-privado-academia, constituyen un serio reto para la política pública en Costa Rica, en materia de innovación. De allí que más adelante se discuta el marco institucional que debería emplearse para alcanzar tal objetivo.

Una herramienta importante para la identificación de más actores claves del SNI de Costa Rica es la iniciativa Hipatia (<https://hipatia.cr/>), la cual es el portal interactivo del Programa Estado de la Nación que lleva un inventario de las capacidades en ciencia, tecnología e innovación del país. Esta plataforma pretende además ser un vehículo para facilitar la interacción entre diferentes actores del SNI.

## PROMOVIENDO UN ENFOQUE SISTÉMICO

Si bien es posible identificar cada uno de los actores claves del SNI de Costa Rica y mejorar su desempeño (v.g. gobernanza, definición de funciones y escala), poco se lograría en materia de mejoramiento de las capacidades nacionales de innovación, si al mismo tiempo no se consigue que dichos actores trabajen mediante un enfoque sistémico. Hay dos herramientas que pueden ayudar a lograr este último propósito, ellas son los clústeres y las mesas ejecutivas.

**Desarrollo de clústeres:** Los clústeres se consideran piedras angulares en el desarrollo de las capacidades de innovación, tanto en países avanzados como en emergentes (Monge-González et al., 2018; GII, 2020). Un clúster es una concentración geográfica de empresas de uno o varios sectores interrelacionados, proveedores especializados, empresas de sectores auxiliares y relacionados, compañías de distribución y clientes, organizaciones de educación e investigación (universidades,

laboratorios, centros tecnológicos, etc.) y otras instituciones (Gobierno, asociaciones empresariales, asociaciones clúster), cuyo propósito es trabajar en la mejora continua de la competitividad y la productividad de las empresas dentro de una misma cadena de valor y, por ende, en el desarrollo continuo de ventajas competitivas de largo plazo (Porter, 1990). La idea central de un clúster es constituir un modelo de cooperación privado-privado (es decir, de empresas que compiten en un mismo sector, dispuestas a cooperar, en beneficio común) al cual se une otro ámbito de cooperación, el público-privado.

Los clústeres ofrecen ventajas de eficiencia (como reducir los costos de transacción), de flexibilidad (como disponer de diversos recursos y ofrecer capacidad de respuesta ágil ante requerimientos de adaptación) y de innovación (en términos de transferencia de conocimiento y de cooperación), teniendo todo lo anterior un impacto en el nivel de crecimiento económico. La cercanía y el intercambio constante de información, en conjunto con la cooperación competitiva, generan un entorno propicio para la innovación y la creación de nuevo conocimiento y la creación de nuevos emprendimientos empresariales en actividades propias y complementarias de las empresas miembros de los clústeres. Es decir, como un favorable caldo de cultivo para el surgimiento de nuevos emprendimientos de la “economía de lo que no existe”, es decir de start-ups o spin-offs en actividades nuevas<sup>23</sup>.

Sölvell (2008) identifica cuatro características que son particularmente importantes para comprender los procesos de innovación dentro de los clústeres:

- i. **La innovación se basa en un proceso de progresiva reducción de la incertidumbre técnica y económica**, donde las nuevas tecnologías suelen sufrir una serie de modificaciones y los modelos comerciales se ajustan en consecuencia. Los problemas no planeados se resuelven en reuniones no planificadas, donde son precisamente estos encuentros personales imprevistos los que resultan ser los más valiosos para la mejora tecnológica, y esto no podría ocurrir sin la proximidad.

- ii. **La innovación parte de un proceso de interacción continua entre las organizaciones**, que remite a la construcción de lazos fuertes, el lenguaje especializado y el capital social en la región. Estos intercambios entre compradores, proveedores y usuarios a menudo involucran información sensible, por lo que requieren un alto nivel de confianza entre las partes.

- iii. **La innovación es resultado de un proceso de transferencia de tecnología y habilidades tácitas** a través de la educación universitaria, la capacitación del personal, las oficinas especializadas de transferencia de tecnología e incubadoras, y las organizaciones públicas y privadas regionales que se centran en la creación de redes y comercialización de nuevos descubrimientos. Nuevamente es la proximidad la que favorece tales transferencias y el aprendizaje conjunto, ya que la investigación, la tecnología y la innovación están involucradas simultáneamente, en lugar de secuencialmente.

- iv. **La innovación se mejora en entornos donde los diferentes recursos se pueden reorganizar constantemente a bajo costo**, a través de la movilidad de personal calificado, oferta pública inicial, y otras reestructuraciones financieras por parte de empresas de capital de riesgo, capital privado, capital ángel, licencias, entre otros. Los clústeres favorecen la movilidad de “pequeñas corrientes”, con menores costos de transacción, mientras que los “grandes flujos” de información, materiales, componentes y productos estandarizados se comercializan a nivel mundial.

Por ello, la OECD (1999) indica que los clústeres se pueden interpretar como sistemas de innovación nacional de escala reducida. La dinámica, características de los sistemas y las interdependencias de los clústeres son similares a los de los sistemas nacionales de innovación. Con su énfasis en los vínculos de conocimiento y las interdependencias entre los actores en redes de producción, el enfoque de clúster ofrece una alternativa útil al enfoque tradicional de sectores. Más aún, la OECD (1999) señala que los Gobiernos pueden fomentar el desarrollo de clústeres innovadores, principalmente a través de la disposición de

---

<sup>23</sup> Agradezco a Marcelo Lebendiker el haberme hecho ver esta importante dimensión de los clústeres.

marcos de política adecuados en áreas como educación, finanzas, competencia y regulación. También son valiosos los programas para estimular el intercambio de conocimientos, reducir las fallas de información y fortalecer la cooperación entre las empresas. Además, esfuerzos enfocados en promover la Investigación y Desarrollo (I&D), la contratación pública innovadora e incentivos a la inversión, y la creación de centros de excelencia son instrumentos de política importantes en esta misma dirección.

Costa Rica ha comenzado a avanzar en el diseño e implementación de una política de desarrollo de clústeres. De hecho, desde el año 2020, a través de la Secretaría Técnica del Consejo de Desarrollo Territorial (CDT), coordinada por el Viceministerio de la Presidencia, se impulsa el Programa Nacional de Clústeres (PNC). Una iniciativa basada en la propuesta de Monge-González (2018) y el apoyo del Banco Interamericano de Desarrollo; sin embargo, el PNC enfrenta aún el importante desafío de la falta de una institucionalidad sólida que asegure su continuidad en el tiempo, un tema que se discute más adelante en esta sección.

## INSTITUCIONALIDAD REQUERIDA

Haber identificado a los principales actores de un SNI y tener conciencia sobre las posibilidades que tanto los clústeres como las mesas ejecutivas brindan para lograr un trabajo con enfoque sistémico, es solo parte de la ecuación para contar con un SNI eficiente. Para lograr este último objetivo es necesario además contar con la institucionalidad apropiada.

Se ha afirmado en secciones anteriores que las fallas de mercado y de ciertas políticas públicas constituyen la justificación teórica y empírica para que el Estado participe facilitando el desarrollo de un SNI eficiente. De hecho, un buen marco institucional debería tener por meta el resolver apropiadamente dichas fallas de mercado (i.e. inestabilidad de las políticas, fallas de agencia, captura y fallas de coordinación) y corregir las políticas públicas que afectan negativamente los esfuerzos concernientes a la innovación. Para lograr lo anterior, Crespi (2010) recomienda diseñar un marco institucional que contemple los siguientes elementos:

Las mesas ejecutivas (ME) son otra valiosa herramienta para promover el trabajo con enfoque sistémico entre los actores de un SNI. “Las ME son grupos de trabajo público-privados temporales que se crean para mejorar la productividad de un sector vertical específico (como el forestal, el textil o de acuicultura) o de un factor de producción horizontal específico (como logística o innovación). Las mesas ejecutivas son temporales, en el sentido de que no están destinadas a reemplazar a los ministerios u organismos gubernamentales, ni a los grupos comerciales o asociaciones privadas ya existentes. Buscan más bien atraer participantes de todas estas entidades públicas y privadas; sin embargo, como parte de su trabajo, una ME sí puede ayudar a crear o modernizar alguna entidad pública. Son grupos de trabajo, en la medida en que se centran en una rápida acción e implementación de soluciones potenciales, reuniéndose semanalmente y mostrando avances continuos. No es un espacio únicamente para diálogo y acuerdos de alto nivel, sino un lugar para la acción (Ministerio de la Producción, 2016, p. 21). Así, en ciertos casos se podrían desarrollar ME como mecanismo para favorecer el trabajo sistémico entre miembros del SNI aún desconectados.

- Un órgano asesor de alto nivel con representación de las diferentes partes interesadas o “stakeholders” del sistema de innovación, tanto del sector público como del privado y la academia, a cargo del diseño de una estrategia de CTI a largo plazo.
- Un gabinete de CTI con participación de un grupo de ministros y presidentes ejecutivos que diseñen las políticas de acuerdo con la estrategia planteada por el órgano asesor de alto nivel y faciliten la coordinación entre los diferentes entes públicos y entre estos, el sector privado y la academia.
- Un grupo especializado y reducido de agencias ejecutoras que se concentran en el diseño y ejecución de instrumentos de políticas (tales como fondos de incentivos o programas de capital humano avanzado), con participación cruzada de representantes de las diferentes agencias y con diseños de instrumentos basados en el cumplimiento de objetivos y esquemas de evaluación de impacto.

- Uno o más órganos autónomos o externos de monitoreo y evaluación que retroalimente los avances de las políticas hacia el logro de los objetivos de la estrategia.
- La articulación público-privada en todos los niveles, desde la definición de la estrategia a la implementación.

El diseño de este marco institucional requiere de una clara definición y separación de funciones. El análisis de la organización institucional actual de Costa Rica sugiere que ella se encuentra fuertemente fragmentada, es disfuncional y no cumple con los lineamientos generales señalados anteriormente. De hecho, se requiere contar con un Consejo Nacional para la Innovación y la Productividad (CNIP) que opere según los dos primeros lineamientos antes planteados por Crespi (2010) y logre resolver de manera eficiente las cuatro fallas de mercado antes indicadas, así como corregir las políticas públicas equivocadas.

Monge-González et al. (2020) recomiendan fortalecer las capacidades del Consejo Nacional para la Innovación y la Productividad (CNIP), estableciéndolo por ley según los lineamientos expuestos en la sección anterior (ver figura 10). Esto permitiría tener una visión de hacia dónde se quiere ir en materia de CTI, con una estrategia por los menos para los próximos 12 años. Parte de ese fortalecimiento es blindar a esta organización para asegurar su continuidad a lo largo de los diferentes ciclos políticos. La operación de este consejo debería nutrirse y actualizarse con las hojas de rutas generadas tanto por los clústeres como por las mesas ejecutivas sectoriales, entre otras fuentes de información.

El CNIP debe contar con dos comités, uno asesor y otro ejecutivo, en línea con los dos primeros requisitos de un marco institucional eficiente, señalados anteriormente. Además, el Consejo debe ser liderado por la propia Presidencia de la república para facilitar la coordinación entre los diferentes entes públicos, así como la articulación público-privada en todos los niveles. De igual importancia, dicho consejo debe contar con una secretaría técnica que de apoyo tanto al Comité asesor como al Ejecutivo. Esta recomendación va de acuerdo con las recomendaciones de la OCDE (2017) para mejorar el sistema de CTI de Costa Rica y las recomendaciones del BID (Ortega, 2013).

De acuerdo con la OCDE (2017) para lograr un mayor impacto en el entorno institucional costarricense, el CNIP debería:

- desarrollar una base de información que permita construir un consenso sobre el diagnóstico en materia de competitividad y CTI, y así producir recomendaciones basadas en la evidencia,
- alinear la asignación de los recursos con las recomendaciones de las políticas públicas y
- fomentar la coordinación interministerial de la política de CTI y ayudar a reducir las duplicidades o traslapes entre las instituciones a cargo de dichas políticas.

Otra área en que Costa Rica debe trabajar es en la de establecer uno o más órganos autónomos o externos de monitoreo y evaluación que retroalimenten los avances de las políticas hacia el logro de los objetivos de la estrategia. Lamentablemente, esta no es una práctica habitual en Costa Rica y muchas veces cuando se evalúa se hace con un fin sancionatorio más que correctivo. De hecho, de acuerdo con la OCDE (2017), el país aún no ha pasado de una cultura orientada en procesos a una cultura de monitoreo, rendición de cuentas y evaluación orientada en resultados.

Con relación a las agencias ejecutoras que se concentran en el diseño y ejecución de instrumentos de políticas (tales como fondos de incentivos o programas de capital humano avanzado), con participación cruzada de representantes de las diferentes agencias y con diseños de instrumentos basados en cumplimiento de objetivos y esquemas de evaluación de impacto, cabe señalar la importancia de que el país cuente con una agencia que promueva la innovación, la cual específicamente ayude a ejecutar programas y proyectos que apoyen las actividades de innovación de las empresas independientemente de su tamaño. Ya se cuenta con un proyecto de Ley en la Asamblea Legislativa al respecto (Promotora de Innovación), el cual pretende convertir al CONICIT en una promotora de innovación que: realice análisis y prospección, propicie el fortalecimiento de las redes del SNI, asegure el financiamiento de la innovación (v.g. fondos específicos y desarrollo del mercado de capitales de riesgo), promueva la ciencia, la tecnología y la innovación, así como el talento humano especializado. Todo lo cual constituye un importante avance en esta materia.

Si Costa Rica lograra establecer el CNIP y Promotora de Innovación su institucionalidad se fortalecería considerablemente. En primer lugar, se lograría contar con un órgano de máximo nivel político donde se diseñen y coordinen políticas en pro de la innovación y la productividad

productividad de las empresas del país. Además, se contaría con una organización especializada a cargo de la ejecución de los programas más importantes para promover la innovación en todos los sectores productivos y en la sociedad en general. Una representación gráfica de la configuración que tendría el SNI con la adición de estas dos instituciones se muestra en la figura 6.

Dos ideas adicionales pueden aclarar la importancia de contar con una institución como Promotora de Innovación. Entre las funciones de esta promotora de la innovación cabría promover al crecimiento económico

y la creación de nuevas fuentes de empleo por medio del apoyo a nuevos emprendimientos, los cuales tengan como característica poseer un alto nivel innovación y productividad. Se trata así de apoyar la formación de empresas con alto potencial de crecimiento. Hay en el país dos tipos de emprendimientos que valdría la pena apoyar desde el sector público, ya que cuentan con altas posibilidades de crecimiento, mejores niveles de calidad y productividad, además de que se establecen para aprovechar oportunidades de mercado.

Figura 6. Propuesta de per il institucional y lujos del Sistema Nacional de Innovación de Costa Rica con CNIP y Promotora de Innovación



Fuente: Elaboración propia del autor

En primer lugar, están las iniciativas que se relacionan con empresas de exportación –i.e. proveedoras de insumos para estas últimas. Estas empresas reciben conocimientos de sus empresas clientes exportadoras que les permiten mejorar su gestión, productividad y potencial de crecimiento (derrames de conocimiento y transferencia tecnológica). En segundo lugar, están los emprendimientos que surgen desde compañías multinacionales creadas por sus exempleados, quienes aprovechan las oportunidades de mercado. Cabe recordar que en Costa Rica las multinacionales establecidas en el país son de media y alta tecnología, las cuales están en la frontera del conocimiento en sus respectivos campos. Por ello, sus trabajadores se benefician de un entorno muy dinámico y competitivo, el cual se caracteriza por el aprendizaje continuo tanto de habilidades duras como blandas, muchas de las cuales no son necesariamente específicas a la industria para la cual trabajan y, por ende, pueden ser usadas en nuevos emprendimientos.

En el primer caso –proveedores de empresas de exportación– los trabajos de Sandoval, Monge y Alfaro-Ureña (2018) y Alfaro-Ureña, Manelici y Vasquez (2019), muestran que tanto en el sector manufacturero como en el de servicios estas empresas tienen una productividad mayor que las de otras empresas similares que no tienen encadenamientos con empresas extranjeras. En el segundo caso –emprendimientos por parte de exempleados de multinacionales (spin-offs)–, un estudio de Monge-González, Leiva y Rodríguez-Álvarez (2012) muestra que un 4.2% de los antiguos empleados de compañías multinacionales de zonas francas en el país comienzan una nueva empresa. Al realizar una comparación con las otras empresas nuevas de Costa Rica, estas nuevas compañías propiedad de antiguos empleados de las multinacionales tienden a tener tasas más altas de supervivencia, empleo y crecimiento de las ventas, según estos autores. En otras palabras, este grupo de empresas constituye un canal mediante el cual las políticas para atraer a las multinacionales pueden generar iniciativa emprendedora<sup>24</sup>.

Para lograr lo anterior, convendría que las autoridades costarricenses diseñen e implementen un programa de apoyo a estos dos tipos de emprendimientos, uniendo esfuerzos con los programas del MICITT (Propyme y Pinn), COMEX (encadenamientos, clústeres y programa descubre), INA (asistencia técnica y capacitación) y Sistema de Banca para el Desarrollo (incubadoras, capital semilla y otros tipos de financiamiento), entre otros. El desarrollo del mercado de capitales de riesgo con la colaboración de agentes internacionales especializados en este campo (ej. tal y como lo hiciera Israel) constituye un elemento esencial para el éxito de esta iniciativa. Esto podría hacerse desde un nuevo CNIP, como parte de sus esfuerzos por mejorar el trabajo bajo un enfoque sistémico del SNI. Una visión holística como la anterior haría posible tener un mayor impacto en el apoyo a emprendimientos que responden a oportunidades de mercado, promoviendo su crecimiento y el de la economía en general, al mismo tiempo que generan más fuentes de empleo.

En adición a lo anterior, vale la pena señalar que Costa Rica cuenta con una significativa cantidad de empresas multinacionales (más de 300), las cuales constituyen un importante activo para promover más actividades de innovación (ej. I+D) en el país. De hecho, varias de estas empresas ya cuentan con laboratorios de I+D en el país (v.g. Intel, Boston Scientific, entre otras). Además, varias multinacionales ya están participando en actividades de innovación bajo el concepto de innovación abierta.

La idea detrás de la innovación abierta, un concepto acuñado por Henry Chesbrough en 2003, es que la innovación no solo florece dentro de los límites de la corporación, sino que es un proceso estratégico en el que la corporación integra ideas internas y externas, habilidades y fuerzas en todas las etapas de la innovación, desde la identificación de oportunidades, a través de la elección e implementación de direcciones de desarrollo para interactuar con los canales de marketing y los clientes (Avnimelech, 2019). Esta nueva estrategia innovadora de las empresas, en

---

<sup>24</sup> La importancia de los *spin-offs* parece ser generalizada. Mostafa y Klepper (2011) documentan el éxito de los *spin-offs* en el sector textil en Bangladesh, mientras que Klepper y Sleeper (2005) hacen lo mismo para la industria del láser en Estados Unidos.

especial de las multinacionales, constituye una importante oportunidad para Costa Rica de cara a incrementar sus capacidades nacionales de innovación.

Ahora bien, una tendencia interesante a nivel mundial es que la innovación abierta está penetrando en sectores de no son de alta tecnología. De hecho, la innovación abierta se encuentra tanto en sectores de alta tecnología, en otros sectores avanzados y en sectores tradicionales, como por ejemplo el sector de alimentos, infraestructura y construcción, manufactura industrial, productos de consumo, transporte y carga, automotriz y muchos otros (Avnimelech, 2019).

En este contexto, tiene aún mayor importancia el promover el desarrollo de un eficiente Sistema Nacional de Innovación en Costa Rica, trabajando en el desarrollo de su institucionalidad requerida, en áreas como el apoyo estatal a la I+D; la atracción y desarrollo del capital humano; el desarrollo de una industria de capitales de riesgos; entre otras importantes áreas. Solo así será posible desarrollar un ecosistema que promueva el surgimiento de gran cantidad de nuevos emprendimientos, muchos de los cuales bien podrían trabajar de cerca con los cientos de multinacionales líderes en el mundo que operan en el país.

Como corolario sobre el tema de la institucionalidad y su importancia para establecer un SNI eficiente, cabe resaltar que la mejora de las capacidades de aprendizaje e innovación no es solo una cuestión de más recursos para la educación y la investigación (más y mejores escuelas y universidades, etc.), sino también de formar y remodelar un amplio conjunto de organizaciones para apoyar el aprendizaje interactivo en general en muchos sectores de la sociedad, incluyendo las familias, las comunidades, las empresas y las organizaciones en general (Lundvall, 2007).

Debe tenerse presente que en Costa Rica no existe un sistema fuerte y diversificado con un buen marco institucional y una buena

infraestructura de apoyo a las actividades de innovación. Por ello, es necesario centrar el enfoque en la construcción y promoción del Sistema Nacional de Innovación y en el hecho de reconocer que la política de innovación es una actividad complementaria para estimular y complementar el desarrollo del sistema de innovación (Lundvall, 2007). Esta recomendación es de suma importancia ya que la experiencia de los países miembros de la OCDE muestran que más allá de la magnitud del volumen y el monto de recursos asignados a la infraestructura y actividades de CTI, el desempeño de innovación de los países depende de la efectividad de los mecanismos de gobernanza –i.e. el conjunto de acuerdos institucionales, en gran medida públicos, que configuran el diseño, la implementación, la entrega y la evaluación de políticas públicas, determinan cómo interactúan los diversos actores públicos y privados en la asignación y gestión de recursos dedicado a las CTI- (OCDE, 2005). Algo que no podrá lograrse sin el establecimiento por ley de un CNIP.

Para la formulación de una hoja de ruta sobre una política de innovación en Costa Rica, el material presentado en el Anexo A.1 respecto a los SNI y las políticas de innovación de los seis países estudiados, constituye un buen punto de partida.

Finalmente, cabe señalar que, para lograr un buen desempeño económico basado en la innovación, es necesario contar tanto con condiciones favorables de entorno (estabilidad macroeconómica y clima de negocios, regulaciones de mercado –producto y trabajo-, intensidad en la competencia, financiamiento, nivel y calidad del emprendimiento, sistema de impuestos e infraestructura) como con políticas cuyo propósito sea promover la ciencia, la tecnología y la innovación. Los dos requisitos –el entorno y las políticas públicas- inciden de manera determinante en el desempeño de la innovación por separado y en forma combinada (OCDE, 2014). Solo así, el país podría llegar a contar con un sistema nacional de innovación robusto y bien desarrollado, que favorezca un crecimiento más alto, sostenido, inclusivo y sustentable.

# REFERENCIAS

- Aghion, Ph., Bloom, N., Blundell, R., Griffith, R. y P. Howitt (2005): "Competition and Innovation: An Inverted-U Relationship," *The Quarterly Journal of Economics* 120(2): 701-728.
- Aghion, P., & Howitt, P. 1992. A Model of Growth through Creative Destruction. *Econometrica*, 60 (2): 323-51.
- Alfaro-Ureña, A., I. Manelici, y J. P. Vasquez. 2019. "The Effects of Joining Multinational Supply Chains: New Evidence from Firm-to-Firm Linkages." Abril 2019.
- Allen, M. M. C. 2009. Germany's National Innovation System. En *Encyclopedia of Technology and Innovation* (pp. 375-389). Basil Blackwell Ltd.
- Andrews, D. and C. Criscuolo (2013) Knowledge-Based Capital, Innovation and Resource Allocation: A Going for Growth Report", *OECD Economic Policy Papers*, No. 4, OECD Publishing, doi: 10.1787/5k46bh92lr35-en.
- Arrow, K. 1962. "The Economic Implications of Learning by Doing", *Review of Economic Studies* 29: 155-173
- Avnimelech, G. 2013. *Targeting the Biotechnology Clusters in North Carolina and Israel: Lessons from Successful and Unsuccessful Policy Making*. *Technology Analysis & Strategic Management*, 25:7, 835-851, DOI: 10.1080/09537325.2013.815710
- Avnimelech, G. 2019. "Open innovation in Israel 1970-2019" in *Open Innovation in Israel: Overview*, IVC Magazine.
- Banco Mundial. 2008. *Chile: Toward a Cohesive and Well Governed National Innovation System*. Washington: D.C.
- Beise, M. and Stahl, H. 1999. Public Research and Industrial Innovations in Germany. *Research Policy*, 28(4):397-422.
- BID. 2010. *Industrial Policy in Chile*. Washington D.C.: IADB.
- Birdsall, N. and Londoño, J. 1997. *Asset Inequality Does Matter: Lessons from Latin America*. OCE Working Paper. Washington, DC: Inter-American Development Bank.
- Blomström, M, A. Kokko y F. Sjöholm. 2002. "Growth and Innovation Policies for a Knowledge Economy: experiences from Finland, Sweden and Singapore", *Working Paper*, 156.
- BMBF/BMWi. 2001. Knowledge Creates Markets Action Scheme of the German Government; [http://bundesforschungsministerin.net/pub/wsm\\_englisch.pdf](http://bundesforschungsministerin.net/pub/wsm_englisch.pdf)
- Brouwer, E. and H.P. van der Wiel. 2010. "Competition and Innovation: Pushing Productivity Up or Down?", *Discussion Paper* 2010-52, Tilburg University, Center for Economic Research.
- Buitelaar, R., R. Padilla Pérez y R. Urrutia-Álvarez. 2000. *Costa Rica: Sistema Nacional de Innovación*. Santiago de Chile. CEPAL.
- CEPAL. 2008. *La Transformación Productiva 20 años después: Viejos Problemas, Nuevas Oportunidades*. Santiago, Chile.

- CHEPS (Center for Higher Education Policy Studies). 2018. *Overview of the Dutch science system*. CHEPS Working paper 04/2018.
- Cherif, R. and R. Hasanov. 2019. *The Return of the Policy That Shall Not Be Named: Principles of Industrial Policy*. IMF Working Paper, WP/19/74.
- CNIC. 2007. "Hacia una estrategia nacional de innovación para la competitividad", Santiago, Chile.
- Comin, D., Trumbull, G., and Yang, K. 2016. Fraunhofer: Innovation in Germany. In Comin, D., editor, *Drivers of Competitiveness*, pages 409-444. Singapore: World Scientific Press.
- Consejo Minero. (2014) "Panorama económico de la minería". <http://www.consejominero.cl/chile-pais-minero/panorama-economico-de-la-mineria/>.
- Consejo Nacional de Innovación para la Competitividad (CNIC). 2010. *Agenda de Innovación y Competitividad 2010-2020*. Santiago: CNIC.
- CORFO. (2013) "Institucionalidad Ciencia, Tecnología E Innovación. Informe Final". Corfo.cl. <http://www.corfo.cl/sala-de-prensa/noticias/2013/mayo-2013/comision-asesora-en-ciencia-tecnologia-e-innovacion-entrega-informe-al-presidente>
- Crespi, G. 2010. "Nota Técnica sobre el Sistema de Innovación en Costa Rica." Inter-American Development Bank. Technical Note No. IDB-TN-142, Inter-American Development Bank, Washington, DC.
- Crespi, G., E. Fernández-Arias, and E. Stein, eds. 2014. *¿Cómo repensar el desarrollo productivo? Políticas e instituciones sólidas para la transformación económica. Serie Desarrollo en las Américas (DIA)*. (Washington: Inter-American Development Bank).
- Culpepper, P. D., and Finegold, D. (Eds). 1999. *The German Skills Machine: Sustaining Comparative Advantage in a Global Economy*. Oxford, U.K.: Berghahn Books.
- Dahlman, C., J. Routti y P. Ylä-Anttila. 2006. *Finland as a Knowledge Economy: Elements of Success and Lessons Learned*, World Bank Institute.
- Dolfsma, W. y L. Leydesdorff. 2011. Innovation Systems as Patent Networks: The Netherlands, India and Nanotech, *Organization & Management* 13(3).
- Edquist, C. (ed.). 1997. *Systems of Innovation: Technologies, Institutions and Organizations*. London: Pinter.
- Estado de la Nación. 2010. *Estado de la Educación*, San José, Costa Rica.
- Estado de la Nación. 2014. *Estado de la Ciencia, Tecnología e Innovación*, San José, Costa Rica.
- Erawatch. 2015. Platform on Research and Innovation policies and systems. [http://erawatch.jrc.ec.europa.eu/erawatch/opencms/information/country\\_pages/cl/country?section=ResearchPolicy&subsection=ResPolFocus](http://erawatch.jrc.ec.europa.eu/erawatch/opencms/information/country_pages/cl/country?section=ResearchPolicy&subsection=ResPolFocus)
- Fagerber, J. 2005. Innovation: A Guide to the Literature. In Fagerberg, J., David, C., Mowery, C., and Nelson, R. R. (eds). *The Oxford Handbook of Innovation*, pp. 1-26. Oxford: Oxford University Press.
- Fontenay, Catherine de. 2001. *Israel's Silicon Wadi: The Forces Behind Cluster Formation*. SIEPR Discussion Paper 00-40. Stanford Institute for Economic Policy Research.
- Foray, D., D. C. Mowery y R.R. Nelson. 2012. "Public R&D and Social Challenges: What Lessons from Mission R&D Programs?", *Research Policy*, 41,10, pp. 1697-1702.
- Freeman, C. 1987. *Technology Policy and Economic Performance: Lessons from Japan*. London: Pinter.
- Freeman, C. 1992. 'Formal scientific and technical institutions in the National Systems of Innovation in B.-Å. Lundvall (ed.), *National Systems of Innovation. Towards a Theory of Innovation and Interactive Learning*, London, Pinter Publishers.
- Freeman, C. and Soete, L. 1997. Uncertainty, project evaluation and innovation', chapter 10 pp. 242-264 in *Economics of Industrial Innovation*. Pinter: London.

German Federal Government. 2014. *The New High-Tech Strategy: Innovations in Germany*.

Getz, D. and V. Segal. 2008. *The Israeli innovation system: An overview of national policy and cultural aspects*. The Samuel Neaman Institute for Advance Studies in Science and Technology. Israel.

GII, I. 2019. *Global Innovation Index 2019. Creating Healthy Lives - The Future of Medical Innovation*. Geneva, Switzerland.

GII, I. 2020. *Global Innovation Index 2020. Who will finance innovation?* Geneva, Switzerland.

Gill, I., & Kharas, H. 2008. *An East Asia renaissance. Ideas for economic growth*. Washington, DC: World Bank.

Gregersen, B. and B. Johnson. 1997. "Learning Economies, Innovation Systems and European Integration". *Regional Studies* 31, 5: 479-490.

Griliches, Z. 1995. "R&D Productivity: Econometric Results and Measurement Issues," in Paul Stoneman, ed., *Handbook of the Economics of Innovation and Technological Change*, Blackwell, Oxford.

Hall, R E. y Jones, Ch. I. 1999. "Why Do Some Countries Produce So Much More Output Per Worker Than Others?" *Quarterly Journal of Economics*. 114 (1): 83-116.

Helpman, G. 1993. "Innovation, Imitation, and Intellectual Property Rights," *Econometrica*, 61(6): 1247-1280.

Henderson, R. (1993), "Underinvestment and Incompetence as Responses to Radical Innovation: Evidence from the Photolithographic Alignment Equipment Industry", *RAND Journal of Economics*. 24(2), pp. 248-270.

Henderson, R.M. and K.B. Clark. 1990. "Architectural Innovation: The Reconfiguration of Existing Product Technologies and the Failure of Established Firms", *Administrative Science Quarterly*, 35(1), pp. 9-30.

Hall, P. A., and Soskice, D. 2001. "Introduction." In: P. A. Hall and D. Soskice (Eds.), *Varieties of Capitalism: The Institutional Foundations of Comparative Advantage* (pp. 1-68). Oxford: Oxford University Press.

Hyytinen, A. and Toivanen, O. 2003 "DO FINANCIAL CONSTRAINTS HOLD BACK INNOVATION AND GROWTH? Evidence on the Role of Public Policy". Helsinki: ETLA, Elinkeinoelämän Tutkimuslaitos, The Research Institute of the Finnish Economy, 2003, 54 p. (Keskusteluaiheita, Discussion Papers, ISSN, 0781-6847; no.820).

Ivankovich-Escoto, G. y J. Martínez-Castillo. 2020. *La productividad en Costa Rica*. Serie Programa Visión para el Desarrollo, Academia de Centroamérica.

Innovacion.cl. 2014. "Centro de excelencia llega a Chile para potenciar la sustentabilidad minera". <http://www.innovacion.gob.cl/2014/07/centro-de-excelencia-llega-a-chile-para-potenciar-la-sustentabilidad-minera/>

Johnson, B. 1992. 'Institutional Learning', in B.-Å. Lundvall (ed.), *National Systems of Innovation. Towards a Theory of Innovation and Interactive Learning*, London, Pinter Publishers.

Johnson, B. and B.A. Lundvall. 2000. "Promoting innovation systems as a response to the globalising learning economy", Contribution to the project *Local Productive Clusters and Innovations Systems in Brazil: New Industrial and Technological Policies*.

Kantis, H., Federico, J., and García, S.I. 2014. *Index of Systemic Conditions for Dynamic Entrepreneurship: A tool for action in Latin America*. Rafaela: Asociación Civil Red Pymes Mercosur.

Keynes, J. M. 1926. *The End of Laissez-Faire*, Londres, L&V Woolf

Klepper, S. y S. Sleeper .2005. "Entry by Spinoffs". *Management Science*, 51(8) (agosto): 1291-1306

KNAW. 2014. "Effecten van universitaire profilering en topsectorenbeleid op de wetenschap in Nederland: Een eerste kritische reflectie", Royal Netherlands Academy of Arts and Sciences, Amsterdam (in Dutch).

Kocsis, V., R. Lukach, B. Minne, V. Shestalov, N. Zubanov and H. v. d. Wiel, (2009), "Relation Entry, Exit and Productivity: An Overview of Recent Theoretical and Empirical Literature", CPB Document 180, CPB Netherlands Bureau for Economic Policy Analysis.

- Koske, I. Wanner, R. Bitetti and O. Barbiero. 2014. "The 2013 Update of the OECD Product Market Regulation Indicators: Policy Insights for OECD and non-OECD Countries", OECD Economics Department Working Papers.
- Kuhlman, S. y E. Arnold. 2001. RCN in the Norwegian Research and Innovation System. Background report No. 12 in the Evaluation of the Research Council of Norway, Fraunhofer ISI and Technopolis.
- LAVCA. 2013. "Scorecard 2013: The Private Equity and Venture Capital Environment in Latin America". Latin American Private Equity & Venture Capital Association.
- Lederman, D. y W. Maloney. 2004. "R&D and Development" *World Bank Policy Research Working Paper* 3024.
- Lee, K. 2013. *Schumpeterian Analysis of Economic Catch-up. Knowledge, Path-Creation, and the Middle-Income Trap*. Cambridge University Press.
- Liederman, L. and Bufman, G. 1994. *Financial Reform in Israel: A Case of Gradualism*. Tel Aviv University Discussion Paper 2-94. Tel Aviv, Israel.
- Lerner, J. 2010. "Innovation, Entrepreneurship and Financial Market Cycles", *OECD Science, Technology and Industry Working Papers*, No. 2010/03, OECD Publishing. doi: 10.1787/5kmjp6nt8rr8-en.
- Lemola, T. 2001. "Tiedettä, teknologiaa ja innovaatioita kansakunnan parhaaksi. Katsaus Suomen tiede- ja teknologiapolitiikan lähihistoriaan." (*Science, Technology, and Innovations for the Good of the Nation*) Technology Research Group Working Paper 57/2001. Espoo: VTT Technical Research Center
- Loría, L. y Ruiz-Marchiniagami, A. 2019. "Sandbox de Innovación para apoyar el crecimiento económico de Costa Rica: Perspectivas desde los ecosistemas de Blockchain/Fintech y Diseño/Innovación". San José, Costa Rica: IDEAS.
- Lundvall, B.-Å. 1988. 'Innovation as an Interactive Process - from User-Producer Interaction to the National System of Innovation' in Dosi, G. et al. (eds.), *Technical Change and Economic Theory*, London, Pinter Publishers.
- Lundvall, B. Å. 1992. *National Systems of Innovation: Towards a Theory of Innovation and Interactive Learning*. London: Pinter Publishers.
- Lundvall, B.-Å. 2007. *National Innovation Systems: analytical concept and development tool*. *Industry & Innovation*, 14(1): 95-119.
- Mazzucato, M. 2014. *The Entrepreneurial State*. Anthem Press.
- Melo, A. and A. Rodríguez-Clare. 2006. *Productive Development Policies and Supporting Institutions in Latin America and the Caribbean*. IDB Research Department Competitiveness Studies Series. Working Paper C-106.
- Merk, O. and T. Notteboom. 2013. "The Competitiveness of Global Port-Cities: The Case of Rotterdam/Amsterdam, the Netherlands", *OECD Regional Development Working Papers*, No. 2013/08, OECD Publishing. doi: 10.1787/5k46pghnvdvj-en.
- Microdatos. 2013. *Segundo Estudio de Competencias Básicas de la Población Adulta y Comparación Chile 1998-2013*. Santiago: OTIC.
- Miettinen, R. 2002. *National innovation system - Scientific concept or political rhetoric*, Helsinki, Sitra Publications.
- Ministerio de Economía, Fomento y Turismo (Chile). 2015. *Resultados Preliminares IV Encuesta sobre Gasto y Personal en I+D*. Santiago: Gobierno de Chile.
- Ministerio de Economía, Fomento y Turismo (Chile). 2014a. *Innovación y la Ley sobre Incentivo Tributario a la I+D*. Santiago: Gobierno de Chile.
- Ministerio de Economía, Fomento y Turismo (Chile). 2014b. *8va Encuesta de innovación en Empresas, 2011-2012. Principales Resultados*. Santiago: Gobierno de Chile.
- Ministerio de Economía, Fomento y Turismo (Chile). 2013. *¿Cuánto cooperan las empresas para innovar?* Santiago: Gobierno de Chile.
- Ministerio de la Producción. 2016. *Mesas Ejecutivas. Nueva herramienta para la diversificación productiva del Perú*. Ministerio de la Producción del Perú.

- Monge-González, R. (2016). *Innovation, Productivity, and Growth in Costa Rica: Challenges and Opportunities*, Institutions for Development Sector, Competitiveness and Innovation Division, Inter-American Development Bank, Technical Note No. IDB-TN-920.
- Monge-González, R. 2018. *Libro blanco para una política de clústeres en Costa Rica: Promoviendo la innovación y la productividad a través de una mayor articulación productiva*, Nota Técnica IDB-TN-1474, Banco Interamericano de Desarrollo (BID).
- Monge-González, R. 2020. *Innovando para la exportación por parte de las PYMES de América Central y República Dominicana: Principales programas de apoyo públicos y privados*. Santiago de Chile. Comisión Económica para América Latina y el Caribe (CEPAL).
- Monge-González, R., J.C. Leiva y J.A. Rodríguez-Álvarez. 2012. "Movilidad laboral y derrames de conocimiento desde las compañías multinacionales en Costa Rica: nuevos emprendimientos y externalidades positivas sobre las empresas locales". Washington, D.C.: BID; San José de Costa Rica: Comisión Asesora en Alta Tecnología (CAATEC); Cartago, Costa Rica: Instituto Tecnológico de Costa Rica. (Documento sin publicar).
- Monge-González, R. and Ezequiel Tacsir. (2014). "Policy Coordination: From FDI to a Broader Framework to Promote Innovation-The Case of Costa Rica", en *Science, Technology and Innovation Policies for Development: The Latin American Experience*. Gustavo Crespi y Gabriela Dutrénit (eds), Springer International Publishing, Switzerland.
- Monge-González, R., F. Torres, L. Torrentes y S. Coto (2016). El Sistema Nacional para la Calidad como bien público para la competitividad en Costa Rica. Nota Técnica No. IDB-TN-1085, División de Competitividad e Innovación, Banco Interamericano de Desarrollo, Washington DC.
- Monge-González, R., J.M. Salazar-Xirinachs, and I. Espejo-Campos. 2018. *Manual para el Desarrollo de Clústeres basado en la experiencia internacional*, International Labor Organization, Lima, Perú.
- Monge-González, R., Crespi, G. y Beverenotti, J. 2020. Confrontando el Reto del Crecimiento: Productividad e Innovación en Costa Rica. Banco Interamericano de Desarrollo (BID), forthcoming.
- Monge-González, R. y L. Rivera (2020). *Costa Rica: un proceso de apertura inconcluso: Análisis de economía política de la apertura comercial y episodios reveladores*, San José, Costa Rica: LEAD University.
- Mostafa, R. y S. Klepper. 2011. "Industrial Development through Tacit Knowledge Seeding: Evidence from the Bangladesh Garmen Industry." (Documento sin publicar).
- Mullin, J., Abeledo, C, Rivas, G., LJ. Jaramillo. 2008. Revisión del Plan Estratégico Nacional de Ciencia y Tecnológica de Panamá (2005-2009) y Propuestas para el Quinquenio (2010-2015. Mullin Consulting Limited, Ottawa, Canadá.
- National Board of Trade. 2016. *The Servicification of EU manufacturing. Building Competitiveness in the Internal Market*, National Board of Trade, Sweden.
- Nelson, R. R. (ed.). 1993. *National Innovation Systems: A Comparative Analysis*, New York, Oxford University Press.
- Nelson, R.R. y Rosenberg, N. 1993. Technical Innovation and National Systems. In Nelson, R. R. (ed) 1993 *National Innovation Systems: A Comparative Analysis*. Oxford: Oxford University Press.
- NESsT. 2012. Sistema Nacional de Innovación en Brasil y Particularidades del Sistema Regional en el Noreste: Oferta y Demanda por Tecnología en ámbitos rurales. IDRC y FIDA, Sao Paulo, Brasil.
- Naudé, W. and P. Nagler. 2017. *Technological Innovation and Inclusive Growth in Germany*. IZA DP No. 11194, Institute of Labor Economics.
- OECD. 1992. *Technology and Economy – The Key Relationships*, Paris: OECD.
- OECD. 1999. *Science, technology and industry scoreboard 1999. Benchmarking knowledge-based economies*, Paris: OECD.
- OECD. 2002. *Foreign Direct Investment for Development: Maximising Benefits, Minimising Costs*, Paris: OECD.
- OECD. 2005. *Governance of Innovation Systems: Volume 1: Synthesis Report*, OECD Publishing, Paris: OECD.

- OECD. 2007. *Estudios de la OECD sobre políticas de innovación: Chile*. Paris: OECD.
- OECD. 2011. *OECD Factbook 2011-2012: Economic, Environmental and Social Statistics*. Paris: OECD Publishing.
- OECD. 2012a. *Attracting Knowledge-Intensive FDI to Costa Rica: Challenges and Policy Options*. OECD Development Centre, Making Development Happen Series No. 1. (Paris: Organisation for Economic Co-Operation and Development).
- OECD. 2012b. *OECD Economic Surveys: Netherlands 2012*, OECD Publishing, doi: 10.1787/eco\_surveys-nld-2012-en
- OECD. 2013a. *Latin American Economic Outlook: SME Policies for Structural Change*. Paris: OECD Publishing.
- OECD. 2013b. *Estudios Económicos de la OECD – Chile: Visión General*. Paris: OECD Publishing.
- OECD. 2013c. *Supporting Investment in Knowledge Capital, Growth and Innovation*, OECD Publishing. doi: 10.1787/9789264193307-en
- OECD. 2013d. *OECD Communications Outlook 2013*, OECD Publishing. doi: 10.1787/comms\_outlook-2013-en
- OECD. 2013e. *Economic Policy Reforms 2013: Going for Growth*, OECD Publishing. doi: 10.1787/growth-2013-en
- OECD. 2013f. *OECD Reviews of Innovation Policy: Sweden 2012*, OECD Publishing, doi: 10.1787/9789264184893-en.
- OECD. 2014. *OECD Reviews of Innovation Policy: Netherlands*. Paris: OECD Publishing.
- OECD. 2015. *OECD Food and Agricultural Reviews: Innovation, Agricultural Productivity and Sustainability in the Netherlands*. Paris: OECD Publishing.
- OECD. 2017. *OECD Reviews of Innovation Policy: Costa Rica*. Paris: OECD Publishing.
- OECD. 2018. *Oslo Manual: Guidelines for Collecting, Reporting and Using Data on Innovation, 4th Edition, The Measurement of Scientific, Technological and Innovation Activities*, OECD Publishing, Paris: OECD.
- OECD. 2019. *Governance of Science and Technology Policies*. OECD Science, Technology, and Industry Policy Papers. No. 84. Paris: OECD publishing.
- OECD/CEPAL. 2011. *Perspectivas Económicas de América Latina 2012: Transformación del Estado para el Desarrollo*, OECD Publishing, <http://dx.doi.org/10.1787/leo-2012-es>.
- Ortega, F. 2013. “Apoyo a la formulación de una propuesta para la institucionalización del Consejo Presidencial de Competitividad e Innovación en Costa Rica”, documento elaborado por encargo del BID para la Presidencia de la República de Costa Rica.
- Palmberg, C., T. H. Niininen, and T. Wahlberg. 2000. “Industrial Innovation in Finland: First Results of the Sfinno Project.” VTT Group for Technology Studies Working Papers no. 47.
- Padilla, R., Y. Gaudin, and P. Rodriguez. 2012. *Sistemas nacionales de innovación en Centroamérica*, Serie de Estudios y Perspectivas, No. 140, CEPAL (Comisión Económica para América Latina y el Caribe). D. F., México.
- Paus, E. 2014. “Industrial development strategies in Costa Rica: When structural change and domestic capability accumulation diverge”, en José M. Salazar-Xirinachs, Irmgard Nübler y Richard Kozul-Wright (eds), *Transforming Economies: Making industrial policy work for growth, jobs and development*. UNCTAD y OIT, Ginebra
- \_\_\_\_\_. 2017. “Latin America and the Middle Income Trap”, en José M. Salazar-Xirinachs y Jorge Cornick (editores). *Productive Development Policies, Inclusive Growth and Job Creation: The Lima Brainstorming Sessions*, OIT Américas, Reportes Técnicos, No 7, Dirección Regional de OIT para América Latina y el Caribe, Lima, Perú.
- Paus, E. and K. Gallagher 2008. “Missing Links: Foreign Investment and Industrial Development in Costa Rica and Mexico.” *Studies in Comparative International Development*. 42, 4, 53-80.
- Porter, M. 1990. *The Competitive Advantage of Nations*. London y Basingstoke: The Macmillan Press Porter, M. E.
- Pugatch, Meir; Teubal, Morris; Zlotnick, Odeda. 2010. *Israel's High-Tech Catch-Up Process: The Role of IPR and Other Policies*. in Odagiri et

al Intellectual Property Rights and Catch-Up. Oxford University Press. Oxford, England.

Regan, A. and S. Brazys. 2017. *Celtic phoenix or leprechaun economics? The politics of an FDI led growth model in Europe*. UCD Geary Institute for Public Policy, Discussion Paper Series, Ireland.

Rivera-Batiz, L., & Romer, P. 1991. International Trade with Endogenous Technological Change. *European Economic Review*, 35 (4): 971-1001.

Rodrik, D. 2008. *Normalizing Industrial Policy*. Commission on Growth and Development. Working paper No. 3

\_\_\_\_\_. 2020. "Where are we in the economics of industrial policies?", VoxDev, <https://voxdev.org/topic/public-economics/where-are-we-economics-industrial-policies>

Romer, P. 1990. Endogenous Technological Change. *Journal of Political Economy*, 98 (5): 71-102.

Roos, G. y O. Gupta. 2004. "National Innovation Systems: Experiences from Finland, Sweden and Australia Compared", Technical Report, *Intellectual Capital Services*, Australia.

Rosenberg, Nathan. 1982. *Inside the Black Box: Technology and Economics*, Cambridge, Cambridge University Press.

Rouvinen, P. 2002. R&D-Productivity Dynamics: Causality, Lags and "Dry Holes". *Journal of Applied Economics*, Universidad del CEMA, vol 0, pag 123-156.

Rubiralta Alcañiz, Mario. 2004. *Transferencia a las empresas de la investigación universitaria. Descripción de modelos europeos*. Fundación COTEC para la Innovación Tecnológica, Madrid. España.

Sandoval, C., F. Monge, A. Alfaro-Ureña, y T. Vargas. 2018. "FDI spillovers in Costa Rica: boosting local productivity through backward linkages. En OECD (2018), *OECD Economic Survey of Costa Rica: Research Findings on Productivity*, OECD Publishing, Paris. [http://dx.doi.org/10.1787/9789264298774-en\\_6](http://dx.doi.org/10.1787/9789264298774-en_6)

Science and Technology Policy Council. 1990. Review 1990, Guidelines

for science and technology policy in the 1990s, Helsinki: Government Printing Centre.

Schwab, K. 2012. *The Global Competitiveness Report 2012-2013*, World Economic Forum, Geneva.

Segura-Bonilla, O. 2001. *Competitividad y sistemas de innovación: El sector forestal en Costa Rica*. Informe Especial. Heredia, Universidad Nacional.

Sepúlveda, J., M. Alfaro y E. Vásquez. 2014. "Management of innovation in Chile: A case study for enhancing innovation capabilities of SMES". *Journal of Innovation Economics and Management*. No. 13, pp 115-128.

Silva, F. and K. Wilson. 2013. "Policies for Seed and Early Stage Finance: Findings from the 2012 OECD Financing Questionnaire", *OECD Science, Technology and Industry Policy Papers*, No. 9, OECD Publishing. doi: 10.1787/5k3xqsf00j33-en

Sölvell, Ö. (2008). *Clusters: Balancing Evolutionary and Constructive Forces*. Stockholm: Ivory Tower Publishers.

Spielkamp, A. and K. Vopel. 1997. *National Innovation System and Mapping Innovative Clusters at the Firm Level*. Center for European Economic Research, ZEW.

Stein, E., J. Cornick, E. Fernández-Arias, G. Rivas. 2018. *Building Capabilities for Productive Development*. Inter-American Development Bank, Washington DC.

Stiglitz, J. 2012. *The Price of Inequality*. New York: W.W. Norton.

Syverson, C. 2011. What Determines Productivity? *Journal of Economic Literature*, 49(2), 326-65.

Trajtenberg, M. 2006. *Innovation Policy for Development: an Overview*. Working paper No. 6-2006, Tel Aviv University, NBER and CEPR.

Tekes. 2005. Presentation material Part A. "R&D in Finland," [http://www.tekes.fi/eng/publications/presentation\\_material.html](http://www.tekes.fi/eng/publications/presentation_material.html)

Thelen, K. 2004. *How Institutions Evolve: The Political Economy of Skills in Germany, Britain, the United States and Japan*. Cambridge, U.K.: Cambridge University Press.

- Twarog, S. 1997. Heights and Living Standards in Germany, 1850-1939: The Case of Wurttemberg. In Steckel, R. H. and Floud, R., editors, *Health and Welfare during Industrialization*. University of Chicago Press.
- Whitley, R. 1999. *Divergent Capitalisms: The Social Structuring and Change of Business Systems*. Oxford, U.K.: Oxford University Press.
- \_\_\_\_\_. 2007. *Business Systems and Organizational Capabilities: The Institutional Structuring of Competitive Competences*. Oxford, U.K.: Oxford University Press.
- United Nations Economic Commission for Europe (2007). *Creating a conducive environment for higher competitiveness and effective national innovation systems. Lessons learned from the experience of UNECE countries*. United Nations, New York and Geneva. <http://www.unece.org/ceci/ic.html>
- Van den Broek, J., J. Deuten, and K. Jonkers, 2018. *Rio Country Report 2017: The Netherlands*. Research and Innovation Observatory country report series. JRC Science for Policy Report. European Commission.
- Vestergaard, J. and C. Díaz. 2007. *A strategy for innovation and sustainable development in Costa Rica*, Copenhagen Business School, Copenhagen.
- Veugelers, R. 2011. "Mind Europe's Early Stage Equity Gap", *Bruegel Policy Brief*, 2011/18, Brussels.
- Weitzman, Martin, "Recombinant Growth." *The Quarterly Journal of Economics*, 113, pp. 331-360, 1998.
- Wonglimpiyarat, J. 2016. "Government policies towards Israel's high-tech powerhouse". *Technovation*, <http://dx.doi.org/10.1016/j.technovation.2016.02.001i>
- Xavier, S. R., D. Kelley, J. Kew, M. Herrington and A. Vorderwülbecke. 2013. *Global Entrepreneurship Monitor 2012, Global Report*.
- Yuklea, Harry. 2009. An Integrated Approach to VC Financing Policy: "The Plumber's Model of Entrepreneurial Finance". Working Paper. The Hebrew University.

# ANEXO A.1:

## **REVISIÓN DE LOS SISTEMAS NACIONALES DE INNOVACIÓN DE VARIOS PAÍSES**

En este anexo se discuten las características más sobresalientes de los sistemas nacionales de innovación (SNI) de Alemania, Finlandia, Israel, Países Bajos, Brasil y Chile. Para cada uno de estos países, se trata de explicar el desarrollo y operación de su sistema nacional de innovación, quiénes son sus integrantes (principales actores del sector privado, público y academia/centros de investigación), cómo opera el sistema (gobernanza) y la forma en que sus actores interactúan para apoyar los esfuerzos de innovación de las empresas. Igualmente se discuten las políticas y programas más importantes desarrolladas por estos actores dentro del SNI. Al ser un análisis basado en la revisión de literatura, el mismo tiene importantes limitaciones. La primera es que no siempre es posible encontrar literatura relevante en español e inglés sobre todos estos países en igualdad de condiciones. Debido a lo anterior, no todos los países han sido igualmente estudiados. Por último, el formato de análisis de los diversos estudios identificados y analizados

no es el mismo, lo que permite tener mucha información en unos casos y relativamente poca en otros. Por ello, el análisis de los SNI de los 6 países estudiados no pretende ser un análisis exhaustivo, sino uno que permita derivar lecciones de la experiencia de estos países respecto al desarrollo de un SNI eficiente.

El propósito de este análisis es triple, por una parte, permitir al lector interesado conocer con más detalles los SNI de cada uno de estos seis países, por otra parte, servir de base para el resumen que se presenta sobre estos sistemas y las lecciones que de ellos se derivan en la sección 3 del documento. Finalmente, con base en todo lo anterior, plantear una serie de recomendaciones para la mejora al Sistema Nacional de Innovación de Costa Rica (sección 5), facilitando con ello la transformación productiva de este país hacia bienes y servicios de mayor valor agregado, así como un mayor crecimiento económico, sostenido, inclusivo y sustentable.

# A. SISTEMA NACIONAL DE INNOVACIÓN DE ALEMANIA

Alemania es uno de los países más innovadores del mundo de acuerdo con el IGI. En el año 2020 este país ocupó la posición 9 de 131 países. La historia de Alemania en materia del Sistema Nacional de Innovación data de hace varios siglos. Naudé y Nagler (2017) dividen la historia de la innovación en Alemania en dos períodos: 1850-1913 y 1950-2015.

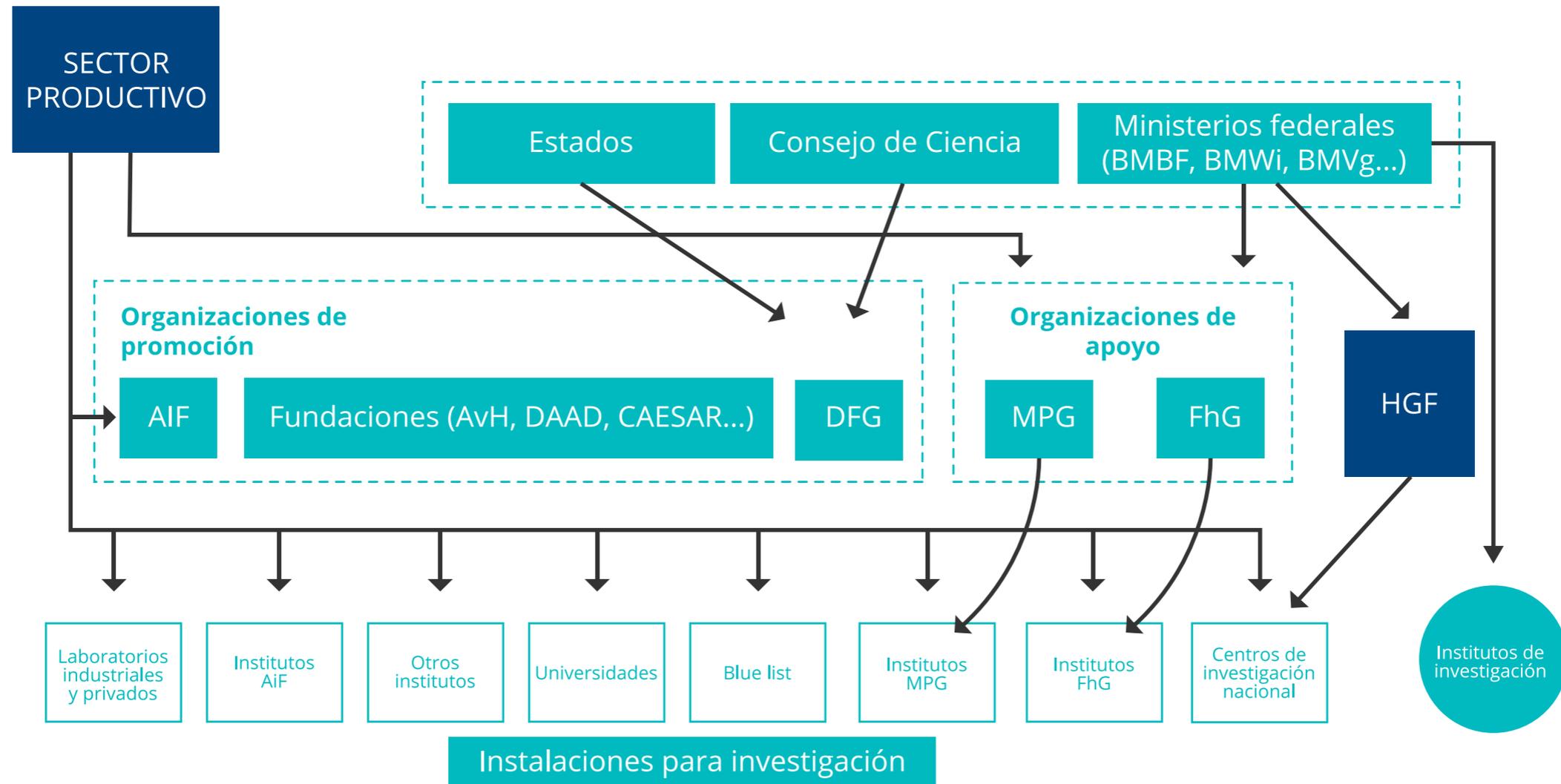
El sistema de innovación tecnológica de Alemania nació entre 1850 y 1913. Este fue el período de la industrialización de Alemania (Beise y Stahl, 1999), y coincidió con la “primera era de la globalización” (Twarog, 1997) y la “segunda revolución industrial”. De hecho, el sistema de innovación apoyó e impulsó una rápida industrialización en el país, con Alemania especializada en campos que eran característicos de la “segunda revolución industrial”, como los productos químicos, los automóviles y la electricidad. Este desarrollo fue acompañado por un crecimiento inclusivo, como lo muestra el índice de desarrollo humano (IDH), que aumentó de 48,3 (en el período 1871 a 1880) a 68,6 en 1912. De acuerdo con Twarog (1997), el ingreso per cápita real creció un 15 por ciento por década entre 1850 y 1913, la producción industrial alcanzó una tasa de crecimiento del 37 por ciento por década, y la población que vivía en las ciudades con más de 100.000 personas aumentó del 4,8 por ciento en 1871 al 21,3 por ciento en 1910.

Entre 1914 y la creación de la República Federal de Alemania con su Constitución en 1949, la economía y sus instituciones fueron devastadas por las dos guerras mundiales. A pesar de esto, muchos de los pilares del Imperio alemán, incluyendo numerosos gigantes corporativos del siglo XIX e instituciones científicas y educativas, sobrevivieron. Bajo la presión de las Fuerzas Aliadas que ocupaban Alemania después de la Segunda Guerra Mundial, los Institutos Kaiser Wilhelm fueron renombrados como Institutos Max Planck. Además, las Fuerzas Aliadas limitaron su mandato a la investigación básica (Comin et al., 2016). Para cerrar la

brecha en el antiguo esquema de “triple hélice”, la Sociedad Fraunhofer (FhG) se estableció en 1949. El FhG hoy en día consiste en una serie de laboratorios de investigación que llevan a cabo la investigación aplicada y la innovación industrial para mejorar la competitividad de la industria (Beise y Stahl, 1999). A pesar de su prominencia, solo una proporción relativamente pequeña de I+D total en Alemania se asigna al FhG (alrededor del 2,5 por ciento de toda la I+D en 2010). La estructura y programas del FhG, así como otros importantes elementos del SNI de Alemania se describen en mayor detalle más adelante.

El SNI de Alemania está basado en una clara concepción sobre la importancia que tiene dicho sistema para la productividad y el crecimiento económico, donde es imprescindible que un país cuente con una variedad de instituciones para que los mercados puedan funcionar correctamente. En el caso de Alemania es claro el hincapié en las interdependencias entre el aparato productivo y las instituciones sociales y económicas del país, así como en ciertas características del entorno. En el sector privado las estructuras organizativas se pueden examinar en términos de actividades de producción e innovación, más las relaciones tecnológicas entre diferentes empresas, y entre empresas e instituciones del sector público. En el sector público, la atención se centra en las condiciones básicas para promover la innovación, como los factores culturales y sociales, los sistemas educativos, fiscales y jurídicos (por ejemplo, en lo que respecta a la protección de la propiedad intelectual) y las políticas que afectan a la tecnología, las empresas y el mercado laboral (Figura A.1). El SNI persigue solventar cuatro categorías de impedimentos a la innovación, tanto dentro como fuera de las empresas, a saber: riesgos de implementación y ventas; restricciones al financiamiento; barreras a lo interno de la empresa y formalidades legales (Spielkamp and Vopel, 1997).

Figura A.1. Sistema Nacional de Innovación de Alemania



Notas: Ministerio Federal de Educación, Ciencia, Investigación y Tecnología (BMBF), Ministerio Federal de Defensa (BMVg) y Ministerio Federal de Economía (BMW). Estos están a cargo del gasto federal en I+D. DFG es el Consejo de Investigación Alemán, donde operan conjuntamente los gobiernos estatales y federal. El AiF reúne organizaciones de investigación de la industria, y promueve la

investigación aplicada y el desarrollo principalmente para apoyar a las pequeñas y medianas empresas. MPG es una organización que cuenta con centros de investigación, principalmente para investigación básica. FhG es una ONG que apoya la investigación aplicada. HGF son los centros de investigación nacionales.

Fuente: Elaboración propia del autor



Si bien desde un punto de vista teórico es posible separar los actores de un sistema de innovación entre aquellos que son usuarios del conocimiento y capital humano, los productores de conocimiento y capital humano, y las instituciones de transferencia del conocimiento, la experiencia del SNI de Alemania representado en la figura 1, muestra que dadas las complejas interdependencias entre estos actores no es posible hacer tales diferencias. Es decir, no es posible dividir el sector productivo que usa el conocimiento para fines comerciales del sector público y empresas grandes que producen dicho conocimiento.

Adicionalmente, es importante señalar que la experiencia de Alemania en materia de innovación deja claro que la estructura del SNI siempre depende de la trayectoria (path dependent) en la forma de las tradiciones y los hechos históricos que establecen la base desde la que el sistema se ha venido desarrollando. Por ello, no es posible explicar en detalle la evolución y desarrollo del SNI de Alemania en unas cuantas páginas, como tampoco lo es para el caso de otros países; sin embargo, se puede afirmar que la estructura federal de la sociedad alemana constituye la base de la trayectoria institucional de su SNI (Spielkamp and Vopel, 1997).

Las responsabilidades de financiamiento para la educación, la investigación, la transferencia tecnológica y el desempeño de la innovación son compartidas entre el Gobierno federal, los gobiernos estatales y el sector empresarial privado. De esto se desarrolló una variedad de instituciones de investigación, universidades y laboratorios. Existen además importantes instituciones de I+D que realizan y transfieren conocimiento, las cuales se comentarán en mayor detalle más adelante. Estas instituciones se pueden clasificar por sus recursos de financiación dependiendo del sistema federal de Alemania. Además de las universidades y las instalaciones de I+D de la industria, existen diversas instituciones de investigación públicas y semipúblicas.

Estas instituciones proveen una gran parte de la transferencia de tecnología mediante transferencia directa o indirecta a empresas privadas. Estas instituciones tienen una propensión a cooperar en actividades innovadoras en función de ciertas condiciones. Las empresas de investigación del sector público fertilizan el éxito industrial innovador principalmente de tres áreas: en el ámbito de la educación y la formación, aumentando el capital humano, generando y publicando nuevos conocimientos del trabajo de investigación y apoyando

directamente a las empresas en la resolución de problemas industriales. Los canales por medio de los cuales se apoya a las empresas alemanas para innovar son: proyectos de cooperación en I+D; demanda directa por investigación aplicada por parte de las empresas e investigación por contrato; consultoría; movilidad del personal; y educación de las capacidades orientadas a la práctica en los colegios técnicos.

En adición a lo anterior, existe una variedad de instituciones que sirven como intermediarios para la transferencia de actividades. Estas instituciones juegan un importante papel integrador en la diversificada red del SNI de Alemania.

De acuerdo con Spielkamp and Vopel (1997) existen tres tipos de instituciones de transferencia que se clasifican por su cercanía a las empresas. En primer lugar, hay mediadores que están cerca de la industria. En muchas ramas e industrias existen una cámara de la rama además una cámara central de comercio en casi todas las grandes ciudades de Alemania. Estas cámaras de empresas de diferentes ramas son una buena fuente de información sobre qué tipos de conocimiento y nuevas tecnologías serán importantes para ciertas industrias. Otro canal de transferencia de tecnología pueden ser las asociaciones de diferentes industrias que en realidad son principalmente lobbies para intereses solo en el conocimiento tecnológico. El segundo canal de transferencia es proporcionado por mediadores tecnológicos independientes. A este grupo pertenecen agencias de transferencia y centros de información. Una de las instituciones más eficaces de transferencia de tecnología a pequeñas empresas y nuevos emprendimientos son los centros de tecnología y empresa. Estos centros son independientes, pero reciben el apoyo de las cámaras de comercio y en muchos casos del ayuntamiento. El tercer tipo de instituciones de transferencias está estrechamente vinculado a institutos de investigación o universidades. Este grupo incluye los centros universitarios y de transferencia y los de institutos de investigación no universitarios. Las instalaciones de pruebas, control y normalización contribuyen en una cantidad considerable a la difusión del conocimiento del investigador al usuario. La consultoría institucionalizada y los centros de desarrollo independientes también forman parte del sistema de transferencia (ver figura 1).

Allen (2009) presenta una descripción detallada del SNI alemán, la cual se resume en lo que sigue para describir los principales actores y programas de dicho sistema. Como punto de partida cabe señalar que

debido al sistema de Gobierno federal de Alemania muchas políticas nacionales se ven influenciadas por las preocupaciones propias de los gobiernos estatales, especialmente en el sistema educativo. Así, si bien Allen describe un SNI para este país, la verdad es que existen diferencias en esta materia entre los diferentes estados.

Durante las últimas dos décadas, se han producido importantes cambios en el SNI alemán, los cuales han perseguido tres objetivos fundamentales: promover la excelencia en la investigación, obtener lo máximo de los recursos que se han invertido, y dirigir los fondos a investigadores e institutos con las mayores posibilidades de producir los resultados deseados. En términos de la coordinación política y de la canalización de recursos a ciertos institutos o áreas de investigación, el Consejo de Ciencia y la Fundación Alemana de Investigación ocupan posiciones claves. Los centros de investigación más importantes son la Asociación de Centros de Investigación Hermann von Helmholtz, la Sociedad Max Planck, la Sociedad Fraunhofer, la Asociación de Ciencia Leibniz, y la Fundación Centro de Estudios Europeos Avanzados e Investigación (CEASAR, por sus siglas en inglés).

## Consejo de Ciencia

El Consejo de Ciencia juega un papel muy importante en el SNI de Alemania. El mismo se estableció en el año 1957 como parte de un acuerdo entre los gobiernos estatales y el Gobierno central. Su papel consiste en coordinar y asesorar con respecto al desarrollo de instituciones de educación superior, ciencia e investigación. Algunas de las recomendaciones más importantes que han influido en la política han incluido la introducción de nuevas estructuras de grado en las universidades alemanas, el sistema por el que deben evaluarse las actividades de la Asociación Helmholtz, así como propuestas relativas al futuro papel de las universidades en el sistema de innovación alemán. Además, el Consejo de Ciencia tiene la tarea de evaluar los institutos de investigación y acreditar, cuando esté justificado, los institutos privados de educación superior de nueva creación. Por lo tanto, proporciona orientación dentro del sistema general. Además, supervisa y ayuda a garantizar altos estándares de investigación dentro de las universidades, un elemento importante del SNI.

## Fundación Alemana de Investigación

La Fundación Alemana de Investigación, o Deutsche Forschungsgemeinschaft (DFG), es el órgano central y autónomo de concesión de fondos no reembolsables (grant-awarding) en Alemania. Su tarea es proporcionar apoyo financiero a proyectos de investigación que se llevan a cabo, ante todo, por investigadores dentro de la educación superior. Promueve la investigación en todas las ramas de las ciencias y las humanidades, principalmente, en las universidades y, en segundo lugar, otros institutos de investigación financiados con recursos públicos. La Fundación, además, busca facilitar la cooperación entre los investigadores, apoyar el desarrollo de investigadores de carrera temprana y promover vínculos entre los centros de investigación alemanes y los extranjeros. Sus miembros actuales incluyen 69 instituciones de educación superior, 15 centros de investigación no universitarios, 7 academias y 3 asociaciones industriales.

En el año 2006 la Fundación otorgó fondos no reembolsables para la investigación por un total de €1.588 millones de euros. Poco más de la mitad de esto (817 millones de euros) se invirtió en programas coordinados. La Fundación adjudicó 568 millones de euros en el marco de su programa de fondos no reembolsables de investigación individuales y 16 millones de euros en premios. Otros 105 millones de euros se invirtieron para apoyar a investigadores principiantes. Aproximadamente el 3% (€56 millones de euros) del presupuesto de la Fundación se usó para financiar proyectos de infraestructura de investigación. En el año 2006, 577 millones de euros (39%) del presupuesto de investigación de la Fundación para programas coordinados, el programa de subvenciones individuales y los esquemas de apoyo a los investigadores principiantes se utilizaron para financiar proyectos en ciencias de la vida; €388 millones de euros (26%) en las ciencias naturales; €313 millones de euros (21%) en ingeniería; y 211 millones de euros (14%) en las humanidades y las ciencias sociales.

## Asociación de Centros de Investigación Hermann von Helmholtz

En el año 2001, 15 centros de investigación que se centraban en diversos aspectos de la biomedicina, la ciencia y la tecnología se unieron para

formar la Asociación Helmholtz. Es la organización de investigación más grande de Alemania. En 2006, su presupuesto de €2.349 millones fue financiado en gran medida por fondos gubernamentales (dos tercios). La participación del Gobierno federal en este financiamiento fue del 90%; el gobierno local (Länder) proporcionó el resto. La financiación de los centros Helmholtz individuales que no proviene directamente de fuentes gubernamentales incluye el apoyo tanto de los sectores público como privado, y de la Unión Europea (UE). En 2007, la Asociación empleó aproximadamente 26 500 personas, de las cuales 8000 eran investigadores de alto nivel.

A pesar de centrarse en diferentes campos tecnológicos, los centros de investigación están unidos por un compromiso con la búsqueda de objetivos a largo plazo que beneficien a la sociedad. Por lo tanto, la Asociación pretende vincular la investigación y el desarrollo tecnológico con medidas tanto para prevenir dolencias médicas como para aplicar innovaciones en diversas áreas. Al hacerlo, identifica y lleva a cabo investigaciones en áreas muy avanzadas que son de gran importancia estratégica y programática para la sociedad, la ciencia y la industria. Estas investigaciones a menudo implican importantes gastos de capital tanto en equipos como en instalaciones.

Con el fin de facilitar la transferencia de conocimientos entre los diversos Centros de Investigación de la Asociación Helmholtz y entre los Centros y la industria, la misión a largo plazo y las prioridades de trabajo de los Centros, se han racionalizado para centrarse en seis áreas principales. Se trata de la energía, el medio ambiente, la salud, las tecnologías clave, la estructura de la materia y, por último, el transporte y el espacio. Las decisiones de financiar proyectos individuales son tomadas por el Gobierno federal y los Länder; sus opiniones se basan, sin embargo, en las evaluaciones de las propuestas de proyectos de grupos internacionales de expertos.

## Sociedad Max Planck

La Sociedad Max Planck para el Avance de la Ciencia fue fundada en 1948 como una organización de investigación independiente sin fines de lucro. Aunque fue fundada después de la Segunda Guerra Mundial, sus raíces se remontan a antes de la Primera Guerra Mundial, ya que es la organización sucesora de la Sociedad Kaiser Wilhelm, que se

estableció en 1911. La Sociedad Max Planck ha pasado de 25 institutos de investigación en 1948 a 78 institutos y centros de investigación en Alemania en 2007. Además, cuenta con tres institutos extranjeros y varias sucursales en el extranjero. En total, la Sociedad Max Planck emplea aproximadamente a 23.400 personas. Su presupuesto para 2007 fue de €1.433 millones, financiado en gran medida (82%) por el Gobierno federal alemán y los Länder. El resto fue recibido por donaciones, proyectos financiados externamente y contribuciones de los miembros.

El objetivo común de los diversos institutos de investigación de la Sociedad Max Planck en las ciencias naturales, las ciencias de la vida y las humanidades es realizar investigaciones básicas en interés del público en general. Mediante la realización de este tipo de investigación, estos institutos tratan de llevar a cabo programas de investigación innovadores que las universidades alemanas no pueden llevar a cabo por carecer de los recursos tanto en términos financieros como de personal. Además, la Sociedad Max Planck busca realizar investigaciones de carácter más interdisciplinario que la que a menudo se realiza en las universidades alemanas. Esto no quiere decir, sin embargo, que las actividades de los institutos de investigación de la Sociedad Max Planck están totalmente divorciadas de las de las universidades alemanas. De hecho, en muchas áreas, los institutos de la Sociedad Max Planck complementan la investigación realizada en otros lugares. Además, algunos institutos ponen sus equipos e instalaciones a disposición de una amplia gama de investigadores.

## Sociedad Fraunhofer

Fundada en 1949, la Sociedad Fraunhofer inicialmente emprendió un papel administrativo y de asesoramiento en gran medida para canalizar fondos públicos a investigadores que estaban llevando a cabo proyectos de investigación que podrían beneficiar a la industria. En la década de 1970, su papel cambió a medida que comenzó a recibir fondos del Gobierno federal, los cuales complementaban los fondos provenientes de la industria para realizar su propia investigación. Este énfasis ha continuado hasta el día de hoy, ya que la Sociedad tiene como objetivo llevar a cabo investigaciones aplicadas que sean un beneficio directo para las empresas privadas y públicas y que también ayuden a la sociedad en su conjunto. Lleva a cabo investigaciones por contrato para los sectores

privado (tanto manufactura y servicios) como para el sector público. Hay 56 institutos Fraunhofer en Alemania; emplean a aproximadamente 13 000 personas. Además, cuenta con centros de investigación en otros países europeos, Estados Unidos, Asia y Oriente Medio. La financiación de la Sociedad Fraunhofer refleja su objetivo principal. En 2006 sus ingresos ascendieron a €1.186 millones. La mayor parte de esta financiación (€787 millones, o 66%) provenían de fuentes públicas, que incluían ingresos del Gobierno federal, de Länder y del Ministerio de Defensa. Por su parte, la industria proporcionó aproximadamente un tercio de los ingresos de la Sociedad (€399 millones).

El cometido de la Sociedad es llenar un vacío en la estructura de investigación de Alemania. Por ejemplo, la investigación universitaria a menudo se centra en la ciencia básica, la cual se financia casi en su totalidad con fondos públicos. Por el contrario, la investigación y el desarrollo industrial buscan generar oportunidades comerciales a partir de la investigación, la mayoría de las cuales son financiadas por la empresa privada. Por lo tanto, la Sociedad Fraunhofer, que se financia tanto con fondos públicos como privados, tiene por objeto llevar a cabo no solo investigaciones más orientadas a la aplicación que las realizadas en universidades y otros institutos de investigación de Alemania, sino también estudios de naturaleza más «investigación básica» que los realizados por organizaciones comerciales. Sus vínculos con la industria son, como resultado de sus objetivos, más fuertes que los de otros institutos de investigación en Alemania.

## Asociación de Ciencia Leibniz

Los 84 institutos de la Asociación Científica Leibniz (anteriormente 'Instituciones de la Lista Azul', que se iniciaron en 1977) son financiados por el Gobierno federal y los Länder como centros de investigación independientes. Sus dos funciones principales son llevar a cabo sus propias investigaciones y proporcionar servicios de apoyo, que pueden incluir asesoramiento sobre la transferencia de conocimientos y el uso de equipos, a otros investigadores e institutos de investigación. Esta última función significa que desempeñan un papel importante en la realización de proyectos de investigación dirigidos por la universidad. Por lo tanto, forman un vínculo cardinal y único entre el sistema de investigación más amplio y la investigación promovida por la universidad; sin embargo,

esto no significa que los estudios realizados dentro de los Centros de Asociación Científica de Leibniz solo se lleven a cabo en colaboración con investigaciones universitarias: también se proporciona apoyo a investigadores con sede en otros lugares, como los de la Sociedad Max Planck, los institutos Fraunhofer y, de hecho, las empresas nacionales e internacionales. Dado que las actividades de investigación de los Centros de la Asociación se encuentran entre la investigación básica y la aplicada, la Asociación tiene como objetivo formar un vínculo entre los dos. Con el fin de facilitar la innovación, así como la cooperación entre diversos centros de investigación, los institutos de la Asociación Científica Leibniz se centran en:

- colaboración regional con las universidades en un intento de formar clústeres;
- investigaciones interdisciplinarias sobre áreas que probablemente tengan un creciente protagonismo en el futuro (enfermedades infecciosas, investigación de aprendizaje, investigación sobre el medio ambiente y el cambio climático, investigación marina y tecnologías ópticas); y
- grupos de trabajo interdisciplinarios.

El enfoque en la investigación interdisciplinaria refleja el amplio enfoque del trabajo de la Asociación. Las cinco secciones de la Asociación son:

- humanidades e investigación educativa;
- las ciencias sociales y la investigación de infraestructura regional;
- las ciencias de la vida;
- matemáticas, las ciencias naturales y la ingeniería; y
- ciencias ambientales.

Del presupuesto total de la Asociación de €1.102 millones de euros en 2006, €756 millones de euros procedían, en igual medida, del Gobierno federal y de los Länder. Otras fuentes de financiación incluyen las subvenciones a la investigación de la UE, el sector privado y los ingresos procedentes de licencias y servicios.

## Fundación Centro de Estudios Europeos Avanzados e Investigación (CEASAR)

La Fundación CEASAR es una adición relativamente nueva al sistema de innovación de Alemania. Establecida como parte de la Ley de Compensación de Bonn Berlín de 1994, que fue diseñada para compensar algunas de las pérdidas de puestos de trabajo previstas como resultado de la decisión de trasladar la capital federal y la mayoría de los ministerios y embajadas a Berlín. La Fundación lleva a cabo investigaciones básicas y orientadas a la aplicación en nanotecnología, biotecnología y neurociencia.

De manera única entre los principales institutos públicos de investigación en Alemania, la Fundación no recibe una subvención anual del Gobierno federal o los Länder. En cambio, se financia con los rendimientos de su fondo de dotación (con un total de €383 millones, de los cuales €350 millones procedían del Gobierno federal y €33 millones del estado del Rin del Norte-Westfalia) y de investigaciones realizadas en nombre de la industria. Como resultado de su estructura de financiación, la Fundación se centra fuertemente en vincular la ciencia y la investigación con innovaciones que probablemente sean comercialmente viables, en cooperar con el sector privado y en obtener contratos de investigación.

## Iniciativas de comercialización de tecnología (nivel nacional)

En 2001, el Gobierno federal puso en marcha un “esquema de acción” que fue diseñado para mejorar las iniciativas de comercialización de tecnología (BMBF/BMWi, 2001). Después de identificar los déficits, el Gobierno federal lanzó “ofensivas” en las siguientes cuatro áreas:

- explotación, que se centra en transferir los resultados de la investigación más rápidamente a productos y servicios comerciales;
- spinoffs, que tiene la intención de aumentar el número de startups relacionadas con la investigación;
- asociaciones, que se centran en mejorar los incentivos para la colaboración entre los institutos de investigación y el sector privado; y
- competencia, cuyo objetivo es facilitar el uso de los resultados de la investigación en los procesos de innovación de las empresas.

## Política tecnológica nacional

La política tecnológica en Alemania tiene tres líneas principales. El primero es el enfoque establecido por el Gobierno en el establecimiento de objetivos para los investigadores tanto en el sector público como, mediante el uso de incentivos, en los sectores privados. El segundo elemento dentro de la política tecnológica se centra en mejorar la “infraestructura” de investigación y desarrollo (institutos de investigación y equipos que requieren importantes desembolsos de capital). Por último, la política tecnológica busca mejorar las habilidades y capacidades de los científicos e investigadores que trabajan en Alemania o pueden estar a punto de embarcarse en una carrera en un campo de la innovación.

## Flujo de fondos para la innovación

Como se señaló anteriormente, la mayoría de los fondos para las actividades de los centros públicos de investigación provienen del Gobierno federal o los Länder. Sin embargo, la mayor parte de los gastos en I+D proceden del sector privado. Vale la pena señalar aquí que una de las áreas que ha sido vista como una debilidad del sistema de innovación de Alemania ha sido la escasez relativa de capital de riesgo, que puede incluir capital semilla, startup, expansión, reemplazo, cambios y financiamiento puente. El Gobierno federal ha venido trabajando en varias iniciativas que están diseñadas para subsanar esta deficiencia. Según la Asociación Alemana de Capital Privado y Capital Riesgo, o Bundesverband deutscher Kapitalbeteiligungsgesellschaften (BVK), €50 millones fueron invertidos como capital semilla por inversores capitalistas de riesgo en 2007. Esto representó aproximadamente el 6% de los €840 millones invertidos por los capitalistas de riesgo en ese año. La mayor parte de la financiación se dedicaron a la fase de expansión de las empresas (50%) y startups (aproximadamente 36% o €300 millones) (BVK, 2008). En términos generales Allen (2009) afirma que el capital de riesgo en Alemania no parece estar tan disponible para la expansión de las empresas existentes como en otros países, por ejemplo, el Reino Unido.

## Sistema Educativo

Las políticas educativas se encuentran principalmente dentro del

ámbito de responsabilidad de los Länder. Esto significa que puede haber variaciones sustanciales entre los estados federales en, por ejemplo, el tiempo que pasan en diferentes escuelas y la cantidad de énfasis en diferentes materias escolares. No obstante, cabe señalar que, aunque el Gobierno federal no puede dirigir a Länder a aplicar determinadas políticas, puede proporcionar incentivos para alentarlos a aplicar determinadas medidas.

Hasta la edad de 10 años, todos los alumnos, independientemente de su capacidad, asisten al mismo tipo de escuela. Después de esa edad, los alumnos son ubicados, basados en la capacidad intelectual, en tres tipos de escuelas. La elección de las escuelas a esta edad determina en gran medida el tipo de educación y formación que está disponible para las personas más adelante en la vida. Por ejemplo, las escuelas secundarias generales, o *Hauptschulen*, preparan a los alumnos para la educación vocacional y la formación profesional, mientras que los alumnos de las escuelas de gramática, o *Gymnasien*, recibirán una educación más académica y, si así lo desean y pasan los exámenes pertinentes, podrán ir a la universidad. Esto no es posible para los alumnos en un *Hauptschule*. Aunque los alumnos pueden moverse entre los tres tipos de escuelas, la mayoría de los alumnos no lo hacen.

Llegados a este punto conviene comentar tres programas característicos del sistema educativo alemán.

### *Iniciativa para la excelencia*

Buscando un cambio significativo en la política de educación superior de Alemania, el Gobierno federal, en cooperación con los estados federados, implementó hace más de una década una iniciativa para la excelencia que buscaba que determinadas universidades aumentaran su experiencia y su renombre internacional en áreas de investigación en las que ya eran fuertes. Antes de la Iniciativa, el Gobierno federal consideraba que todas las universidades eran iguales. Esto, a su vez, reflejaba un deseo que surgió en la década de 1960 entre la población de evitar la idea del elitismo dentro del sector de la educación superior. Por lo tanto, la Iniciativa representa una importante cesura en la política, ya que pretende facilitar el surgimiento de “universidades de élite” que sean capaces de llevar a cabo investigaciones más extensas y avanzadas que las no seleccionadas. La Iniciativa puede considerarse una respuesta,

en primer lugar, al aumento de la competencia en las esferas de la investigación y la innovación tanto de los países desarrollados como de los países en desarrollo; en segundo lugar, los llamamientos para abordar el problema de la falta de financiamiento para la educación terciaria y, por último, a las preocupaciones sobre la reputación de Alemania en el extranjero como lugar de investigación.

### *Educación vocacional y capacitación*

Dentro del área de educación vocacional y capacitación (VET, por sus siglas en inglés), el Ministerio Federal de Educación e Investigación (BMBF) junto con el Instituto Federal de Educación y Formación Profesional desempeñan en conjunto con los representantes de empleadores y empleados funciones claves en el establecimiento de los amplios parámetros dentro de los cuales operan los empleadores, los proveedores de formación y los empleados. La provisión de la VET se basa en el principio de la formación dual.

Dentro de Alemania, el Ministerio Federal de Educación e Investigación (BMBF) es responsable de las cuestiones de política general relacionadas con la educación vocacional y la capacitación. Como parte de su cometido, es legalmente responsable de la supervisión y financiación del Instituto Federal de Educación Vocacional y Capacitación (BIBB). Además, sus tareas incluyen la implementación de medidas destinadas a mejorar la calidad de la VET. Sin embargo, el BMBF no tiene el poder de reconocer ocupaciones individuales que requieren capacitación formal; esa responsabilidad recae en los ministerios individuales que supervisan el área ocupacional pertinente. En la práctica, esto significa que la mayoría de las ocupaciones que requieren capacitación formal son reconocidas por el Ministerio Federal de Economía y Tecnología. A mediados de la década de 2000, había 343 ocupaciones de formación reconocidas que abarcaban todos los sectores de la economía. Los orígenes del actual sistema de VET pueden remontarse al siglo 19th cuando las empresas grandes en la industria alemana establecieron sus propios programas de capacitación. La aportación de los empleadores en el diseño de programas de capacitación ha seguido siendo una característica clave del sistema y ha garantizado la pertinencia continua de las aptitudes que proporciona.

Fundado en 1970, el BIBB es un centro nacional e internacional de

excelencia para la investigación no solo en la VET inicial y continua, sino también en el desarrollo de la VET. Su trabajo de investigación, desarrollo y asesoramiento se centra en identificar las demandas futuras a las que es probable que se enfrente la VET y las formas en que la capacitación puede satisfacer esas demandas. Además, busca desarrollar soluciones prácticas para la VET inicial y continua. Las actividades del BIBB tienen ramificaciones para las organizaciones involucradas en el desarrollo de la VET. Estos incluyen los ministerios federales, los ministerios de los Länder y las asociaciones y sindicatos de empleadores de alto nivel. Además, las orientaciones y recomendaciones formuladas por el BIBB están dirigidas a influir en las actividades de las universidades, los colegios de educación superior y las escuelas de formación profesional. El BIBB también busca dar forma a las actividades de formación dentro de las empresas, ya que sus actividades tienen implicaciones para aquellas personas dentro de las organizaciones que tienen una influencia sobre la capacitación, como los gerentes de personal y los consejeros de puestos de trabajo. Sin embargo, en muchas de sus actividades y recomendaciones, el BIBB consulta y está influenciado por las asociaciones de empleadores y los sindicatos.

### *Educación dual*

El principio de la formación dual sustenta muchas medidas de la VET. Esto significa que dos socios comparten la responsabilidad de proporcionar VET a los aprendices. En primer lugar, una empresa celebra un contrato de formación con un aprendiz. Este contrato incluye detalles de las medidas de formación que el aprendiz llevará a cabo. Gran parte de este aprendizaje se realiza dentro de la empresa. El aprendiz suele pasar 3 o 4 días a la semana en la empresa. Durante el resto de la semana laboral, los aprendices asisten a las escuelas de formación vocacional y capacitación, el otro socio en el programa de formación dual. El material estudiado allí es de carácter teórico y práctico; está diseñado para apoyar los conocimientos principalmente orientados a la práctica adquiridos dentro de la empresa. Por lo tanto, el sistema de formación dual promueve el suministro de competencias específicas de las empresas y de la industria.

La importancia continua de las competencias adquiridas en el sistema de formación dual para las empresas se mantiene por la importante

contribución de los representantes de las empresas y sindicatos en el diseño e influencia sobre los cambios en los planes de VET. Las acciones del Gobierno federal, los Länder, las asociaciones de empleadores y los sindicatos se rigen por las disposiciones de la Ley de Formación Vocacional, que fue modificada en 2005. Las Cámaras de Industria y Comercio, que abarcan empresas de un sector determinado, desempeñan funciones de asesoramiento y seguimiento de los contratos individuales de capacitación. También verifican que las empresas e instructores involucrados en la VET tengan las habilidades necesarias para hacerlo.

El sistema de VET en Alemania proporciona a las empresas e industrias las competencias que pueden ayudar a mantener las ventajas competitivas (Culpepper y Finegold, 1999; Hall y Soskice, 2001; Thelen, 2004; Whitley, 1999, 2007). El papel de las agencias estatales, las asociaciones de empleadores y los sindicatos en la organización y el control del sistema de competencias profesionales conduce al desarrollo de habilidades altamente valoradas y estandarizadas para una gran parte de la fuerza de trabajo. Por lo tanto, esto permite a los trabajadores contribuir a las capacidades de innovación de las empresas. Es probable que esto sea especialmente cierto en situaciones en las que los empleos tienen muchos años de laborar, que en parte son alentados por el sistema alemán de acuerdos salariales colectivos en toda la industria, promueven las competencias específicas de las empresas, además de las competencias específicas de la industria, ya adquiridas (Whitley, 2007). La estructura de la VET en Alemania es una fuente importante de ventaja competitiva y, por lo tanto, comparativa en ciertos sectores, como los vehículos y la ingeniería mecánica, ya que las habilidades de los trabajadores se adaptan bien a los patrones de innovación en esas industrias.

### **Sistema Nacional de Innovación, cambios tecnológicos y crecimiento inclusivo**

Uno de los más importantes objetivos del SNI de Alemania es buscar un crecimiento inclusivo basado en la innovación. Lo anterior debido a que se reconoce que, si la desigualdad aumenta dentro de una sociedad, o se mantiene en niveles persistentemente altos con el tiempo, esta situación puede tener consecuencias económicas y sociales negativas que vale la pena contrarrestar. De hecho, el premio nobel de economía

Joseph Stiglitz (2012) ha señalado que desigualdad puede conducir a un conjunto de externalidades negativas que podrían causar turbulencias económicas, políticas y sociales. En contraste, la evidencia empírica señala que las naciones con sociedades más igualitarias tienden a crecer más económicamente y a desarrollarse mejor (Birdsall y Londoño, 1997). Debido a lo anterior, existe preocupación en los países de Europa, y principalmente en Alemania, por el crecimiento de la desigualdad durante las últimas décadas.

Aunque la innovación tecnológica ha contribuido históricamente al crecimiento económico inclusivo en Alemania, durante las últimas tres décadas esta contribución se ha debilitado debido a la disminución del impacto de la innovación tecnológica en el crecimiento de la productividad laboral (Naudé y Nagler, 2017). Lo anterior muy asociado con la cuarta revolución industrial. Estos últimos autores señalan tres razones por las que la innovación tecnológica se ha vuelto cada vez menos eficaz en hacer el crecimiento más inclusivo: i) legados históricos, ii) debilidades en el sistema educativo y iii) estancamiento empresarial. Por ello, afirman que mejorar el impacto de las innovaciones tecnológicas en el crecimiento de la productividad laboral requerirá un sistema educativo más diversificado, contar con políticas del mercado laboral más profundas, mejorar las políticas de inmigración y hacer más competitivos los mercados. Este resultado es importante, ya que señala la necesidad de estar evaluando la eficiencia con que opera un sistema nacional de innovación, aun en países altamente desarrollados, para lograr un crecimiento económico cada vez más inclusivo.

En el SIN de Alemania la relación entre innovación y crecimiento inclusivo puede describirse de la siguiente manera. La innovación tecnológica puede aumentar el crecimiento de la productividad laboral, que es un aspecto fundamental de la teoría del crecimiento endógeno. El grado de crecimiento de la productividad laboral, a su vez, determina la competitividad de la economía, así como la compensación real de la mano de obra, y cómo esta se distribuye. Así, a largo plazo, solo si la productividad crece entonces crecerá la compensación real de la mano de obra, lo cual, además, determinará cómo crecerá la demanda interna por bienes y servicios. En síntesis, la productividad vía innovación produce el crecimiento económico.

Ante cambios tecnológicos, por otra parte, como los de la cuarta revolución industrial, es necesario llevar a cabo importantes reformas en

el SNI para poder continuar con un crecimiento inclusivo. Por ejemplo, en el caso del sistema de educación, su reestructuración juega un papel fundamental ante los cambios tecnológicos (v.g. automatización). Solo si se cuenta con un exitoso sistema de educación será posible contar con los trabajadores con el tipo de habilidades que demanda el sector productivo, y con las habilidades que pueden moverse entre diferentes sectores. Si el sistema educativo es demasiado especializado y no ofrece el tipo adecuado de habilidades, la brecha salarial crecerá más rápido a través del cambio tecnológico sesgado por las habilidades (skill-biased technological change), así como por formas crecientes de empleo no estable y con bajos salarios. Como consecuencia, el crecimiento será menos inclusivo y la demanda interna se desacelerará más (Naudé y Nagler, 2017).

Naudé y Nagler (2017) señalan que a pesar de contar con un SNI desarrollado, Alemania necesita modificar su SNI ante los cambios tecnológicos que están sucediendo en el mundo, como la automatización y la cuarta revolución industrial. De hecho, señalan que el éxito anterior del SNI puede estar empezando a trabajar en contra del tipo e impacto de la innovación que ahora se necesita. Por ello, plantean la necesidad de contar con una política de innovación industrial adecuada, apoyada por la diversificación del sector de la educación superior. Además, tal política de innovación industrial requerirá un cambio en el enfoque y la organización del sector público con respecto a la política de innovación, planteándose la pregunta hecha por Mazzucato (2015, p.125): “¿Cómo deben estructurarse las organizaciones públicas para que puedan adaptarse a la toma de riesgos y la capacidad de exploración que se necesita?”.

## Los cinco elementos claves de la nueva política de innovación en Alemania

Como parte de la respuesta a la pregunta del párrafo anterior, la nueva política de innovación de Alemania se ha centrado en cinco elementos claves, a saber: (i) prioridad a los cambios con respecto a la creación de valor y calidad de vida, donde el énfasis está en el incremento de la competitividad y la prosperidad; (ii) redes y transferencia, donde se desea fortalecer la cooperación y apoyar la implementación; (iii) ritmo de la innovación en la industria, donde interesa incrementar las

capacidades de innovación en las empresas y promover la creación de valor; (iv) marco favorable a la innovación, proveyendo las bases para la creatividad y la innovación; y (v) transparencia y participación, para despertar la curiosidad y promover una visión de futuro (German Federal Government, 2014).

En el primer elemento -prioridad a los cambios con respecto a la creación de valor y calidad de vida-, la política de innovación busca definir las bases que aseguren una buena capacidad productiva (competitividad) y el estilo de vida que esperan tener los alemanes el día de mañana. Para ello, la política de innovación busca trabajar en el tema de la economía y sociedad digital (industria 4.0, servicios inteligentes, datos inteligentes, computación en la nube, redes digitales, ciencia digital, educación digital y entornos de vida digitales). Además, se trabaja en las áreas de economía y energía sustentable (investigación en energía, economía verde, bioeconomía, producción agrícola sostenible, etc.), así como en crear un ambiente laboral innovador (trabajo en el mundo digital, servicios innovadores y construcción de competencias), etc.

En el tema de redes y transferencia, la política de innovación se enfoca en los siguientes campos: fortalecimiento del potencial de innovación en ciencia; expandir estratégicamente las oportunidades de las universidades para la cooperación con la industria y la sociedad; cerrar brechas en la comercialización y promover la internacionalización.

Respecto al ritmo de la innovación en la industria -tercer elemento- se busca utilizar el potencial de las tecnologías claves en beneficio de la industria; fortalecer las pymes innovadoras; aumentar el número de empresas emergentes (start-ups) innovadoras; e incrementar los recursos de innovación en las regiones estructuralmente débiles.

En relación a un marco favorable a la innovación, la política busca asegurar el suministro de personal calificado para ocupaciones técnicas y orientadas a la innovación; mejorar el financiamiento para las innovaciones; fortalecer el marco legal y las normas en el ámbito técnico; proporcionar una protección más eficaz para la propiedad intelectual; promocionar la innovación abierta y facilitar el acceso a nuevos conocimientos; desarrollar estrategias de acceso abierto a descubrimientos científicos; crear leyes de derechos de autor que aborden las necesidades educativas y de investigación; y crear incentivos a la innovación mediante la contratación pública innovadora.

Finalmente, sobre la transparencia y participación para despertar la curiosidad y promover una visión de futuro, la política de innovación busca fortalecer la apertura a la tecnología y crear espacios de participación; promover el diálogo con la ciudadanía y promover el uso de la ciencia por parte de la ciudadanía; expandir la comunicación científica; mejorar el nivel de calidad en la cooperación entre la ciencia, industria y sociedad; y creando transparencia en los fondos para la investigación y fortaleciendo la prospectiva estratégica.

## **B** SISTEMA NACIONAL DE INNOVACIÓN DE FINLANDIA

Finlandia fue uno de los primeros países en adoptar el concepto de Sistema Nacional de Innovación como base para su política de tecnología e innovación. De hecho, un hito importante en la formulación política de la “nueva” política de ciencia y tecnología fue el examen en 1990 del Consejo de Políticas Científicas y Tecnológicas (Science and Technology Policy Council, 1990). El informe convirtió el concepto de sistema nacional

de innovación en un importante instrumento de la política científica y tecnológica de Finlandia. Se trataba de una aplicación finlandesa directa de las observaciones y conclusiones hechas por ciertos economistas a finales de la década de 1980. La aplicación finlandesa fue desarrollada después de la publicación del libro pionero por Freeman (1987), pero antes de la publicación de los libros de Lundvall (1992) y Nelson (1993).

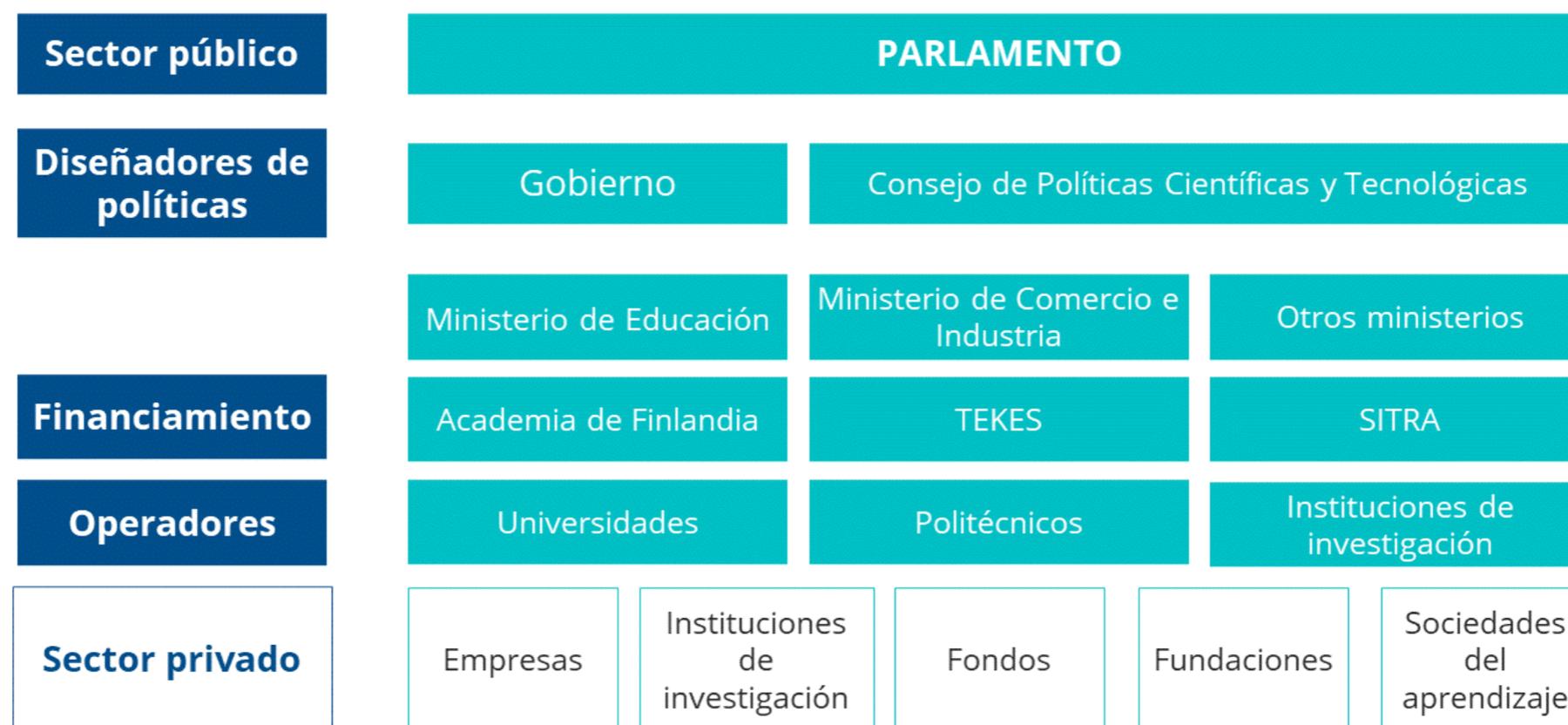
La mayoría de las influencias provinieron del Programa de Tecnología y Economía de la OECD, que se había puesto en marcha en 1988 (OECD, 1992), y al que contribuyeron Freeman, Lundvall y Nelson, entre otros. Las figuras 3 y 4 muestran el perfil institucional y las principales organizaciones que conforman el SNI de Finlandia.

El sistema nacional de innovación finlandés, tal y como se muestra más adelante, ha logrado atacar de forma exitosa los fracasos de mercado típicos en el campo de la innovación. Estos fracasos de mercado

incluyen la insuficiente apropiación de los resultados de la innovación, las asimetrías de información, la alta incertidumbre de esta actividad y los problemas de coordinación<sup>25</sup>.

Las organizaciones claves del SNI de Finlandia se representan en la figura A.2. La Academia de Finlandia; Universidades, la Agencia Nacional de Tecnología -TEKES ([www.tekes.fi](http://www.tekes.fi)); Organizaciones Públicas de I+D; agencias de transferencia de tecnología y proveedores de capital.

Figura A.2. **Perfil Institucional del Sistema Nacional de Innovación de Finlandia**



Fuente: Elaborado con base en Roos y Gupta (2004) con base en [www.research.fi](http://www.research.fi).

<sup>25</sup> Para una discusión amplia sobre estos tipos de fracasos de mercado véase Monge-González et al. (2020).

### Academia de Finlandia

Durante la década de 1970 una reorganización significativa tuvo lugar en la administración finlandesa de ciencia y tecnología, cuando se crearon nuevos mecanismos de planificación, coordinación y financiación de la I+D. El acontecimiento más visible en la reorganización fue una reforma de los consejos de investigación para que pudieran constituir un órgano central. Esto sería más capaz de dirigir los fondos de I+D y coordinar la investigación a través de los límites administrativos que el antiguo sistema de consejos. La base del nuevo sistema estaba compuesta por los seis consejos de investigación establecidos en 1961. Se mejoraron las condiciones para la planificación de la política científica mediante la creación de una junta central de consejos de investigación para desarrollar y coordinar la investigación independientemente de los límites disciplinarios. La reforma incluyó el establecimiento de nuevos puestos de investigación y lo que era particularmente significativo, nuevas subvenciones para la investigación de proyectos. El nombre "Academia de Finlandia" fue dado al nuevo sistema.

La principal función de la Academia de Finlandia consiste en incrementar la calidad y el prestigio de la investigación básica en Finlandia por medio de selectivos fondos para la investigación de largo plazo, asignados sobre bases competitivas, que se evalúan de forma sistemática y cuyos resultados influencia la política en ciencias.

### Universidades

En la actualidad, Finlandia cuenta con 20 universidades - diez organizaciones multidisciplinarias, seis organizaciones especializadas y cuatro academias de arte - todas ellas dirigidas por el estado y dedicadas tanto a la educación como a la investigación.

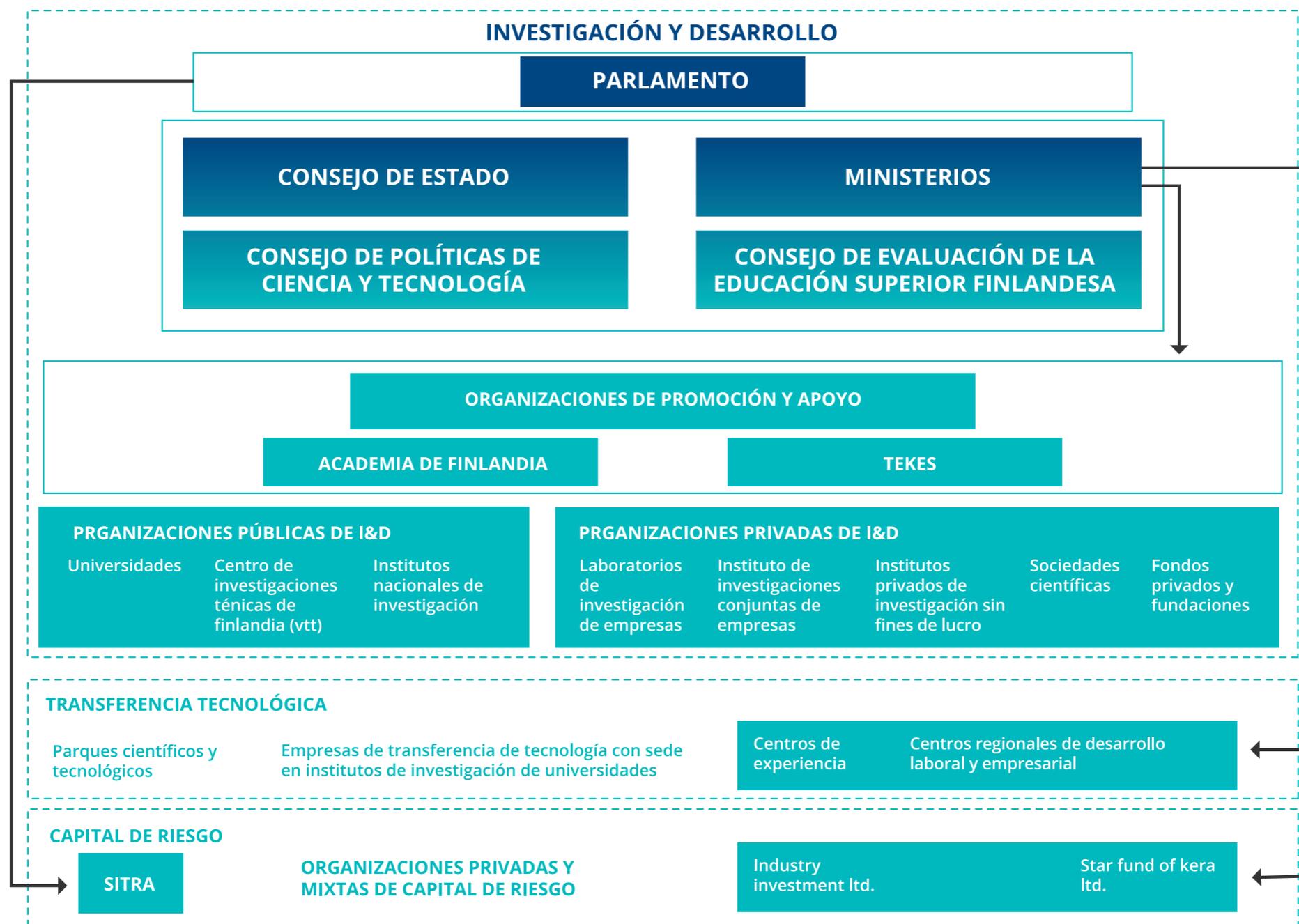
### TEKES

TEKES, la Agencia Nacional de Tecnología de Finlandia, es la organización principal para implementar la política tecnológica y está subordinada al Ministerio de Comercio e Industria. Apoya a las empresas que participan en proyectos de desarrollo de productos de alto riesgo con subvenciones (grants) y préstamos, y financia los proyectos de institutos de investigación y universidades en investigación técnica aplicada. Se alienta a las empresas a ponerse en contacto con los expertos de TEKES en las etapas iniciales de planificación para formular sus propuestas de investigación, donde se le asigna un experto de TEKES dedicado para tal propósito. TEKES no obtiene ningún beneficio financiero de sus esfuerzos, ni reclama ningún derecho de propiedad intelectual, estos permanecen estrictamente con la empresa con la que TEKES está trabajando en ese momento.

TEKES lanza, coordina y financia programas tecnológicos que se implementarán junto con empresas, institutos de investigación y universidades y tiene experiencia en el extranjero, incluida la coordinación de la cooperación internacional en investigación y tecnología (Roos y Gupta, 2004).

Los principales instrumentos financieros de TEKES son (1) subvenciones industriales para I+D y préstamos a empresas y (2) subvenciones para investigación aplicada (técnica o tecnológica) en organizaciones públicas. Por lo general, las subvenciones para investigación se asignan a través de programas tecnológicos planificados en colaboración con empresas e institutos de investigación. Los programas tecnológicos lanzados por TEKES establecen prioridades para sectores específicos de la tecnología o la industria y definen la asignación de dinero para I+D en diferentes campos (Dahlman, Routti y Ylä-Anttila, 2006).

Figura A.3. **Flujos claves entre los actores del Sistema Nacional de Innovación de Finlandia**



Fuente: Elaborado con base en Roos y Gupta (2004) con base en [www.research.fi](http://www.research.fi) y OECD (1999).

La Agencia Nacional de Tecnología fue creada en 1983 para funcionar bajo el Ministerio de Comercio e Industria. Se le concedió un papel importante para formular la política finlandesa de innovación y tecnología mediante la asignación de fondos para la investigación y el desarrollo en empresas privadas y organizaciones de investigación, así como en universidades. En 1984 TEKES tenía un presupuesto de menos de 50 millones de euros para financiar actividades de I+D. Veinte años después, su presupuesto se había multiplicado por 8 hasta superar los 400 millones de euros, aproximadamente el 28 por ciento del presupuesto total de I+D del gobierno.

TEKES empleaba a más de 300 personas en el año 2005, casi la mitad de las cuales son expertos en tecnología y negocios. La mayoría del personal trabaja en la sede central en Helsinki. TEKES también cuenta con unidades tecnológicas en 14 centros regionales de empleo y desarrollo económico. TEKES mantiene seis oficinas en el extranjero: en Beijing, Bruselas, Tokio, San José, Silicon Valley, Shanghai y Washington, D.C. El objetivo principal de las oficinas extranjeras es gestionar los contactos y la colaboración internacionales y promover la cooperación internacional en I+D con los programas tecnológicos de TEKES.

Los programas de tecnología se organizan de la siguiente manera: Cada programa tiene un coordinador, un grupo de dirección y el responsable del director de programas de TEKES. La financiación de los programas varía entre 20 y 150 millones de euros, y el trabajo se distribuye a lo largo de 3-5 años. Por lo general, TEKES cubre aproximadamente la mitad de los costos de los programas, y las empresas participantes la otra mitad. En 2004 TEKES gastó más de 170 millones de euros para sus programas tecnológicos. En 2005 había 22 programas nacionales de tecnología de TEKES en funcionamiento. El financiamiento por parte de TEKES ha sido muy influyente en la promoción de la innovación empresarial. Se ha evaluado que desde mediados de la década de 1980 hasta 2000, aproximadamente el 60 por ciento de las principales innovaciones finlandesas involucraron financiamiento de parte de TEKES (Palmberg y otros 2000).

Una característica muy interesante del sistema finlandés de subvenciones a la I+D es que, por lo general, para que una empresa puede recibir financiamiento para I+D (de TEKES) esta debe satisfacer la condición de que solicite financiación para un proyecto de I+D que esté conectado en red. En otras palabras, la financiación de I+D está

condicionada a proyectos que se realizan en colaboración con otras empresas, institutos de investigación o universidades (Dahlman, Routti y Ylä-Anttila, 2006). Esta política contribuyó sin duda a la constatación en el 2003 del Cuadro de Indicadores Europeos de Innovación: entre los países de la UE, Finlandia mostró el mayor porcentaje de pymes que participaban en la cooperación en materia de I+D (20% versus 8% promedio de la EU15 y 10% de los Países Bajos).

Los datos del Cuadro de Indicadores de Innovación de la UE también muestran una amplia colaboración en innovación entre empresas y universidades en Finlandia (70% versus 25% promedio de la EU15 y 30% de los Países Bajos). Estos resultados a nivel internacional sobre una alta participación de las pymes en I+D y una amplia colaboración de las Universidades en I+D en Finlandia, apoyan la conclusión de la teoría económica sobre los esfuerzos conjuntas de investigación: la colaboración en investigación es probable que produzca más I+D que competencia (Dahlman, Routti y Ylä-Anttila, 2006).

### *Organizaciones públicas de I+D*

Las organizaciones públicas de I+D incluyen universidades y politécnicos, institutos nacionales de investigación y el Centro de Investigación Técnica de Finlandia (VTT). El gasto combinado de estas organizaciones es aproximadamente el 30% del gasto nacional total en I+D. EL VTT fue establecido en 1942. Se ha convertido en la organización de investigación aplicada politécnica más grande del norte de Europa y es parte integral del sistema de innovación de Finlandia. Al desarrollar nuevas soluciones tecnológicas y tecnologías aplicadas, VTT ayuda a sus clientes a mejorar su competitividad. VTT también promueve la transferencia de tecnología al participar en programas de investigación nacionales e internacionales y redes colaborativas.

Ahora el número de institutos de investigación del Gobierno es de alrededor de 30, y todos informan directamente a sus ministerios sectoriales. En Finlandia, los institutos de investigación gubernamentales han sido el instrumento clave de la investigación sectorial o la investigación al servicio de las necesidades y actividades de los ministerios.

### *Organizaciones privadas de I+D*

El gasto del sector privado en I+D representa aproximadamente el

2% del PIB y sigue creciendo. Existen vínculos muy fuertes entre los esfuerzos de I+D de las empresas y las universidades y otros grupos de I+D del sector público.

### *Transferencia de tecnología*

Un cambio significativo dentro de la política nacional de ciencia y tecnología a finales de la década de 1980 fue la creación de nuevos programas y organizaciones asociados con la transferencia, difusión y comercialización de tecnología. En Finlandia se establecieron redes nacionales de parques tecnológicos y centros de especialización. Los parques tecnológicos han facilitado la operación de incubadoras que propician el desarrollo de spin-off desde universidades y empresas. Además, durante la misma década se establecieron empresas de transferencia de tecnología para comercializar los resultados generados en universidades e institutos de investigación.

Un ejemplo interesante de transferencia de tecnología es Helsinki University of Technology (HUT). Esta es una de las principales universidades tecnológicas de Finlandia, la cual como otras universidades tecnológicas de este país tiene una larga tradición en actividades de cooperación con la industria. En el año 2004 la I+D en HUT alcanzaba el 45% del presupuesto institucional. Una parte importante de estos proyectos estaban financiados de forma mixta entre la industria y TEKES. La investigación básica se hallaba financiada por la Academia de Finlandia.

Con el fin de coordinar y potenciar la gestión de todos los elementos relacionados con la transferencia de tecnología, HUT creó en 1998 el Centro de Innovación Internacional Otaniemi (OIIC). Entre sus actividades se halla la gestión de proyectos de I+D relacionados con la transferencia y la gestión de la propiedad intelectual. También actúa como Oficina de Licencias Tecnológicas encaminada a ayudar a los profesores e investigadores de HUT en todos aquellos servicios relacionados con cuestiones comerciales, gestión de la propiedad intelectual, protección de invenciones, contactos con financistas e inversores privados y los procesos de licencia y comercialización de los resultados tecnológicos. HUT fue la primera universidad en Finlandia que desarrolló una estrategia, completa y precisa, para la explotación de los derechos de propiedad intelectual (Rubiralta, 2004).

Además, según este autor, la relación entre el investigador, la empresa

interesada en la aplicabilidad de una invención, y la propia institución universitaria requiere de acuerdos: en primer lugar, entre el científico o el grupo de investigación, y su institución (HUT), en segundo lugar, un convenio o contrato de investigación entre la HUT y la empresa para concretar los derechos de explotación. Cuando el investigador quiera desarrollar y explotar una idea o una patente, mediante la creación de una empresa de base tecnológica utiliza el centro de innovación OIIC como estructura de intermediación en la creación del spin-off y aprovecha los instrumentos y acciones para facilitar el éxito de la iniciativa. Para ello se utiliza un proceso secuencial desde la preincubación a la incubación y finalmente a la introducción de la empresa spin-off en el mercado.

Finalmente, si el investigador/inventor quiere continuar su actividad de científico en la universidad, pero requiere que se comercialice su invento, o que de alguna forma se produzca un retorno económico que compense la actividad y el coste previsto de los proyectos de investigación, el OIIC actúa igualmente para establecer mediante contrato de comercialización, entre HUT y el grupo inventor, las remuneraciones a recibir por parte de los inventores que serán los principales beneficiarios. Una parte pequeña del retorno se dirige a los departamentos o laboratorios y una cantidad simbólica a la universidad.

### *Proveedores de flujos de capital*

En Finlandia existe una amplia gama de proveedores de capital para la innovación, tanto públicos como privados. Estos incluyen SITRA (el Fondo Nacional Finlandés de Investigación y Desarrollo ([www.sitra.fi](http://www.sitra.fi)), Start Fund of Kera Ltd y Hermia Ltd (una incubadora y proveedor de capital semilla, respectivamente), Finnfund (que se centra en inversiones conjuntas con empresas del extranjero) y la Fundación para las Invenciones Finlandesas.

El mayor proveedor de capital riesgo, SITRA, es un fondo público independiente creado en 1967, y es responsable ante el Parlamento finlandés. Mientras que el Consejo de Supervisión de SITRA está compuesto por los miembros Parlamentarios del Banco de Finlandia, el Consejo de Administración de SITRA incluye al Ministerio de Hacienda, al Ministerio de Comercio y al Ministerio de Educación. Las operaciones de SITRA se financian principalmente con los ingresos del capital propio y el retorno de las operaciones de inversión.

SITRA satisface la necesidad del lado público de tener un instrumento para experimentar y comenzar nuevas actividades sin los retrasos presupuestarios y los compromisos políticos del gobierno para llevarlos a cabo de inmediato en un frente amplio. Hacer esto requiere suficientes medios económicos, preferiblemente como dotación y flexibilidad en la toma de decisiones. Sitra se estableció en 1967. Inicialmente, estaba subordinada al Banco Central de Finlandia, pero desde 1991, ha funcionado como una fundación pública bajo el Parlamento. SITRA proporciona los siguientes servicios:

- capital para nuevas empresas (start-ups) de tecnología (SITRA es siempre un inversor minoritario);
- servicios para relacionar las pymes con los “ángeles de negocios”;
- fondos para proyectos de investigación para empresas existentes, tanto grandes como pequeñas;
- fondos para proyectos de formación de recursos humanos;
- fondos para la transferencia de tecnología; y
- fondos para fondos de capital riesgo extranjeros.

Al año 2005, SITRA era accionista de 90 empresas.

Cabe señalar que hasta mediados de la década de 1980, el modelo del sistema bancario finlandés se basaba en el sistema de bancos centrales de Europa y en un mercado de capital de riesgo poco desarrollado, lo cual mostraba débiles condiciones para fomentar el espíritu empresarial y financiar nuevas pequeñas y medianas empresas. Después de ese tiempo, surgió un vibrante mercado de capitales de riesgo como resultado de la liberalización del sector financiero. Esto proporcionó oportunidades de financiamiento incomparables para empresas innovadoras de alta tecnología, las cuales pueden ingresar al mercado en una etapa relativamente temprana del desarrollo de productos. El monto de las inversiones de capital de riesgo aumentó más de diez veces entre 1995 y 2000. Se estima que aproximadamente un tercio de la inversión de capital privado en Finlandia durante este período se destinó a las TIC. En todo este período algo notable fue la visión de inversión adoptada por SITRA, principalmente como mecanismo para obtener experiencia para el mercado finlandés de capital de riesgo.

Otro avance notable en materia de financiamiento fue el crecimiento y la internacionalización de la Bolsa de Helsinki. Con una relación de

capitalización de mercado al PIB inferior al 20 por ciento y carteras de inversiones extranjeras limitadas hasta principios de la década de 1990, el mercado de valores de Finlandia no era una fuente de capital muy importante. Después del avance de Nokia, los inversores extranjeros descubrieron el mercado finlandés. La tasa de capitalización de mercado había aumentado a más del 200 por ciento en 2000, alrededor del 70 por ciento de las acciones estaban en manos de propietarios extranjeros, y muchas compañías distintas de Nokia tenían una importante propiedad extranjera. Posteriormente la bolsa de Helsinki se fusionó con la Bolsa de Suecia.

### *Consejo de Políticas Científicas y Tecnológicas*

Una característica importante del SNI finlandés es la operación y el papel del Consejo de Políticas Científicas y Tecnológicas (CPCT), el cual es presidido por el primer ministro. El CPCT tiene varios roles facilitadores importantes en la formulación de políticas de innovación: actúa como un organismo coordinador entre los ministerios en temas de I+D, proporciona una plataforma para la discusión de políticas entre ministros, industria, organizaciones de financiación, sindicatos, universidades y funcionarios del gobierno. El Consejo define las pautas generales para la financiación gubernamental de I+D (Roos y Gupta, 2004).

La primera definición de la visión de sistemas de política industrial se encuentra en la Revisión de 1990 del Consejo de Políticas Científicas y Tecnológicas. El consejo convirtió el concepto de un sistema nacional de innovación en una piedra angular importante para la política científica y tecnológica. Sin embargo, la consecuencia más significativa y concreta de esta nueva visión de los sistemas fue la alta prioridad que el Gobierno le dio a las inversiones en I+D. En retrospectiva, dada la severa recesión económica que estaba sufriendo Finlandia en ese momento, esta priorización parece ser audaz; sin embargo, nuevamente ejemplifica la fuerte integración entre tecnología y política industrial en Finlandia.

Además del Gobierno, la academia y la industria, que suelen ser miembros de los consejos consultivos nacionales correspondientes, en Finlandia las organizaciones laborales también participan en el trabajo de la CPCT. Además, como se señaló antes, la presidencia del CPCT la sustenta el primer ministro mostrando así el alto estatus que se le

otorga a la ciencia y tecnología en el modelo finlandés y, por lo tanto, lo distingue de la mayoría de sus homólogos internacionales. Otros miembros del Gabinete con una membresía legal son los ministros de Educación y de Comercio e Industria, que son los vicepresidentes y responsables de la aplicación de la política de ciencia y tecnología; y el ministro de Hacienda. El Gobierno también puede nombrar hasta cuatro ministros más. El resto de los miembros del CPCT están formados por 10 miembros expertos en I+D o tecnología.

La historia del CPCT se remonta a 1963, cuando se estableció como el Consejo de Política Científica, siguiendo el ejemplo de la vecina Suecia. El Consejo debía tratar cuestiones relacionadas con la promoción de la investigación científica en Finlandia, que claramente se retrasó con respecto a la media de la OECD en ese momento. El objetivo de aumentar la intensidad nacional de la I+D fue fácilmente aceptado por el sistema nacional de innovación, y el Consejo proporcionó una expresión numérica a este objetivo nacional (Lemola 2001).

En 1986, cuando se reconoció la necesidad de coordinación entre las políticas científicas y tecnológicas, la tecnología se incluyó en el ámbito de las responsabilidades del Consejo recién organizado. La integración de la formulación de políticas científicas y tecnológicas puso fin a una era de separación entre los sectores de la ciencia y la industria, que se originó en gran medida en la atmósfera política de finales de los años 1960 y 1970 (Lemola 2001). En su forma actual, el CPCT media los objetivos tecnológicos y económicos de la sociedad con la política científica.

Entre los temas de importancia para la CCP figuran:

- la internacionalización del sistema finlandés de innovación;
- la conciliación de la educación y la investigación con las necesidades del sector productivo y la sociedad;
- evaluación de las estructuras públicas de investigación;
- los nuevos retos del sistema universitario; y
- los principios de participación para Mega Science.

### *Ministerio de Educación y Ministerio de Comercio e Industria*

Las organizaciones con responsabilidad principal en la política de

ciencia y tecnología son el Ministerio de Educación y el Ministerio de Comercio e Industria. El Ministerio de Educación se encarga de las cuestiones relacionadas con la educación y la formación del recurso humano, la política científica, las organizaciones de educación superior y la Academia de Finlandia. El Ministerio de Comercio e Industria se ocupa de cuestiones relacionadas con las políticas industriales y tecnológicas, la Agencia Nacional de Tecnología (Tekes) y el Centro de Investigación Técnica de Finlandia VTT. Casi el 80% de la financiación de la investigación del Gobierno se canaliza a través de estos dos ministerios.

Dahlman, Routti y Ylä-Anttila (2006) señalan que las instituciones y las organizaciones políticas también han desempeñado papeles importantes en el desarrollo de la economía del conocimiento finlandesa. Una visión sistémica de las políticas se refleja en cómo las diferentes organizaciones en el Sistema Nacional de Innovación ven sus roles en la promoción de la ciencia y la tecnología. Cada organización tiene una función relativamente bien definida en el Sistema Nacional de Innovación, pero al mismo tiempo existen iniciativas públicas y esfuerzos para aumentar la colaboración entre varias agencias de innovación. Dicha colaboración se extiende desde la investigación básica y la I+D hasta el desarrollo empresarial y la comercialización de las innovaciones.

La colaboración entre las agencias de financiamiento y promoción de la innovación se basa en el modelo sistémico de innovación definido anteriormente, en oposición al antiguo modelo lineal. Las diversas etapas del proceso de innovación, desde la investigación básica hasta la comercialización, se financian simultáneamente en mayor medida que antes (figura 5). Esta nueva lógica de financiación exige estrecha colaboración y coordinación entre las diversas organizaciones de financiamiento del sector público y privado. La colaboración se intensificó en la década de 1990 durante el auge de las TIC y también ha demostrado ser importante en muchos otros campos de la ciencia y la tecnología.

### *Apoyo público a las pymes en Finlandia*

Una característica importante del SNI de Finlandia es su fortaleza en cuanto a apoyar con recursos financieros y no-financieros el desarrollo de las pequeñas y medianas empresas (pymes). Hyytinen y Toivanen (2003) revisaron el apoyo público a las pequeñas y medianas empresas

de Finlandia. En lo que sigue se resumen sus resultados.

La Agencia Nacional de Tecnología (TEKES), Finnvera (una empresa de financiación especializada propiedad en su totalidad del Estado finlandés) y el Fondo Nacional Finlandés de Investigación y Desarrollo (SITRA), son las fuentes más destacadas de apoyo público a las empresas de Finlandia.

TEKES financia proyectos de I+D de empresas y universidades y sus fondos se otorgan con cargo al presupuesto estatal a través del Ministerio de Comercio e Industria. Concede préstamos y préstamos de capital, que no son gratuitos (es decir, son reembolsables y tienen un precio por debajo del tipo de interés del mercado), así como subvenciones puras a la I+D, que son gratuitas (es decir, no son reembolsables).

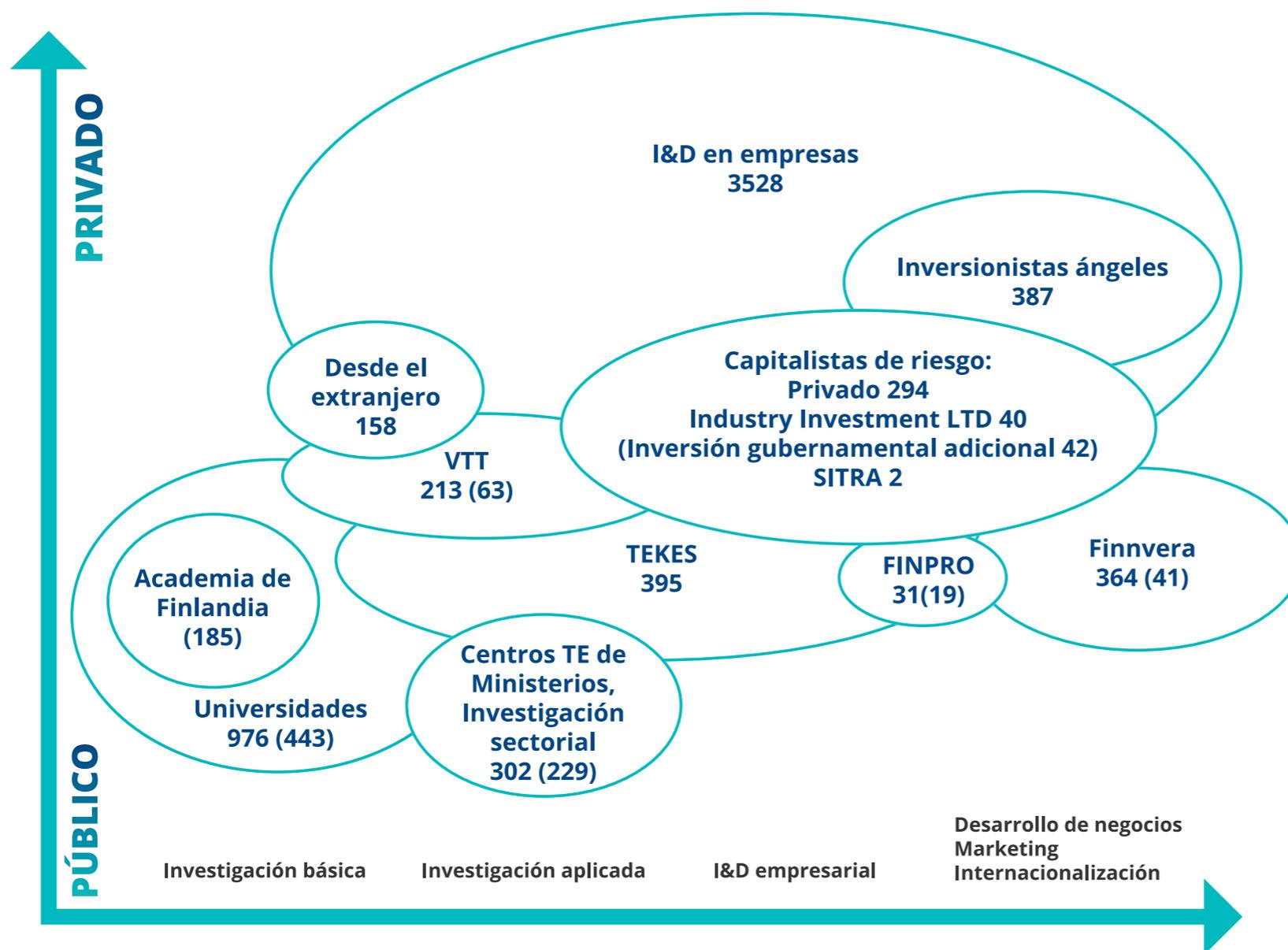


Figura A.4. Sistema Nacional de Ciencia y Tecnología de Finlandia: Recursos y fondos

- Notas:
1. Los número represental el total de I&D de cada organización en millones de euros en 2004.
  - 2.El financiado de presupuesto estatal aparece entre paréntesis.
  3. La I&D de TEKES y de la Academia de Finlandia son financiadas en su totalidad por presupuesto estatal.

Fuente: Elaborado con base en TEKES (2005)

SITRA proporciona financiamiento de capital de riesgo gubernamental para empresas tecnológicas en etapas tempranas de desarrollo y para la comercialización de innovaciones. Utiliza instrumentos de capital (equity) y vinculados al capital, que no son gratuitos (es decir, el capital se inyecta solo a cambio de una participación en la propiedad de la empresa).

A través de su red nacional de sucursales, Finnvera ofrece diversos servicios de financiación, como préstamos y garantías subvencionadas, para promover las operaciones nacionales y la internacionalización de las pymes finlandesas. Algunos de sus servicios financieros son gratuitos (garantías) mientras que otros no (préstamos).

De estas agencias, TEKES y Finnvera tienen explícitamente en cuenta la ubicación de la firma al tomar sus decisiones. Además de TEKES, Sitra y Finnvera, hay 15 Centros Regionales de Empleo y Desarrollo Económico (TE Centres) que prestan apoyo público, tanto financiero como no financiero, a las pymes. El apoyo financiero que prestan los TE Centres se provee principalmente con base en el presupuesto estatal a través del Ministerio de Trabajo. Todos son gratuitos. Por último, parte del financiamiento del Gobierno a las pymes se proporciona a través de Finnish Industry Investment (FII) Ltd, un fondo de fondos de propiedad estatal, que también invierte directamente en empresas finlandesas (más grandes), así como a través de pequeñas empresas de capital riesgo propiedad de municipalidades, regionales y semi-gubernamentales. La financiación proporcionada por estas organizaciones suele ser por lo general no gratuita.

Un estudio de Hyytinen y Toivanen (2003) sobre las pymes del área metropolitana de Helsinki (que tiene el mercado de capitales más desarrollado dentro de Finlandia) muestra que las empresas de las industrias que dependen más de la financiación externa invierten relativamente más en I+D y son relativamente más orientadas al crecimiento cuando tienen más fondos gubernamentales (potencialmente) disponibles.

Estas conclusiones sugieren que las pymes se enfrentan a una curva de oferta de capital inclinada hacia arriba y, por lo tanto, que el mercado financiero para las pymes es imperfecto. La evidencia es consistente con la opinión de que las restricciones financieras impiden la innovación y el crecimiento, y que el financiamiento por parte del Gobierno puede aliviar las imperfecciones del mercado de capitales.

Dado el relativo éxito de Finlandia en materia de innovación, conviene resumir las principales fortalezas de su SNI de la siguiente manera:

- Finlandia ha logrado crear un eficiente sistema nacional de innovación que ha permitido atender los fracasos de mercado en el campo de la innovación de forma apropiada. En la estrategia seguida para alcanzar este objetivo existió una correcta atención al desarrollo de cada uno de los subsistemas del SNI (educación, investigación, transferencia de conocimiento, capital, etc.), así como en poner a trabajar a los diferentes subsistemas de forma coordinada (como sistema) a todos los niveles. Se contó con la voluntad política para crear la institucionalidad necesaria para el diseño e implementación exitosa de programas que apoyan los esfuerzos de innovación de las empresas finlandesas de todo tamaño (grandes y pymes), así como en crear los incentivos apropiados para que los actores respondieran al llamado de convertir a Finlandia en una economía basada en el conocimiento y dirigida por la innovación.
- Cabe destacar que cuando Finlandia decide convertir el concepto de sistema nacional de innovación en una piedra angular importante de la política científica y tecnológica, y por tanto, darle una alta prioridad a las inversiones en I+D (públicas y privadas), este país estaba enfrentando una severa recesión económica, lo cual muestra una apuesta audaz de parte de las autoridades finlandesas para alcanzar un mayor crecimiento económico basado en la ciencia, tecnología e innovación.
- El trabajo en redes entre y dentro de las distintas organizaciones del Gobierno, la academia y el sector privado es una de las características principales del SNI de Finlandia. Un ejemplo de esto es la condición de otorgar financiamiento a proyectos de I+D a empresas solo si estas los presentan conectados en red. Es decir, el financiamiento de I+D está condicionado a proyectos que se realizan en colaboración con otras empresas, institutos de investigación y/o universidades; lo cual se ha constituido en un factor de éxito y promueve la cooperación entre actores del SNI.
- Es necesario un enfoque de sistema para utilizar los recursos existentes de manera eficiente e identificar cuellos de botella y obstáculos para el crecimiento y el desarrollo. Solo así se podrá abordar los retos de forma holística y coordinada. Por ejemplo, no es suficiente apoyar el desarrollo de activos específicos de las empresas

de un determinado clúster, se requiere además tomar en cuenta la demanda, las industrias de apoyo e industrias relacionadas y las condiciones en el mercado de factores.

- Una de las lecciones más importantes es que no es suficiente delegar la responsabilidad del desarrollo del SNI en algún ministerio individual: los actores principales, incluidos la industria, las universidades, las organizaciones del mercado laboral y otros actores centrales deben estar representados en la discusión de políticas públicas. Por ello, el desarrollo del SIN debe contar con el liderazgo al más alto nivel como es el caso del Consejo de Políticas Científicas y Tecnológicas de Finlandia.
- Los planes estratégicos creados trienalmente por el Consejo de Políticas Científicas y Tecnológicas de Finlandia proporcionan la hoja de ruta para la integración y el desarrollo continuos del SNI finlandés.
- El desarrollo de fuentes alternas de financiamiento como capitales semilla, riesgo e inversión, según lo requieran los diferentes ciclos de vida de las empresas, es otra característica importante del SNI de Finlandia. Este desarrollo ha sido una respuesta efectiva al hecho de la existencia de fallas de mercado en el sistema financiero finlandés. El papel de SITRA a este respecto ha sido muy importante.
- La gestión de las incubadoras ha sido fundamental para el surgimiento de nuevos emprendimientos de alto crecimiento, los cuales no se darían sin el flujo de otros servicios de apoyo coordinados que se da en Finlandia. Es decir, capacitación empresarial, subvenciones de TEKES para I+D, la inversión de capital a través de SITRA y el Finnish Industry Investment Ltd para empresas pequeñas y emergentes. La organización interna de las universidades para apoyar los esfuerzos de investigación e innovación, incluyendo la protección intelectual, constituyen un ejemplo valioso de cómo promover eficientemente la transferencia de tecnología. Como es el caso de la Helsinki University of Technology.
- Una característica interesante del modelo finlandés es el trabajo de las universidades públicas en el SNI. No existiendo universidades privadas en Finlandia, el apoyo a nuevos emprendimientos (start-ups y spin-offs), así como la transferencia de tecnología para empresas ya establecidas proviene solo de universidades públicas. La creación de unidades especializadas dentro de las universidades de Finlandia

para trabajar en estos temas y en cómo se distribuyen las ganancias producto de la propiedad intelectual, entre empresas, investigadores y las propias universidades, debería ser objeto de estudio por parte de otras universidades públicas de países en vías de desarrollo.

- La lección de utilizar la venta de servicios públicos para generar fondos patrimoniales sustantivos para establecer agencias gubernamentales de inversión (SITRA y Finnish Industry Investment Ltd) no debe pasar desapercibida, aunque su experiencia sea difícil de reproducir.
- El establecimiento de parques científicos, que involucran a universidades, el Gobierno, gobiernos regionales, fondos de capital financiero y empresas es otra característica importante del modelo del SNI finlandés.
- La clusterización de las cadenas de suministro industrial creadas a partir de las conexiones entre los parques tecnológicos, las empresas y los fondos de inversión han jugado un papel importante en la promoción de nuevas innovaciones.
- Finlandia ha tenido éxito en estimular el gasto de I+D por parte del sector privado utilizando diversos mecanismos, incluyendo el uso de fondos público/privado combinados, los cuales también son utilizados en la promoción de nuevas empresas de alto crecimiento.
- Las redes entre la industria y la ciencia están tan bien desarrolladas en Finlandia que a mediados de la década de 1990, el 40 por ciento de todas las empresas innovadoras informaron que cooperaban con universidades u organizaciones públicas de investigación. Esta tasa es una de las altas de la OECD.
- La colaboración va mucho más allá de la participación universitaria en programas de investigación corporativos. En muchos de los campos actuales de alta tecnología, incluidas las TIC, el desarrollo tecnológico es tan rápido que las habilidades exigidas por las empresas no se pueden encontrar en los libros de texto. Por lo tanto, la industria participa activamente en la capacitación y la transferencia de conocimiento a las universidades, y se proporcionan una gran cantidad de pasantías para vincular los estudios teóricos con la práctica.
- El clúster de las TIC es un ejemplo de ello, donde Nokia actuó como un catalizador en la creación de relaciones verticales con proveedores y subcontratistas, cubriendo no solo la producción, sino también la

investigación y el desarrollo de productos. En muchos casos, esta red ha sido ordenada por TEKES (que cofinancia la investigación de Nokia) y a menudo ha requerido transferencias sustanciales de tecnología de Nokia a sus socios, al menos en las etapas iniciales de la relación.

- El desarrollo continuo de mano de obra calificada ha sido muy importante para el crecimiento económico de Finlandia. La participación del sector privado en el aporte de fondos y recomendaciones para la mejora de la educación tanto a nivel técnica como universitaria ha sido un factor de éxito en este sentido

(Blomström y Kokko 2001). El ingreso total en las universidades casi se duplicó en los cinco años entre 1993 y 1998, y el número de estudiantes en politécnicos se triplicó durante el mismo período. Este aumento en la oferta de mano de obra ha sido esencial para la expansión del clúster de las TIC.

- La evaluación de los programas gubernamentales para determinar su impacto se ha convertido en una herramienta importante para la mejora continua de los programas de apoyo a la innovación en Finlandia.

## C. SISTEMA NACIONAL DE INNOVACIÓN DE ISRAEL<sup>26</sup>

Israel es uno de los países más innovadores del mundo, ocupa la décima posición en el ranking mundial según el Informe Global de Innovación del 2019, y muestra al mismo tiempo, uno de los niveles más altos en inversión de I+D (4.6% del PIB). Entre los años 1970 y 2000, el Gobierno de Israel implementó una importante cantidad de políticas que produjeron el desarrollo de un eficiente SNI en este país, las cuales se discuten más adelante. Esto permitió que Israel se convirtiera en una economía de innovación (Avidor, 2011).

De acuerdo con Trajtenberg (2006) el Gobierno israelí tomó una decisión estratégica crucial en la década de los 70: poner en marcha y generar

un sector “basado en la ciencia”, proporcionando un amplio apoyo financiero para la I+D comercial y compensando las fallas del mercado. Desde el principio, el sello distintivo de la política gubernamental en este ámbito fue la “neutralidad”, lo que significa que el Gobierno no eligió a los ganadores, no decidió qué sectores, empresas o tecnologías apoyar, sino que respondió a la demanda y las señales del mercado. Otra interesante característica de la política de innovación de Israel fue su dinamismo: nuevas y variados programas fueron creados en respuesta a las necesidades cambiantes, mientras los programas existentes se ajustaban constantemente a la luz de la evolución del mercado.

---

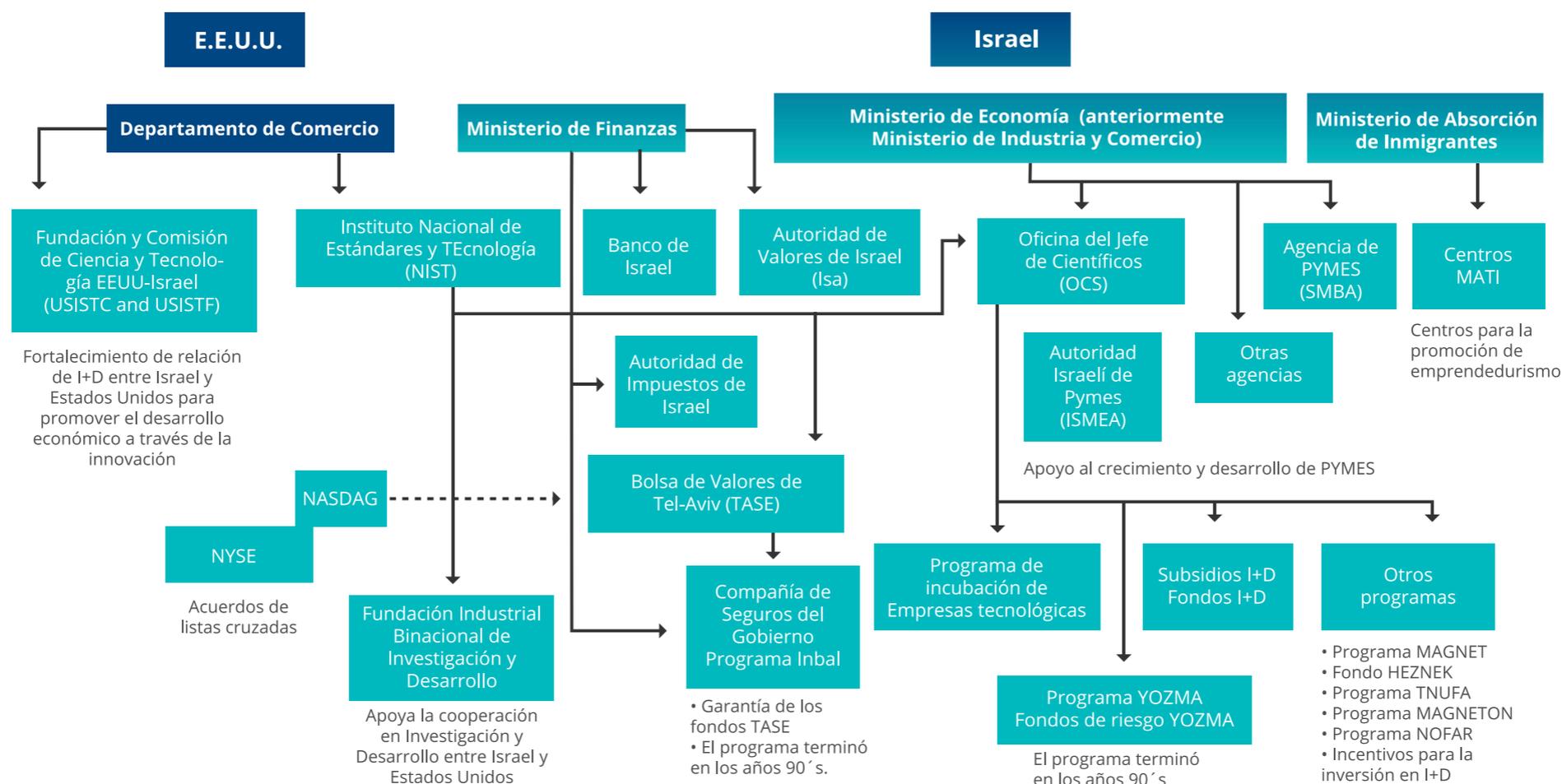
<sup>26</sup> Se agradece a Jonathan Menuhin del Instituto de Innovación y a Gil Avnimelech, profesor y decano del Ono Academic College, por sus valiosos aportes sobre el contexto general en que se dio el desarrollo de la innovación en Israel, así como valiosas referencias bibliográficas.

## Gobernanza de la política de innovación

Los principales cuerpos gubernamentales a cargo de la política de innovación en Israel son el Ministerio de Economía (antes de Industria, Comercio y Trabajo -MOIT); el Ministerio de Ciencia y Tecnología (MOST); la Defensa; Infraestructura Nacional; Desarrollo Agrícola y

Rural; y Absorción de Inmigrantes; así como el Consejo Nacional para la Investigación y el Desarrollo Civil (MOLMOP) dirigido por el MOST, y el Consejo de Alta Educación dirigido por el Ministerio de Educación. En la figura A.5 se muestra el organigrama del SNI de Israel.

Figura A.5. Sistema Nacional de Innovación de Israel



Fuente: Con base en figura 2 de Wonglimpiyarat (2016)

<sup>27</sup> Este apartado está basado en Getz y Segal (2008).

Desde el punto de vista organizativo, la figura 5 muestra el papel estratégico del Ministerio de Economía en proveer recursos financieros y de desarrollo a los esfuerzos de los emprendedores en actividades de I+D. De hecho, la Oficina del Jefe de Científicos (OCS, por sus siglas en inglés) ubicada en el MOIT, es el principal órgano gubernamental a cargo de la política de innovación en Israel<sup>28</sup>. La OCS es responsable por llevar a cabo las políticas gubernamentales relacionadas con la promoción de la I+D industrial.

En adición a la OCS, existe en el MOIT la Autoridad de Innovación de Israel, una agencia independiente financiada con fondos públicos, la cual se según la página web del MOIT se creó para proporcionar una variedad de herramientas prácticas y plataformas de financiamiento, destinadas a abordar de manera efectiva las necesidades dinámicas y cambiantes de los ecosistemas de innovación locales e internacionales. Esto incluye emprendedores en etapa inicial, empresas maduras que desarrollan nuevos productos o procesos de fabricación, grupos académicos que buscan transferir sus ideas al mercado, corporaciones globales interesadas en colaborar con tecnología israelí, empresas israelíes que buscan nuevos mercados en el exterior y fábricas y plantas tradicionales que buscan incorporar fabricación innovadora y avanzada en sus negocios.

Para satisfacer las diversas necesidades de su amplia gama de clientes, la Autoridad de Innovación de Israel ha desarrollado una nueva estructura interna centrada en seis divisiones de innovación primarias. Cada división ofrece una “caja de herramientas” única de programas de incentivos personalizados y completos. Estas divisiones sirven como una plataforma de lanzamiento para proyectos innovadores exitosos, proporcionando a los emprendedores y empresas el plan más relevante para que realicen e implementen sus ideas, desarrollen sus productos y movilicen la inversión privada.

Las divisiones de la Autoridad de Innovación de Israel son: la división

de emprendimientos (startups), la división de crecimiento, la división de tecnología e infraestructura, la división de colaboración internacional, la división de manufactura avanzada y la división de retos sociales.

La coordinación de la política de innovación está institucionalizada en el Foro de Jefes de Científicos de Israel (ICSF). Todos los científicos jefes de los ministerios son miembros de este foro, el cual es dirigido por el ministro de Ciencia y Tecnología. El ICSF coordina entre los diversos ministerios para evitar ineficiencias y duplicaciones. El estatus del ICSF está definido por la Ley del MOLMOP<sup>29</sup>.

Para la implementación de las políticas de innovación y competitividad, las OCS de cada ministerio es responsable de la implementación de programas de I+D tecnológicos, tanto a nivel local como internacional.

Por otra parte, todas las universidades en Israel cuentan con oficinas de transferencia tecnológica (OTT) para observar y supervisar el registro de patentes y la comercialización de nuevos descubrimientos. Las OTT asisten y apoyan a los inventores e investigadores en la protección de sus derechos de propiedad intelectual (PI), la comercialización de estos derechos y para formar alianzas óptimas entre científicos, la industria y los inversores. En el proceso de facilitar la transferencia de tecnologías a la comunidad empresarial, las OTT juegan un papel muy activo en la negociación con los socios estratégicos, licenciadores e inversores.

Las áreas de responsabilidad de las OTT son: el análisis de nuevas invenciones; llenar aplicaciones de patentes, proteger y mantener los derechos de PI; negociar y aprobar la PI y algunos aspectos de los acuerdos comerciales con la industria y proyectos conjuntos industria-academia financiados por empresas y/o por el jefe científico del MOIT, así como licenciar la PI.

Un aspecto interesante del SNI israelí es su estrecha relación con organizaciones claves de los EE. UU, tal y como se muestra en la figura 6, lo que le brinda una gran fortaleza institucional y de apoyo a su sector productivo y académico.

<sup>28</sup> Es importante señalar que en cada ministerio hay una OCS en Israel.

<sup>29</sup> Más información sobre este foro puede encontrarse en la página web del MOST.

## Políticas y programas más importantes

La experiencia de Israel muestra que una economía de innovación requiere incentivos económicos bien alineados, diversas fuentes de capital financiero, capital humano calificado y acceso sin restricciones a los mercados mundiales de información. Dada una amplia gama de desafíos económicos y fracasos del mercado, el Gobierno tiene un papel potencial que desempeñar en el fomento del desarrollo de cada uno de estos factores, y -dadas las externalidades positivas de la innovación en el crecimiento económico- tiene interés en hacerlo (Trajtenberg 2006). En la medida en que en una economía falte un factor u otro, se pueden adoptar políticas públicas para aliviar la carga de los cuellos de botella y desencadenar el desarrollo económico basado en la innovación (Yuklea 2009). De acuerdo con la experiencia israelí la política adecuada podría ser la observancia de los derechos de propiedad intelectual, la creación de una industria de capital riesgo, el fomento de una cultura de emprendimiento, la formación de ingenieros o la concesión de subvenciones directas a la I+D a la industria.

Los principales hitos del éxito de Israel en promover una economía de innovación, mediante el desarrollo de un eficiente SIN, generalmente se dividen en las siguientes categorías (Avidor, 2011): Apoyo estatal a la I+D; adquisición y desarrollo del capital humano; desarrollo y observancia de los derechos de propiedad intelectual; reformas financieras y liberalización del mercado y política de capital riesgo.

### *a) Apoyo del estado a la investigación y el desarrollo*

El sistema civil de I+D en Israel se compone de tres componentes: I+D gubernamental, I+D de la academia e I+D del sector productivo (industria). La I+D gubernamental es manejada, presupuestada y dirigida por el Gobierno a través de los científicos jefes de varios ministerios gubernamentales. La I+D de la academia y del sector productivo son independientes el uno del otro en sus actividades de I+D, pero ambos reciben cierta guía desde el Gobierno por medio del otorgamiento de dinero para sus presupuestos.

Trajtenberg (2006) señala que el instrumento clave para el éxito de la política de innovación en Israel, fue el programa de fondos no reembolsables (matching grants), administrado por la Oficina del

Jefe Científico (OCS por sus siglas en inglés) dentro del Ministerio de Industria y Comercio, que es el principal organismo gubernamental encargado de la política de innovación en Israel. Las empresas presentan propuestas para proyectos de I+D, que la OCS revisa de acuerdo con criterios establecidos que incluyen viabilidad y mérito tecnológico y comercial, así como riesgos y la medida en que se puede esperar que estos proyectos generen derrames de conocimiento y tecnológicos (spillovers). Los proyectos que califican reciben una subvención (o más bien un préstamo condicional) de hasta el 50% de los costos de I+D; si el proyecto es exitoso el beneficiario paga la subvención a plazos como un porcentaje fijo de sus ventas del producto que se deriva del proyecto de I+D (alrededor del 3% de las ventas por año).

A principios de la década de 1990 se establecieron una serie de programas novedosos, de los cuales los más importantes fueron el programa de consorcios industria-academia "Magnet", el programa de "incubadoras" y el programa "Yozma" que promueve el desarrollo del sector del capital riesgo. El Programa "Magnet", instituido en 1993, apoya la formación de consorcios formados por empresas industriales y organizaciones académicas con el fin de desarrollar tecnologías genéricas y precompetitivas. Estos consorcios tienen derecho a ayudas plurianuales para I+D (normalmente de 3 a 5 años), que consisten en subvenciones de 2/3 del presupuesto total aprobado de I+D, sin necesidad de repago. Los consorcios deben estar compuestos por el grupo más amplio posible de miembros industriales que operan sobre el terreno, junto con organizaciones académicas israelíes que realizan investigaciones en áreas científicas relevantes para los objetivos tecnológicos de los consorcios. Entre los principales consorcios se incluyen materiales nanofuncionales, mensajería multimedia en streaming e impresión digital.

Las incubadoras están destinadas a proporcionar a los emprendedores en ciernes los medios básicos requeridos en las primeras etapas de formación de la empresa, con el fin de desarrollar sus ideas innovadoras y establecer nuevos negocios, incluyendo apoyo financiero, instalaciones físicas y servicios de asesoramiento. El programa fue introducido a principios de la década de 1990, cuando la inmigración de la antigua Unión Soviética había alcanzado su apogeo. Muchos

de estos inmigrantes eran científicos y profesionales calificados que tenían muchas ideas para productos innovadores, pero carecían prácticamente de todas las demás dimensiones necesarias para el éxito comercial, desde el conocimiento de las prácticas comerciales en las economías occidentales, hasta las habilidades gerenciales y el acceso al capital. La premisa es que la incubadora tecnológica mejoraría significativamente las perspectivas del empresario para poder recaudar más capital, encontrar socios estratégicos, y así salir de la incubadora con empresas que pueden mantenerse por su propia cuenta. A pesar de que originalmente se dirigió a nuevos inmigrantes, el programa está abierto a todos los ciudadanos israelíes.

Las políticas de I+D de Israel ayudaron a estimular la innovación y el crecimiento económico al mitigar el impacto de la brecha de financiación, cambiar los incentivos económicos y difundir el conocimiento a diferentes partes de la economía. Al proporcionar subvenciones a para que las empresas y los particulares invirtieran en I+D, la OCS redujo el costo del capital para aumentar el valor esperado de los proyectos de innovación. Las subvenciones parciales (a diferencia de las subvenciones completas) obligaron a las empresas a presentar únicamente los proyectos de I+D que probablemente tendrían éxito, dado que también se puso en riesgo el capital de cada empresa. El carácter horizontal y neutro de las subvenciones (y la solicitud de abajo hacia arriba) contribuyó a la difusión de la I+D a varios sectores diferentes de la economía, y dejó espacio para la innovación impulsada por el mercado. El programa Magnet aumentó el flujo de información fomentando la cooperación entre la industria y la academia, y el programa de incubadoras aumentó efectivamente la probabilidad de éxito, proporcionando capacitación y capital para emprendedores e innovadores por primera vez.

### *b) Adquisición y desarrollo del capital humano*

El capital humano de Israel desempeñó un papel importante en su desarrollo durante la década de 1990, ya que su abundante oferta de trabajadores calificados alimentó una ventaja comparativa para la industria de alta tecnología de Israel. Las multinacionales, con centros de I+D israelíes y empresas locales, se beneficiaron de menores costos de I+D y producción que los de otros países industrializados (Fontenay 2001).

La construcción de la fuerza de trabajo de alta tecnología de Israel fue el resultado de varios factores, entre ellos: dinámicas de inmigración, inversiones en educación, una transferencia única de capital humano de un sector militar avanzado al sector privado y ciertas inversiones en capacitación para empleados estatales.

### *c) Desarrollo y observancia de los derechos de propiedad intelectual*

El régimen de propiedad intelectual de Israel comenzó en el marco del Mandato Británico en 1924 con la Orden sobre Patentes, y fue revisado en la Ley de Patentes de 1967 para ampliar el plazo de protección por patente a 20 años a partir de la fecha de solicitud. El régimen era representativo de los de la mayoría de las naciones avanzadas, ya que Israel era signatario de todos los principales tratados pertinentes de la Organización Mundial de la Propiedad Intelectual, incluidos el Convenio de Berna, el Convenio de París y el Tratado de Cooperación en materia de Patentes. Esta participación internacional permitió a los inventores israelíes seguir la observancia de las patentes en cualquier país del grupo signatario. Israel añadió software a sus derechos de autor protegidos en 1988, dando a los inventores 70 años de protección. Más tarde, Israel se adhirió al Acuerdo sobre los Aspectos de los Derechos de Propiedad Intelectual Relacionados con el Comercio (ADPIC) de la Organización Mundial del Comercio, y en 1999 desarrolló protecciones para las topografías de los circuitos integrados (Pugatch, Teubal y Zlotnick 2009).

A lo largo de su historia reciente, el régimen de propiedad intelectual de Israel estuvo en consonancia con el de las naciones más avanzadas. La fuerte aplicación recíproca de los tratados internacionales permitió a las empresas israelíes buscar efectivamente protección en otros mercados, como Estados Unidos y Europa. Esta cooperación sirvió de columna vertebral para el comercio internacional y fue una base importante para el surgimiento de sólidas capacidades de innovación. Sin una fuerte observancia de la propiedad intelectual y reciprocidad, es dudoso que el desarrollo de la alta tecnología de Israel pudiera haber tenido lugar<sup>30</sup>.

### *d) Reformas financieras y liberalización del mercado*

Tras las políticas de estabilización económica que llevaron la inflación de los tres dígitos en 1985 al 20 por ciento en 1986, el Gobierno instituyó

algunas reformas financieras cruciales que allanaron el camino para el crecimiento y la inversión. Las reformas más importantes fueron: 1) la liberación de recursos para la inversión privada, 2) la reducción de las necesidades de inversión pública de los inversores institucionales, 3) la supresión del crédito dirigido y 4) la reducción de los obstáculos a los movimientos internacionales de capital (Leiderman y Bufman, 1994).

### *e) Política de capital riesgo*

Desde el principio, el apoyo del Gobierno a la I+D estaba destinado no solo a incentivar las actividades innovadoras, sino también a compensar la falta de mercados de capitales bien desarrollados. Con pocas excepciones, el sector de tecnologías podía basarse en fuentes de financiación locales y, dados los impedimentos de la época, en su mayor parte tampoco podía recaudar capital en el extranjero. Por lo tanto, las subvenciones a la I+D proporcionadas por la OCS también satisfacen una aguda necesidad financiera, pero difícilmente pudieron compensar la escasez de otras fuentes financieras. Además, las empresas israelíes de alta tecnología eran tradicionalmente fuertes en tecnología, pero carecían de experiencia y competencias gerenciales. Reconociendo estas necesidades, el Gobierno decide establecer en 1992 el programa "Yozma" (que significa "iniciativa" en Hebreo) destinado a poner en marcha el mercado de capital de riesgo en Israel. Yozma estableció una serie de fondos de capital riesgo, que fueron financiados inicialmente por el Gobierno, pero que incluían también inversores privados locales y extranjeros. La "zanahoria" ofrecida a estos últimos fue la emisión de opciones de compra de las acciones de Yozma en estos fondos dentro de 5 años a un precio predeterminado. Yozma logró atraer a destacados inversores multinacionales extranjeros (como Adviento de Boston, GAN de Francia, Daimler-Benz de Alemania, La China Venture Management de Taiwán, etc.), las que trajeron consigo no solo sus recursos financieros, pero lo más importante su experiencia. Poco después de su establecimiento, Yozma logró crear 10 fondos de capital de riesgo y

ayudó a recaudar cerca de 200 millones de dólares.

Contrariamente a otros programas gubernamentales, Yozma tenía en el inicio una esperanza de vida fija de 7 años. De hecho, sin embargo, su rápido éxito le permitió poner fin a sus actividades desde el principio: en 1997 se privatizó su cartera de inversiones directas, por lo que su misión llegó a su fin. Desde entonces, el mercado de capital riesgo en Israel ha tenido un auge, con más de 80 fondos en funcionamiento, habiendo recaudado cerca de 10 000 millones de dólares durante el período 1993-2000, con inversiones reales respaldadas por capital de riesgo alcanzando un máximo del 2,7 por ciento del PIB en 2000 (un récord mundial – véase Avnimelech y Teubal, 2005). Además, los mercados de capitales se han expandido considerablemente en Israel desde mediados del siglo XX, y el acceso internacional ha mejorado drásticamente; por ejemplo, Israel es el país con el mayor número de IPO en Nasdaq (estrechamente disputado por Canadá). Este estallido de fuentes de financiación implica que el apoyo del Gobierno a la I+D puede limitarse a su función original de subvencionar la innovación con el fin de cerrar la brecha entre la tasa social y la privada de rendimiento, sin tener que asumir un nuevo papel financiero.

El éxito del programa Yozma es atribuido a su estructuración. En primer lugar, este fondo de capital de riesgo perseguía tres objetivos básicos: (i) construir una vibrante y autosostenida industria de capital de riesgo; (ii) atraer firmas extranjeras de capital de riesgo como socias y mentoras; y (iii) promover la exportación de tecnologías prometedoras en Israel. En segundo lugar, Yozma fue diseñado no para hacer inversiones directas en emprendimientos (start-ups) sino para actuar como un intermediario, facilitando capital semilla a 10 nuevos fondos privados de inversión. Cada fondo que recibió dinero de Yozma tenía la obligación de atraer al menos a un socio accionista extranjero (un fondo de capital de riesgo de alta reputación) y un banco israelí, y estructurarse como un socio de capital limitado. Yozma financiaba hasta un 40% del nuevo capital del riesgo (hasta \$8 millones) y daba la opción, como se indicó antes, de que los socios privados pudieran comprar la participación de Yozma en un

---

<sup>30</sup> Véase Pugatch, Teubal y Zlotnick (2009) sobre los estudios de casos de empresas israelíes como Elscint, M-systems, Checkpoint y Mirabelis que ilustran el importante papel que la protección de la propiedad intelectual desempeñó en el desarrollo de la industria de alta tecnología de Israel.

plazo de 5 años a un precio establecido desde el inicio más la inflación. De esta forma, los inversores privados del nuevo fondo de capital de riesgo asumía la mayor parte del riesgo y contaban con el incentivo de que si toda la operación salía bien ellos podrían adquirir el control total del fondo a corto plazo y a un precio preestablecido.

Este enfoque tuvo la virtud de servir de plataforma de aprendizaje sobre capitales de riesgo tanto para inversores locales como para las autoridades. En este último caso, el Gobierno mantenía una silla en la junta directiva del nuevo fondo de capital de riesgo, lo que le permitía aprender sobre las características de este negocio y contar con retroalimentación para ajustar otras políticas cuando esto fuese necesario.

A manera de corolario, sobre la experiencia israelí en el campo de la innovación, se puede argumentar que su política de innovación yace sobre tres principios básicos:

- La innovación debe promoverse ampliamente en todo el espectro de la actividad económica, es decir, en todos los sectores (no solo en la “alta tecnología”) y en todo tipo de innovaciones (no solo en los proyectos formales de I+D).
- Las políticas deben surgir de abajo hacia arriba y no de arriba hacia abajo: el punto es establecer las condiciones y fortalecer los incentivos, ya que la innovación que impulsa el crecimiento debe surgir de consorcios amplios de aspirantes, futuros empresarios/ inventores.

- Las políticas deben promover las innovaciones en las que se pretende la creación de riqueza.

La experiencia de Israel muestra también la importancia de contar con un eficiente SIN, como atractivo para que muchas empresas multinacionales extranjeras decidan establecer operaciones en este país, principalmente en áreas de I+D. Actualmente Israel cuenta con más de 400 multinacionales que tienen laboratorios de I+D en este país, donde más de 100 de estas multinacionales realizan actividades de innovación abierta (i.e. una nueva estrategia de innovación mediante la cual las empresas van más allá de sus límites y desarrollan la cooperación con organizaciones o profesionales externos). De hecho, según Avnimelech<sup>31</sup> las empresas multinacionales que participan activamente en actividades de innovación en Israel han sido atraídas principalmente por la existencia de clústeres de innovación (más que por incentivos), los cuales se ha desarrollado como producto de la política de innovación implementada a través de los años por las autoridades de este país.

En materia de desarrollo de clústeres que favorezcan los procesos de innovación, Avnimelech (2013) señala la importancia de que la política que se diseñe e implemente para tal fin, cuente con una visión clara y una planificación estratégica; respuesta oportuna, compromiso a largo plazo; liderazgo fuerte; cooperación entre el gobierno, el sector privado y la academia, y un proceso de formulación de políticas ajustable.

---

<sup>31</sup> Entrevista con Gil Avnimelech, profesor y decano del Ono Academic College, Israel.

# D. SISTEMA NACIONAL DE INNOVACIÓN DE LOS PAÍSES BAJOS

Los Países Bajos son una economía altamente desarrollada con un sistema de innovación maduro. De hecho, el sistema de innovación holandés es bastante disperso y tiene una base amplia, lo que puede interpretarse como un signo de su relativa madurez (Dolfsma y Leydesdorff, 2011). El Índice Global de Innovación 2019 (GII 2019), recopilado por la Universidad de Cornell, INSEAD y la Organización Mundial de la Propiedad Intelectual (OMPI), ha clasificado a los Países Bajos entre los líderes mundiales en innovación. Según el GII 2019, Suiza, Suecia, Estados Unidos, los Países Bajos y el Reino Unido ocupan las cinco primeras posiciones entre los países más innovadores del mundo.

Los principales actores en el diseño y definición de las políticas de innovación holandesas son el Ministerio de Asuntos Económicos (EAC)<sup>32</sup>, que se encarga de promover la competitividad, el espíritu empresarial y la innovación; y el Ministerio de Educación, Cultura y Ciencia (ECS), responsable de definir estrategias y políticas para la educación e investigación del sector público (OECD, 2014). De hecho, el ECS es responsable de las políticas de ciencia y educación y de la asignación de fondos institucionales a las universidades. Ambos ministerios coordinan la agenda de política científica del Gobierno nacional y contribuyen a la definición de la política científica internacional a nivel de la UE y más allá. Como ministerio a cargo de la agricultura, el Ministerio de Asuntos Económicos también financia la investigación agroalimentaria y la educación ecológica (OECD, 2015). Otro organismo responsable de gestionar e implementar políticas en el área de la innovación es la Agencia de Empresas de los Países Bajos (Rijksdienst voor Ondernemend Nederland - acrónimo: RVO.nl). Esta agencia del Ministerio de Asuntos Económicos se centra en subsidios de innovación para emprendedores, pero también brinda información, capacitación y asesoramiento individual a las universidades sobre cómo participar

en el programa Horizonte 2020 de la Comisión Europea para financiar proyectos europeos de investigación e innovación.

Varios consejos y organismos asesores del Gobierno y organismos políticos representan a múltiples actores del sistema de innovación, incluido, en algunos casos, el sector empresarial. Incluyen, por ejemplo, el Consejo Asesor para la Política de Ciencia y Tecnología (AWT), la Real Academia de Artes y Ciencias (KNAW) y el Consejo Científico de los Países Bajos para la Política del Gobierno (WRR). Además, hay otros actores importantes para la implementación de políticas de I+D como la Organización Holandesa de Investigación Científica (NWO) y la Agencia de Empresas de los Países Bajos (RVO). Las organizaciones y fundaciones sin fines de lucro no juegan un papel importante en la financiación de I+D en los Países Bajos (Van den Broek, Deuten, and Jonkers, 2018).

Entre los centros de investigación más destacados en los Países Bajos, se encuentran 13 universidades de investigación, las cuales se desempeñan bien en los rankings internacionales. Además, hay 37 universidades de ciencias aplicadas, que se centran en la formación técnica y profesional. La investigación también se lleva a cabo en ocho centros médicos universitarios en los que facultades médicas de universidades colaboran con hospitales académicos. Hay seis organizaciones de investigación aplicada que reciben fondos públicos. La más grande es la Organización Holandesa para la Investigación Científica Aplicada (TNO). Como parte de la política empresarial holandesa, se identificaron nueve 'sectores principales' con importancia estratégica para los Países Bajos en 2010. Un objetivo importante de esta política es mejorar la colaboración público-privada en I+D a través de los denominados Consorcios principales para el conocimiento y la innovación (TKIs).

---

<sup>32</sup> Las siglas entre paréntesis en esta sección se refieren a los nombres de las instituciones en inglés.

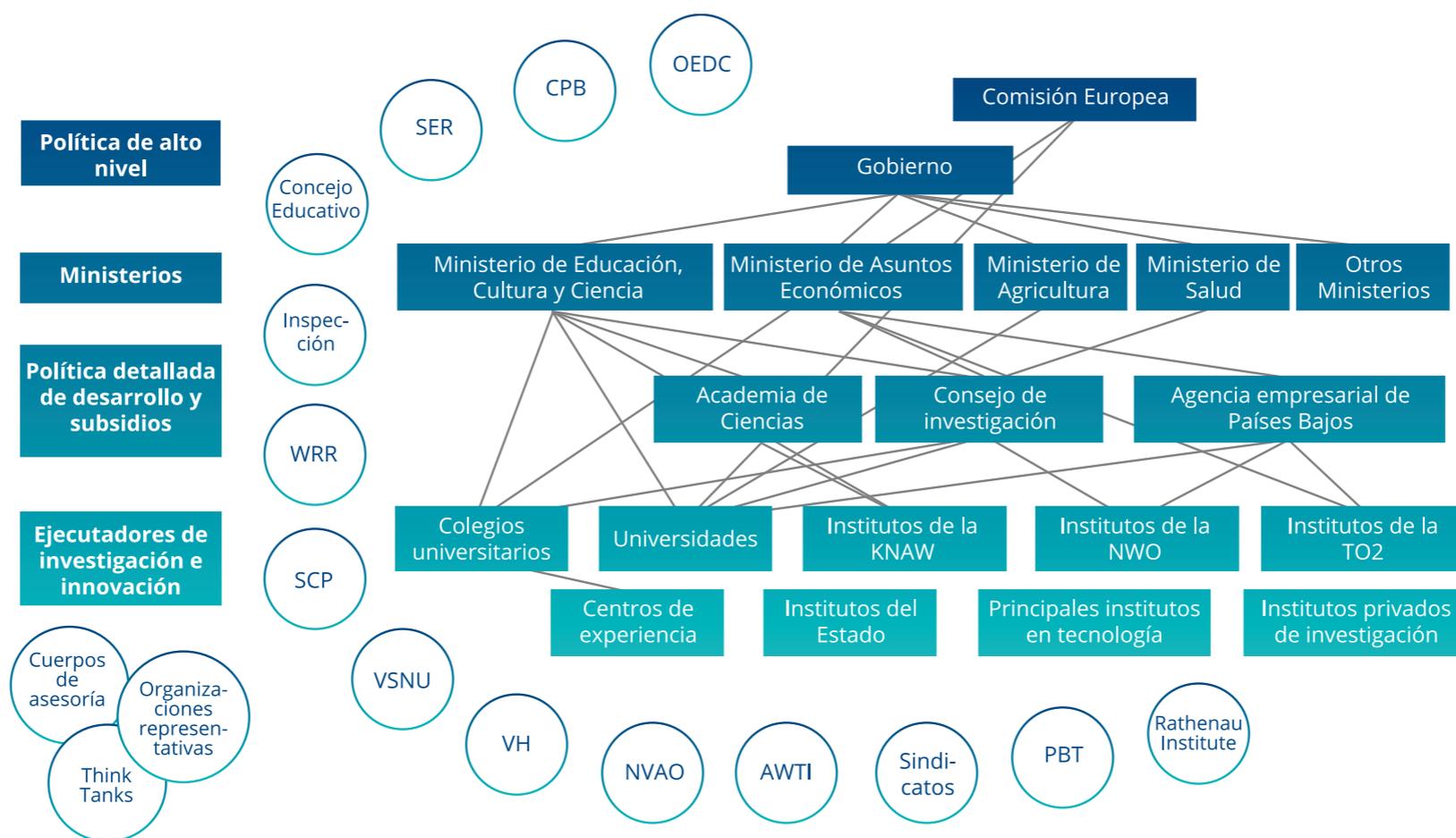
Aproximadamente el 90% de toda la I+D privada se lleva a cabo dentro de estos nueve sectores prioritarios (Van den Broek, Deuten, and Jonkers, 2018).

La figura 6 muestra los principales actores del sistema de investigación y educación superior holandés. Distingue cuatro niveles (nacional / internacional; ministerios; organizaciones intermedias; organizaciones de educación superior e investigación) y una amplia gama de consejos asesores / organismos / organizaciones representativas. Las líneas de conexión en la imagen se refieren a los flujos de financiación, es decir, las subvenciones, subsidios y otros flujos de recursos.

El control de calidad de los programas de educación superior lo lleva

a cabo la Organización de Acreditación de los Países Bajos y Flandes (NVAO). El NVAO se instaló en 2005 para cumplir con las tareas de evaluación de calidad, evaluación y control. La Inspección de Educación (en holandés: Onderwijsinspectie) es responsable de la inspección y revisión de las organizaciones educativas. Informa sobre los desarrollos y temas clave en la educación holandesa, incluida la educación superior. El Consejo de Educación (en holandés: Onderwijsraad) es un órgano consultivo gubernamental independiente que asesora al ministro de Educación, al ministro de Asuntos Económicos, al Parlamento y a las autoridades locales sobre cuestiones relacionadas con la educación (en todos los niveles, desde la educación primaria hasta la superior).

Figura A.6. Resumen de los principales actores en el sistema de investigación y educación superior holandés



Fuente: CHEPS (2018)

Las universidades defienden sus intereses comunes a través de su organización representativa (conferencia de rectores): la Asociación de Universidades de los Países Bajos (VSNU). El VSNU es uno de los socios en la red de políticas nacionales con respecto a la educación superior y la investigación. Por su parte, las universidades de ciencias aplicadas se han organizado en la Asociación holandesa de universidades de ciencias aplicadas (en holandés: Vereniging Hogescholen) (CHEPS, 2018).

Un aspecto sobresaliente del SNI holandés es su énfasis por evaluar la calidad de la investigación que se realiza. De hecho, cabe mencionar que los Países Bajos tienen una larga tradición de evaluar la calidad de la investigación. Desde 1993, los comités externos de pares han juzgado la investigación fundamental que tiene lugar en las universidades a lo largo de las cuatro dimensiones de la calidad. Estas son: (1) productividad (es decir, número de publicaciones por académico), (2) calidad de la producción (publicación), (3) relevancia social y (4) viabilidad a largo plazo del grupo de investigación. Toda la investigación de un departamento (en la medida en que esté organizada en programas de investigación) se juzga en una escala de cinco puntos. Las revisiones se organizan bajo los auspicios de la organización paraguas de las universidades (VSNU), en base a un protocolo acordado, el Protocolo de Evaluación Estándar (SEP).

El SEP fue revisado hace unos años (KNAW, 2014). La revisión del protocolo SEP fue acordada entre la Academia de Ciencias, NWO y la Asociación de Universidades de los Países Bajos (VSNU). Toda investigación realizada entre 2015 y 2021 en departamentos académicos de universidades de investigación y los institutos de investigación se evalúa de acuerdo con este protocolo. Los comités de evaluación externa (pares) realizan estas evaluaciones para cada unidad o instituto una vez cada seis años (no todos a la vez, sino en un horario continuo). El comité de evaluación basa su juicio en tres criterios de evaluación: calidad de la investigación, relevancia para la sociedad y viabilidad (el grado en que la unidad está equipada para el futuro). En su informe de evaluación, el comité de evaluación ofrece esa opinión tanto en texto (cualitativo) como en categorías (cuantitativo, utilizando las categorías 1 a 4). Las cuatro categorías posibles son “excelente”, “muy bueno”, “bueno” e “insatisfactorio”. El comité también hace recomendaciones para el futuro.

A diferencia del protocolo anterior, el SEP actual ya no evalúa la productividad (es decir, el volumen de investigación) de una unidad, y hoy en día se centra en la calidad, relevancia y sostenibilidad. El panel

de revisión por pares expresa su juicio en términos de cuatro categorías de puntuación: “excelente”, “muy bueno”, “bueno” e “insatisfactorio”. La universidad o instituto de investigación decide cómo la unidad hará un seguimiento de los resultados y las recomendaciones de evaluación del Comité de evaluación externa. No existe una conexión directa entre el resultado de la evaluación de calidad y el tamaño de la subvención pública recibida por la universidad para investigación, pero la administración de la universidad puede (y tiene) en cuenta el criterio de los revisores en su formulación de políticas internas (CHEPS, 2018).

El SNI holandés, por otra parte, reconoce la importancia de contar tanto con condiciones favorables de entorno (estabilidad macroeconómica y clima de negocios, regulaciones de mercado –productos, servicios y laboral-, intensidad en la competencia, financiamiento, nivel y calidad del emprendedurismo, sistema de impuestos e infraestructura) como políticas “dedicadas” de ciencia, tecnología e innovación para un buen desempeño económico basado en la innovación; lo anterior ya que ambos factores afectan el desempeño de la innovación por separado y en forma combinada (OECD, 2014). Mientras es obvia la importancia de contar con políticas apropiadas en CTI para alcanzar el objetivo planteado, pareciera menos obvio el por qué se debe contar con condiciones favorables de entorno. A este respecto la OECD (2014) señala varias razones:

- La actividad de innovación requiere un horizonte de medio y largo plazo y un entorno suficientemente estable en el cual llevar a cabo este tipo de actividades. Esto es particularmente importante en el caso de la I+D y otros tipos de innovación más fundamentales.
- El marco regulatorio es de crucial importancia para la generación de nuevas tecnologías y para la velocidad de su difusión. El desarrollo en el sector de las telecomunicaciones en las décadas recientes ha demostrado esto.
- Cuando las condiciones de entorno son deficientes, ellas tienden a reducir la efectividad de las políticas diseñadas para promover la innovación.

### *Clima de negocios*

En materia de mejora del clima de negocios los Países Bajos se caracterizan por mostrar una mejora continua a través del tiempo,

mediante la reducción a las barreras a la competencia y haciendo menos costosa en el mercado la entrada y salida de empresas (Koske, et al., 2014). No obstante, estos resultados en el sistema de licencias y permisos, y en el área de las cargas administrativas para las corporaciones, todavía existe una marcada brecha regulatoria entre los Países Bajos y los mejores actores de la OECD (OECD, 2014).

Kocsis et al. (2009) concluyen que las barreras de entrada y salida probablemente no sean impedimentos importantes para el crecimiento en los Países Bajos, ya que el tiempo requerido en los Países Bajos para abrir y cerrar un negocio es uno de los más cortos entre los países de la OECD. Brouwer y van der Wiel (2010) encuentran que la competencia tiene un efecto directo e indirecto - a través de la innovación - en la productividad. Además, estos autores enfatizan que para la mayoría de las industrias, los Países Bajos distan mucho de la muy alta intensidad de competencia que sería perjudicial para la innovación a través del efecto de forma de U invertida (Aghion et al., 2005).

### *Emprendedurismo*

La evidencia empírica muestra que el emprendimiento y la creación de empresas jóvenes juegan un papel importante en la innovación (Lerner, 2010; OECD, 2013f), incluidas las innovaciones más fundamentales o incluso "radicales" que a menudo son pioneras de las empresas jóvenes y pequeñas, a medida que las empresas más antiguas tienden a realizar innovaciones incrementales a lo largo de pautas establecidas. En el caso de los Países Bajos la OECD (2014) señala tres importantes características de los emprendimientos:

- Primero, la participación de las empresas de nueva creación (aquellas con más de un empleado) es relativamente baja en los Países Bajos y está disminuyendo con el tiempo, al igual que en otros países desarrollados.
- En segundo lugar, las empresas holandesas comienzan relativamente grandes, pero no crecen muy dinámicamente a medida que envejecen, lo que confirma una preocupación generalizada sobre las barreras aparentes para el crecimiento.
- Tercero, la proporción de empresas que nunca crecen más allá de un empleado se encuentra entre las más altas en cada sector principal

(manufactura, servicios comerciales y construcción), y de hecho lidera la construcción, haciéndose eco de la opinión predominante de que hay muchos trabajadores independientes en estos sectores.

Para ayudar a mejorar las actitudes empresariales y, en particular, promover aún más el espíritu empresarial entre los estudiantes, las autoridades holandesas han ampliado recientemente los esfuerzos en curso, siguiendo iniciativas anteriores en Finlandia, Dinamarca y Noruega, mostrando signos de éxito en esta área. De hecho, los Países Bajos son, por ejemplo, uno de los países con la puntuación más alta en Educación para el emprendimiento en el Global Entrepreneurship Monitor (Xavier et al. 2013).

### *Mercado de trabajo*

El mercado laboral se caracteriza por un segmento pequeño y flexible (a menudo trabajadores más jóvenes con contratos temporales o por cuenta propia) y un segmento grande y más rígido (a menudo trabajadores mayores y mejor calificados con una fuerte protección social) (OECD, 2012b). La flexibilidad del mercado laboral afecta la agilidad del sistema de innovación al permitir una reasignación oportuna y sin problemas de trabajadores de sectores y actividades menos exitosos a sectores innovadores y en ascenso (OECD, 2013c).

Algunas políticas tienen el mayor impacto en el extremo superior de las empresas más productivas (ciertos tipos de políticas de innovación dedicadas), mientras que otras facilitan la salida de las unidades menos productivas (por ejemplo, leyes de bancarrota) para liberar recursos para ser utilizados en unidades más productivas. Esta reasignación de recursos hacia las unidades más productivas también mejora la productividad agregada, mientras las políticas pueden dificultar o facilitar este proceso. Los resultados de Andrews y Criscuolo (2013) utilizando una base de datos de insumos, productos y patentes a nivel de empresas de todo el país sugieren que los Países Bajos tienen menos éxito que los países nórdicos y los Estados Unidos en atraer recursos a empresas innovadoras (es decir, patentar).

### *Financiamiento*

Las condiciones financieras afectan la capacidad de las empresas para

obtener los recursos que requieren. Esto es especialmente cierto para las empresas jóvenes y pequeñas, que tienden a estar más limitadas por la falta de fondos internos o garantías reales. Algunas de estas empresas desempeñan un papel importante como fuente de modelos comerciales innovadores e innovaciones radicales (Henderson y Clark, 1990; Henderson, 1993; Andrews y Criscuolo, 2013). Una vez que estas empresas tienen éxito a pequeña escala, necesitan mercados financieros que funcionen bien para ayudarlas a crecer y expandir la escala y el alcance de sus actividades de innovación. Un entorno en el que es más fácil para las empresas exitosas mejorar, también crea mejores oportunidades para experimentar con nuevas soluciones e innovar (OECD, 2014).

El Foro Económico Mundial (2013) le otorga una clasificación relativamente baja a los Países Bajos en términos de facilidad de acceso al crédito. Según una encuesta del Banco Nacional Holandés (De Nederlandsche Bank, DNB) sobre la evolución de las condiciones de los préstamos bancarios, los estándares de crédito para las pymes se endurecieron nuevamente hasta 2013 después de la flexibilización en los dos años anteriores. Además, los diferenciales de tasas de interés entre los préstamos para pymes y otros préstamos han aumentado sustancialmente desde la crisis del 2008/2009 y apenas disminuyeron hasta 2012, posiblemente reflejando una prima de riesgo aún alta asociada a los préstamos para pequeñas empresas (OECD, 2014).

Para compensar la debilidad actual del sector bancario en el suministro de fondos, especialmente a las pymes, el Gobierno ha establecido varios esquemas para ayudarlos a obtener crédito (Ministerio de Asuntos Económicos, 2013a; OECD, 2013e). Las microfinanzas de Qredits llegan a empresas que no pueden obtener crédito bancario (35 millones de euros); los créditos MKB (Borgstelling MKB-krediten) proporcionan garantías para préstamos bancarios a PYME con poca garantía (2.4 billones de euros); el GO (Garantie Ondernemingsfinanciering) proporciona principalmente a las PYME garantías para préstamos bancarios más grandes (679 millones de euros); el Fondo de capital semilla (Seed Facility) apoya a las empresas de capital privado que invierten en empresas incipientes en fase inicial (aproximadamente 135 millones de euros); y finalmente, el crédito de innovación está dirigido a proyectos de I + D (con aproximadamente 100 millones de euros). Estos instrumentos ayudan a llenar el vacío debido a los bajos niveles de

préstamos de las organizaciones financieras, pero su tamaño aún puede ser insuficiente para compensar los impactos negativos de la recesión. La reestructuración de los balances de los bancos es esencial para la expansión de sus préstamos a las pymes a mediano plazo (OECD, 2014).

Silva y Wilson (2013) señalan la presencia de restricciones en los bancos, fondos de pensiones y compañías de seguros al invertir en fondos de capital privado en los Países Bajos, lo cual puede afectar negativamente el conjunto de recursos financieros y puede ser al menos parcialmente responsable del pequeño tamaño del mercado de capital de riesgo, especialmente capitales semilla y otros para las primeras etapas de los emprendimientos (Veugelers, 2011).

Para abordar esta deficiencia, el Gobierno de los Países Bajos ha establecido varias facilidades financieras específicas (fondo de fondos, agencias de desarrollo regional, facilidad de crecimiento), así como otras adicionales como el instrumento de etapa inicial y la facilidad de coinversión de inversores ángeles. El fondo de fondos y los enfoques de coinversión se consideran buenas prácticas debido a su dependencia de la experiencia, los incentivos y los recursos de los inversores privados. La participación de los inversionistas ángeles también es un paso positivo, ya que estas facilidades tienen el potencial de mejorar sustancialmente el clima de inversión de capital de riesgo (OECD, 2014).

### *Tecnologías de información y comunicaciones (TIC)*

Los Países Bajos tienen una infraestructura tecnológica y de comunicaciones altamente desarrollada, que se remonta a la creación de la red interuniversitaria Surfnnet. Tiene una de las tasas de penetración más altas entre los países de la OECD para consumidores y empresas (OECD, 2013d). Casi todas las empresas, independientemente de su tamaño, tienen acceso a una conexión de banda ancha, ya sea de línea fija o móvil. No obstante lo anterior, las tecnologías inalámbricas tienen menor penetración en promedio que en el resto de los países de la OECD (OECD, 2013d). Además, los precios de las suscripciones tienden a ser algo altos, generalmente en el rango medio o superior de los países de la OECD. Esto concierne principalmente al mercado móvil e inalámbrico, pero también al segmento de banda ancha para paquetes con alto volumen de datos y las velocidades de conexión más rápidas. Esto puede sugerir que las presiones competitivas en el mercado de

proveedores de servicios de telecomunicaciones e Internet no son lo suficientemente fuertes. Por ello se promueve la entrada potencial de un cuarto jugador en el mercado móvil, así como la aprobación de una ley que garantice la “neutralidad de la red” para estimular la competencia entre los proveedores de servicios de Internet.

### *Infraestructura*

Los Países Bajos deben gran parte de su éxito económico a su infraestructura de transporte de agua, ferrocarril y transporte aéreo altamente desarrollada. Los puertos marítimos desempeñan un papel destacado, con Rotterdam como el principal puerto de Europa y una puerta de entrada a grandes partes de Europa continental, incluidas Alemania y el Reino Unido (OECD, 2012b). Se considera que representan las “mejores prácticas” en lo que respecta al rendimiento y la eficiencia de un puerto, reflejados en aspectos como planificación, organización de tierras, gestión ambiental y climática, y comunicación portuaria (Merk y Notteboom, 2013). Como tal, pueden ayudar de manera efectiva a mantener altos niveles y un mayor crecimiento de las actividades de reexportación y comercio. El país también tiene

una densidad vial y ferroviaria muy alta, que se adapta a su actividad económica relativamente dispersa, con varias ciudades importantes, de tamaño medio y sus aglomeraciones (OECD, 2013e). Schiphol es uno de los aeropuertos más grandes de Europa y un centro de actividad económica para la región circundante.

En síntesis, se puede concluir que el SNI de los Países Bajos es un sistema maduro en el cual existe una gran variedad de actores e instrumentos de apoyo a la innovación. En segundo lugar existe una clara visión a nivel político sobre la importancia del SNI como instrumento para facilitar los procesos de aprendizaje, acceso y uso de conocimientos imprescindibles para la innovación. Igualmente, existen mecanismos de apoyo directos a las empresas, tanto desde el punto de vista de preparación de recursos humanos altamente calificados como de recursos financieros de diverso orden para las diferentes etapas de desarrollo de las empresas y sus proyectos de innovación. Es de destacar la importancia que en el SNI holandés se le otorga al control de calidad de la educación desde la primaria hasta la educación superior, así como de la investigación que llevan a cabo tanto las universidades como los institutos de investigación.

## **E. SISTEMA NACIONAL DE INNOVACIÓN DE BRASIL**

Brasil es una de las economías más innovadoras en América Latina y el Caribe (ALC), junto con Chile, Costa Rica, México, Uruguay, ocupando la posición número cinco en esta región (GII, 2019). Desde el punto de vista del esfuerzo innovador en ALCD Brasil es el país con más alto esfuerzo,

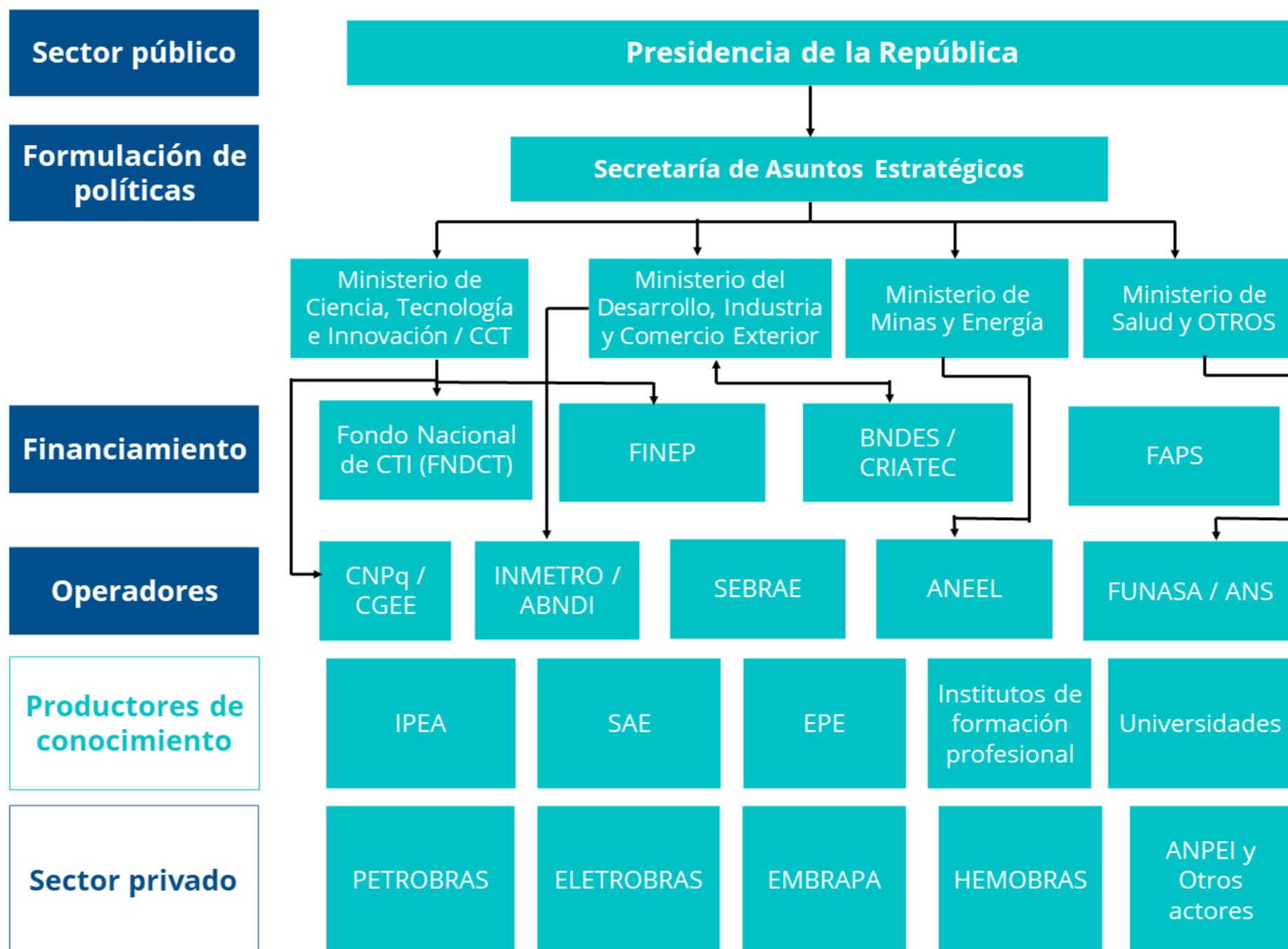
con 1,27 por ciento del PIB en I+D, según cifras del Banco Mundial<sup>33</sup>.

En la figura A.7 se presentan los principales actores del Sistema Nacional de Innovación del Brasil, el cual posteriormente se comenta en detalle.

---

<sup>33</sup> <https://datos.bancomundial.org/indicador>

Figura A.7. Resumen de los principales actores en el Sistema Nacional de Innovación de Brasil



Fuente: Elaboración propia.

De acuerdo con un informe de NESsT (2012) el Sistema Nacional de Innovación de Brasil está compuesto por un conjunto de actores que se pueden agrupar en cinco categorías, los cuales se describen a continuación.

### *Entidades para crear un mercado de servicios especializados para la ciencia, tecnología e innovación*

Este grupo está compuesto por el Consejo Nacional de Desarrollo Científico y Tecnológico (CNPq) vinculado al Ministerio de Ciencia, Tecnología e Innovación (MCTI), que tiene por función fomentar la investigación, así como participar en la formulación, ejecución, acompañamiento, evaluación y difusión de la Política Nacional de Ciencia y Tecnología (PNCT), y promover el mercado de servicios especializados por medio del financiamiento de investigadores y grupos de investigación de universidades y centros de investigación; el Centro de Gestión y Estudios Estratégicos Ciencia, Tecnología e Innovación (CGEE), que es también una agencia del MCTI, la cual promueve y realiza estudios e investigaciones de alto nivel en las áreas de la ciencia y la tecnología y sus relaciones con el sector productivo; promueve y realiza actividades de evaluación de estrategias y de impactos económicos y sociales de políticas, programas y proyectos científicos y tecnológicos, así como actividades de apoyo técnico a organizaciones públicas y privadas y presta servicios; Fundaciones Amparo a la Investigación (FAPS), son organizaciones regionales que apoyan el desarrollo de actividades científicas y tecnológicas en sus respectivos estados. El apoyo viene, principalmente, de becas para investigación. Los recursos provienen del propio Estado.

También se incluye en este grupo de actores a la Agencia Nacional de Desarrollo Industrial (ABNDI) creada en 2004, la ABNDI está vinculada al Ministerio del Desarrollo, Industria y Comercio Exterior (MDIC) y es responsable por promover la ejecución de la política industrial, en consonancia con las políticas de ciencia, tecnología e innovación y del comercio exterior. La Agencia Nacional de Salud Suplementar (ANS) está vinculada al Ministerio de la Salud y busca regular las operadoras sectoriales de salud, inclusive las relaciones entre prestadores y consumidores; la Agencia Nacional de Vigilancia Sanitaria (ANVISA) que es una agencia del Ministerio de la Salud, tiene por finalidad promover

la protección de la salud poblacional a través del control sanitario de la producción y comercialización de productos y servicios, así como el control de ambientes, procesos, insumos y tecnologías a ellos relacionados; la Fundación Oswaldo Cruz (FIOCRUZ) también vinculada al Ministerio de la Salud, la cual tiene por finalidad promover la salud y el desarrollo social, generar y difundir conocimiento científico y tecnológico en este campo; la Coordinación para el perfeccionamiento de Personal de Nivel Superior (CAPES) vinculada al Ministerio de Educación (MEC), que tiene por finalidad expandir y consolidar los programas de posgrado (maestría y doctorado) por todo el país; el Instituto Nacional de Estudios e Investigaciones Educativas (INEP), también vinculado al MEC, tiene por finalidad promover estudios, investigaciones y evaluaciones acerca del Sistema Educativo Brasileño con el objetivo de subsidiar la formulación e implementación de políticas públicas para el área educacional a partir de parámetros de calidad; y el Servicio Brasileño de Apoyo a las Micro y Pequeñas Empresas (SEBRAE), el cual a través de alianzas público-privadas promueve programas de capacitación, estímulo al cooperativismo, desarrollo territorial y acceso a mercados. Trabaja en la reducción de la carga tributaria y de la burocracia para ayudar a la creación de mercado y ampliación de acceso al crédito, la tecnología y la innovación de las micros y pequeñas empresas en todo el territorio nacional.

### *Actores de la estructura productiva del país*

Son básicamente empresas que realizan innovaciones incorporando tecnología y conocimiento en sus actividades, de manera individual y operando de manera conjunta en redes. Acá juega un papel muy importante varias empresas públicas y asociaciones privadas. PETROBRÁS, una sociedad anónima de capital abierto, donde el accionista mayoritario es el Gobierno brasileño. Actúan como una empresa de energía en los sectores de exploración y producción, refinación, comercialización y transporte de óleo y gas natural, petroquímico, distribución de derivados, energía eléctrica, biocombustibles y otros. ELETROBRÁS, una empresa de capital abierto y controlada por el gobierno federal, actúa en áreas de generación de energía, transmisión y distribución de energía eléctrica. EMBRAPA (Empresa Brasileña de Pesca y Agropecuaria) la cual está vinculada con el Ministerio de Agricultura, Pesca y Abastecimiento. Es una empresa del Gobierno federal que busca viabilizar soluciones

de investigación, desarrollo e innovación para la sostenibilidad de la agricultura del país, en beneficio de la sociedad, así como transferencia de tecnologías para empresas. Tiene unidades por todo el territorio nacional, que son especializadas en las potencialidades regionales. HEMOBRAS (Empresa Brasileña de Hemoderivados y Biotecnología), vinculada al Ministerio de Salud, es una empresa estatal que trabaja para viabilizar la autosuficiencia del país en términos de derivados de sangre, con la producción de medicamentos esenciales a la vida de personas con hemofilia, así como portadores de inmunodeficiencia genética, entre otras enfermedades. ANPEI (Asociación Nacional de Investigación y Desarrollo de las Empresas Innovadoras). Representa el segmento de las empresas y organizaciones innovadoras de los más variados sectores de la economía. Actúa junto a instancias del gobierno y formadores de opinión pública, tratando de llevar la innovación tecnológica, la ciencia y tecnología a la condición de factores estratégicos en la política económica de Brasil.

### *Productores de conocimiento*

Organizaciones del Sistema Ciencia y Tecnología – Centros de investigación, universidades (públicas y privadas), Institutos de Formación Profesional, entre otros. En general, son organizaciones generadoras de conocimiento en el sistema educativo y de capacitación, incluyendo además a las organizaciones dedicadas específicamente a la investigación científica y tecnológica. Destacan dentro de este grupo el Instituto de Investigación Económica Aplicada (IPEA), el cual es una fundación pública federal vinculada a la Secretaría de Asuntos Estratégicos (SAE). Sus actividades de investigación tienen por objetivo propiciar el soporte técnico e institucional a las acciones gubernamentales para la formulación de políticas públicas y programas de desarrollo. Los trabajos hechos en IPEA están disponibles para la sociedad a través de regulares publicaciones y seminarios, así como por medios de comunicación masiva. Empresa de Investigación Energética (EPE), vinculada al Ministerio de Minas y Energía (MME). La EPE tiene por finalidad el subsidiar el planeamiento del sector energético en temas como energía eléctrica, petróleo y gas natural, fuentes energéticas renovables y eficiencia energética a través de estudios e investigaciones.

### *Sector público*

Inicia con la Presidencia de la República, la cual organiza, ejecuta y fiscaliza las políticas de Ciencia, Tecnología e Innovación, seguido por la Secretaría de Asuntos Estratégicos (SAE), un órgano del Gobierno que tiene estatus de ministerio. Su papel es formular políticas públicas de largo plazo para el desarrollo económico y social del país. El Consejo Nacional de Ciencia y Tecnología (CCT) es un el órgano máximo de asesoramiento superior del presidente de la república para la formulación e implementación de la política nacional de desarrollo científico y tecnológico (Ley 9.257 de 1996). La Secretaría del consejo es ejercida por el MCTI. El MCTI, por su parte, es el órgano central del sistema federal de ciencia y tecnología. Fue creado en 1985 (decreto ley 91.146), y es responsable por la formulación e implementación de la Política Nacional de Ciencia y Tecnología. El Fondo Nacional de Ciencia, Tecnología e Innovación (FNDCT), creado en 1969 (ley 719), tiene la finalidad de dar apoyo financiero a los programas y proyectos prioritarios de desarrollo científico y tecnológico, es regulado por el MCTI, y la Secretaría ejecutiva está a cargo de la Financiadora de Estudios y Proyectos (FINEP). Además, se cuenta con Fondos Sectoriales creados en 1999 como herramientas de financiamiento de proyectos de investigación, desarrollo e innovación en el país. Estos fondos son gestionados por FINEP.

En adición a las organizaciones anteriores, Brasil cuenta con el Ministerio del Desarrollo, Industria y Comercio Exterior (MDIC), responsable por el desarrollo de las directrices y políticas públicas para el desarrollo económico y social. El Instituto Nacional de Metrología, Calidad y Tecnología (INMETRO) está vinculado al MDIC y tiene por objetivo fortalecer las empresas nacionales, contribuyendo para el crecimiento de su productividad por medio de la adopción de mecanismos destinados a la mejora de la calidad de productos y servicios. En ese ámbito, es una institución que inspecciona la ejecución de las normas y medidas de las políticas nacionales de metrología y de calidad. El Banco Nacional de Desarrollo Económico y Social (BNDES), supervisado por el MDIC, es el principal instrumento público de inversión y financiamiento de todos los segmentos de la economía brasileña, en una política que contempla dimensiones sociales, regionales y ambientales. El Ministerio de Minas y Energía (MME) es responsable por proponer políticas nacionales y medidas para el sector de minas y energía, contemplando las áreas de

geología, recursos minerales y energéticos, aprovechamiento de energía hidráulica, mineración y metalurgia, petróleo, combustible y energía eléctrica y nuclear. La Agencia Nacional de Energía Eléctrica (ANEEL), vinculada al MME, tiene la finalidad de regular y fiscalizar la producción, transmisión y comercialización de energía eléctrica, de conformidad con las Políticas y Directrices del Gobierno federal. En ese sentido, la ANEEL busca proporcionar condiciones favorables para que el mercado de energía eléctrica se desarrolle con equilibrio entre los agentes y en beneficio de la sociedad. El Ministerio de la Agricultura, Pesca y Abastecimiento, tiene por competencia formular e implementar las políticas para el desarrollo de los agronegocios, integrando los aspectos de mercado, tecnológicos, organizacionales y ambientales. El Ministerio de Salud es responsable por la administración y mantenimiento de la salud pública. La Fundación Nacional de Salud (FUNASA) es el órgano ejecutivo del Ministerio de Salud. El Ministerio de la Educación (MEC) tiene como competencias la política nacional de educación, y la educación en general, comprendiendo la evaluación, información e investigación educacional, investigación y extensión universitaria. El Ministerio hace la supervisión de todos los institutos tecnológicos federales. Finalmente, está la Asociación Nacional de Entidades Promotoras de Emprendimientos Innovadores, la cual representa los intereses de las incubadoras de empresas, parques tecnológicos y emprendimientos innovadores en Brasil. Actúa por medio de la promoción de actividades

de capacitación, articulación de políticas públicas y generación y disseminación de conocimientos.

### *Infraestructura vinculada a las TIC, energía, agua y saneamiento*

Estos autores constituyen el soporte material para la innovación que realizan las empresas en Brasil. En este grupo se encuentra la Financiadora de Estudios y Proyectos (FINEP), una agencia vinculada al MCTI que tiene por objetivo promover el desarrollo económico y social del país, por medio del fomento público a la Ciencia, Tecnología e Innovación en empresas, universidades, institutos tecnológicos y otras organizaciones públicas o privadas. CRIATEC es una iniciativa de BNDES, es un fondo de inversión de capital semilla que tiene por objetivo obtener capital por medio de inversión de largo plazo en empresas en fase inicial o cero, con perfil innovador y que brinden un elevado retorno.

De la discusión anterior es claro como Brasil ha establecido una importante institucionalidad para el diseño y ejecución de políticas que fomenten la innovación. Esta institucionalidad ha tenido como una de sus principales preocupaciones el crear un mercado de servicios especializados para la ciencia, tecnología e innovación e igualmente la promoción de productores de conocimiento. Adicional a esto destaca la preocupación del SNI de Brasil en garantizar un nivel óptimo de calidad en la educación, como factor clave para seguir avanzando en el desarrollo de capacidades nacionales de innovaciones.

## **F. SISTEMA NACIONAL DE INNOVACIÓN DE CHILE**

El Sistema Nacional de Innovación de Chile, como el de cualquier otro país reúne una red de organizaciones del sector público y privado, incluidas empresas, universidades, agencias reguladoras, organizaciones financieras, consultores de ingeniería, etc., que de una forma u otra afectan la creación, importación y adaptación y difusión de

nuevas tecnologías en la economía chilena. La figura 8 muestra el perfil institucional y los flujos claves entre los actores el SNI de Chile; es decir quién está conectado con quién, cuáles organizaciones proveen fondos y cuáles ejercen influencia política en materia de ciencia y tecnología.

Figura A.8. Perfil institucional y flujos claves del Sistema Nacional de Innovación de Chile



Fuente: Elaborado con base en Nesta "Supporting next generation innovation policy in the Pacific Alliance"

<sup>34</sup> [https://www.britishcouncil.cl/sites/default/files/pacific\\_alliance\\_innovation\\_policymaker\\_development\\_needs\\_full\\_report\\_-\\_nesta\\_-\\_may\\_2015\\_1\\_0.pdf](https://www.britishcouncil.cl/sites/default/files/pacific_alliance_innovation_policymaker_development_needs_full_report_-_nesta_-_may_2015_1_0.pdf)

El marco institucional para incorporar la innovación como un tema de política pública y su financiamiento proviene del Gobierno central. En 2005 se crearon dos organizaciones, el Comité Ministerial para la Innovación (CMI) y el CNID (Consejo Nacional de Innovación para el Desarrollo, antes Consejo Nacional de Innovación para la Competitividad). El Comité Ministerial para la Innovación (CMI), está a cargo de la coordinación intersectorial y es presidido por el ministro de Economía y compuesto por los ministros responsables de las áreas relacionadas con la innovación, especialistas y representantes del sector privado y la academia. El objetivo fundamental del CMI es lograr una acción coordinada de todas las agencias públicas y operar como autoridad responsable de llevar adelante la Estrategia Nacional de Innovación del Gobierno. Específicamente, el CMI tiene entre sus funciones las siguientes:

- Proponer medidas para concretar la Estrategia Nacional de Innovación que fija la Presidencia y asesorar al Poder Ejecutivo en el control de su ejecución.
- Proveer de instancias de coordinación al conjunto de ministerios y agencias ejecutoras de los programas.
- Proponer y apoyar la formulación de las modificaciones de orden legal y reglamentario requeridas para la adecuada ejecución de la Estrategia Nacional de Innovación.
- Solicitar información y asesoría especializada.
- Solicitar a las organizaciones públicas que autoricen al personal especializado de sus dependencias para que se desempeñen en las tareas específicas que el comité les encomiende.

El CNID, por su parte, es un órgano público-privado que actúa como asesor permanente del presidente de la república en materia de políticas públicas sobre innovación y competitividad, incluido el desarrollo de la ciencia y la tecnología, la formación de recursos humanos y el emprendimiento innovador, y como catalizador de iniciativas cruciales en esos campos. Es el órgano que define la estrategia de innovación del país, identificando las principales líneas de acción y actividades que se financiarán con el presupuesto nacional (OECD/CEPAL, 2011).

Como se observa en la figura A.8 el Ministerio de Economía es la institución que provee fondos a los distintos actores del SNI. Mientras la influencia política en materia de innovación es ejercida tanto desde el CMI y el CNID a los ministros. Solo los ministerios de Economía, Educación

y Agricultura cuentan con dependencias que ejecutan programas y proyectos en ciencia, tecnología e innovación. Donde los beneficiarios del sistema son las empresas, los centros de investigación, las universidades y la Fundación Chile.

Desde principios de la década de 1990 las autoridades chilenas han estado aplicando diversos instrumentos para promover la productividad, la calidad y la innovación, y han seguido desarrollando políticas públicas con un gran énfasis en este último. A principios de la década de 1990 se crearon dos fondos especializados para apoyar el desarrollo científico y tecnológico: FONDEF, destinado a financiar proyectos de investigación aplicada de organizaciones públicas o privadas de I+D, y administrado a través de CONICYT (Comisión Nacional de Ciencia y Tecnología, según el Ministerio de Educación), y FONTEC, dirigido al desarrollo productivo y tecnológico de las empresas, administrado por CORFO (Corporación para la Promoción de la Industria, dependiente del Ministerio de Economía).

CORFO es un organismo público creado en 1945 para administrar empresas estatales con el propósito de sustituir las importaciones, pero que en la actualidad se dedica a la promoción de la producción y el apoyo a la innovación y el emprendedurismo, luego de privatización de las antiguas empresas estatales. En una primera etapa (1990-2005) FONTEC se centró en las innovaciones de procesos hechas por empresas domésticas o bajo contratos de I+D con universidades y centros de investigación. En 2005 FONTEC cambió su nombre a INNOVA, dando prioridad a la innovación de productos y emprendimientos de base tecnológica, además de unas 50 líneas de apoyo con subvenciones a la mejora de la productividad, la calidad, el emprendedurismo, la gestión ambiental, formación especializada en el extranjero, difusión de nuevas tecnologías, aprendizaje del idioma inglés, entre otros.

Para las actividades de innovación, en la actualidad, INNOVA opera cuatro líneas de apoyo a la transferencia de tecnología que varían desde el financiamiento de estudios de factibilidad para llevar a cabo la I+D por parte de una universidad o laboratorio industrial, hasta la comercialización y la creación de un spin-off. Un centro de I+D puede obtener apoyo para el estudio de viabilidad preliminar de una idea o desarrollo (Línea 1), llevar a cabo un Proyecto de I+D (Línea 2), valorar los resultados de una I+D y registrar una patente para comercializar la tecnología (Línea 3), y empaquetar y realizar el lanzamiento al mercado de un resultado de una I+D existente (Línea 4).

Por otro lado, FONDEF, que está orientado a centros de I+D (universidades, institutos, fundaciones), sigue apoyando proyectos de I+D de mayor riesgo y ha dividido sus líneas de acción de manera similar a Innova, siguiendo la teoría del embudo. Es decir, una pequeña financiación (hasta USD 50,000) a nivel de idea mediante el apoyo a muchos proyectos, pero con una menor proporción de proyectos aprobados en la etapa de I+D y con un proceso de aprobación bastante exigente y selectivo por parte de comités técnicos. Desde 2010, también ha incorporado el apoyo para atraer al país centros internacionales de excelencia de I+D aliados con entidades locales (Sepúlveda, Alfaro y Vásquez, 2014).

El CMI administra el Fondo para la Innovación y la Competitividad (FIC), que recibe fondos de la regalía sobre el cobre establecida por ley en 2005, y contrata con las agencias especializadas CONICYT y CORFO, entre otros, la ejecución de programas prioritarios.

La Fundación para la Innovación Agraria (FIA) es una fundación creada por el Ministerio de Agricultura con el objetivo de promover el desarrollo agrícola, especialmente de pequeños productores, modernizando los sistemas de producción, diversificando y mejorando la calidad de la producción, y facilitando comercialización nacional e internacional. Por el contrario, la Iniciativa Científica del Milenio (ICM) se estableció en 1999 en el Ministerio de Planificación (MIDEPLAN) para promover la investigación básica de alto impacto en innovación grupal siguiendo las prácticas internacionales.

La Fundación Chile, que ha ganado reconocimiento internacional, presenta características únicas como una institución privada sin fines de lucro que fue creada conjuntamente por el Gobierno de Chile y la Corporación ITT (Estados Unidos) con el objetivo de promover la innovación y transferir el estado de arte de la tecnología a grupos clave. Inicialmente, se centró en sectores intensivos en recursos naturales y se ha expandido con el tiempo a nuevos grupos que incluyen los sectores de servicios: turismo y tecnologías de la información y las comunicaciones (Banco Mundial, 2008).

De acuerdo con un informe del Banco Mundial (2008) los mecanismos de coordinación en el SNI de Chile no han sido efectivos a nivel vertical (entre los encargados de formular políticas y los organismos de ejecución) u horizontal (entre los encargados de formular políticas o entre los organismos de ejecución). La creación del Comité Ministerial para la Innovación (CMI) se esperaba que ayudara a llenar un vacío importante a

este respecto, pero que como se verá aún no lo ha logrado. Mecanismos de coordinación similares entre CORFO y CONICYT merecen ser establecidos de acuerdo con este informe. Además, se señala que incluso dentro de algunas agencias, por ejemplo, CONICYT, la coordinación ha sido menos que adecuada.

Por otra parte, con el propósito de promover la innovación y aumentar la participación privada de I+D en el PIB, en abril de 2012 las autoridades chilenas hicieron una enmienda a la ley de incentivos fiscales, que permite deducir de la base impositiva hasta el 35% del gasto en actividades I+D realizadas por centros acreditados. La enmienda introduce una mayor flexibilidad para considerar la I+D "interna" y el aumento de investigadores contratados por las empresas. Cabe señalar que el gasto en I+D en el año 2014 era del orden del 0,7% del PIB en Chile, con 0,45% público y 0,25% privado, y el objetivo es aumentar del 0,7% al 1,5% para el final de la presente década.

Según la Encuesta de Innovación 2009-2010 (INE, 2012) de 3653 empresas, el 19,2% innovaron en algunas de las dos categorías: tecnológicas y no tecnológicas, mientras que el promedio de la UE es del 28,5%. En las grandes empresas, el 31% ha innovado y los porcentajes de las medianas y pequeñas empresas son del 22% y del 11%, respectivamente; es decir, el 33% de las pymes han realizado algún tipo de innovación.

Un aspecto particular con respecto a los vínculos entre los actores del Sistema Nacional de Innovación de Chile es el tipo de cooperación que existe. Los aportes para la innovación provienen de: proveedores (62.1%), clientes (33.3%), consultores y laboratorios especializados (33.0%), competidores (29.5%), universidades (23.6%) e institutos públicos de investigación (10.2%). Es decir, la mayoría de las relaciones se originan dentro de la cadena de suministro, mientras que las universidades y las organizaciones públicas desempeñan un papel menor. Esto puede verse como una debilidad o una oportunidad, bajo el supuesto de que las universidades ajustan su oferta a las necesidades de la industria. Sin embargo, la mayoría de las empresas reconocen poca cooperación y llevan a cabo sus actividades por sí mismas (86.6%) frente a un 13.4% que trabaja con apoyo externo. Otra peculiaridad es el papel de los subsidios públicos; el 47,8% de las empresas innovadoras conocen la existencia de instrumentos públicos, pero solo el 18,7% los utilizan. En el caso de las empresas que no innovan las cifras muestran que el 28.6% de estas empresas conocen la existencia de estos instrumentos, pero solo el 9,8%

los usan. Esto exige una mayor difusión de los instrumentos y agilidad en las operaciones administrativas de los fondos, especialmente aquellos orientados a las pymes (Sepúlveda, Alfaro y Vásquez, 2014).

En síntesis, Chile muestra importantes avances en su SNI durante las últimas dos décadas, las cuales conviene resumir a continuación, según el informe de la Fundación NESTA (2014).

- El Sistema Nacional de Innovación de Chile es uno de los más sólidos de América Latina, con organizaciones gubernamentales fuertes para la innovación:
  - » Se han realizado grandes esfuerzos para fortalecer la institucionalidad relativa a los mecanismos nacionales de I+D e innovación.
  - » Chile ha visto aumentos constantes en el financiamiento público para la innovación en los últimos años. Por ejemplo, el programa de financiamiento de la agencia CORFO creció de US \$ 1,6 millones en 2000 a US \$ 6,2 millones en 2012.
  - » Los indicadores de innovación consistentes a nivel nacional han permitido una mejor evaluación del rendimiento del sistema y una evaluación comparativa más fácil con respecto a los estándares internacionales (CNIC, 2010).
- El financiamiento público para la innovación en Chile ha ido en aumento, aliado a una creciente industria de capital de riesgo privado (VC):
  - » El FIC se creó en 2006 utilizando los dividendos (royalties) de la industria minera. Desde 2008, el 25 por ciento de estos recursos se han distribuido a las regiones. Este fondo ha estado en constante aumento. En 2015, se asignaron USD \$ 195 millones a programas e instrumentos de apoyo, aproximadamente un 20 por ciento más que en 2014 (Ministerio de Economía, 2014a).
  - » Los programas más nuevos como Start-up Chile, Seed Capital y el programa Incubators se han establecido al mismo tiempo que se ha dado un aumento cuádruple en las solicitudes de programas de capital de riesgo respaldados por el estado, y un aumento de los fondos de capital de riesgo respaldados por fondos públicos de US \$ 8,6 millones en 2005 a US \$ 83,3 m en 2012 (LAVCA, 2013; OECD, 2013b). La inversión en capital de riesgo ha aumentado,

actualmente se sitúa en el 0,15 por ciento del PIB (Kantis et al., 2014).

- El porcentaje de la población con calificaciones profesionales y técnicas ha aumentado sustancialmente en la última década:
  - » La matrícula del primer año en educación profesional y técnica ha aumentado en un 67 por ciento en los últimos diez años (Microdatos, 2013).
  - » El financiamiento público para la ciencia se ha triplicado desde 2009 (OECD 2013a), incluido el programa de capacitación científica BecasChile.
- Chile tiene programas públicos para promover la colaboración internacional y aumentar la producción de conocimiento en el país:
  - » Desde el 2009, CORFO ha desarrollado ocho Centros de Excelencia en temas específicos de ciencia e investigación (biotecnología, energía solar, etc.). Estos están dirigidos por organizaciones globales líderes como los Institutos Fraunhofer y las universidades estadounidenses. Cada centro recibió 25 millones de euros durante ocho años y está diseñado para impulsar la I+D, aumentar la transferencia de tecnología y construir más vínculos entre la industria y la ciencia.
  - » Los primeros cuatro centros de excelencia establecidos en Chile ahora están pasando a su segunda fase operativa. Con esto se aumenta a 12 centros internacionales importantes en el país (Innovación.cl, 2014).
- Chile tiene un contexto macroeconómico sólido y buenas condiciones externas, lo que le permite destinar más recursos a la promoción de la Ciencia, Tecnología e Innovación:
  - » Entre el 2003 y el 2012, la economía chilena creció un 4,4 por ciento anual -frente al 1,5 por ciento promedio en la OECD y el 3,9 por ciento promedio en América Latina y el Caribe- (BID, 2010).
  - » La estrategia actual del gobierno es seleccionar sectores estratégicos para optimizar el despliegue de esos crecientes recursos.
  - » Chile es el mayor productor de cobre del mundo, representando alrededor del 32 por ciento de la producción mundial. En los

últimos diez años, la minería ha contribuido al 14.8 por ciento del PIB de Chile, y representó alrededor del 60 por ciento de todas las exportaciones (Consejo Minero, 2014).

- Las autoridades chilenas han reenfocado la política de innovación sectorial:
  - » Desde que el BID descubrió en 2010 que “los instrumentos para hacer apuestas estratégicas en nuevos sectores son particularmente débiles” en Chile, se han experimentado varias opciones para la política industrial y sectorial, incluidas las políticas de clúster (principalmente en torno a alimentos, acuicultura, minería, turismo y servicios globales offshore). No obstante, las autoridades se han alejado del enfoque de clústeres (Erawatch 2015).

No obstante, los avances logrados por Chile en el desarrollo de su SNI, desde el 2007 varios informes (OECD, 2007; Banco Mundial, 2008 y NESTA, 2014, entre otros) señalan que los mismos no son suficientes para hacer de este país uno con una economía dirigida por la innovación<sup>35</sup>, como lo son la mayoría de los países de la OECD. Esto implica que aún el SNI de Chile adolece de ciertas debilidades que conviene resumir de acuerdo con los informes señalados.

- En el SNI de Chile sigue habiendo algunas preocupaciones con respecto a las dependencias políticas de las organizaciones claves de innovación, y el grado de coordinación entre ellas:
  - » Los mecanismos de coordinación en el SNI de Chile siguen siendo poco efectivos tanto a nivel vertical (entre los encargados de formular políticas y los organismos de ejecución) como a nivel horizontal (entre los encargados de formular políticas o entre los organismos de ejecución) (Banco Mundial, 2008).

- » CNID y CMI están limitados en sus acciones porque dependen de las prioridades políticas del gobierno a cargo (NESTA, 2014).

- » CONICYT y CORFO responden al Ministerio de Educación y al Ministerio de Economía, respectivamente. Las diferencias de los ministerios en el enfoque y los procesos en torno a temas comunes generan tensiones, superposiciones de roles y una falta general de coordinación a nivel de agencia (CORFO, 2013).

- A pesar del aumento de los fondos del sector público para la innovación, esto no ha resultado en una inversión proporcionalmente mayor del sector privado en innovación:

- » El gasto general en I+D es bajo en comparación con el promedio de la OECD. En 2013, solo representaba el 0,39 por ciento del PIB y en el año 2017 0.7 por ciento.

- » El sector privado invierte menos en innovación que el sector público. Las inversiones del sector privado en I+D solo representan el 29% del gasto total -frente al 59,9% en promedio en los países de la OECD- (Ministerio de Economía, 2015; Ministerio de Economía, 2014b).

- Existen varios problemas con la calidad de la educación, incluso para los investigadores:

- » Incluso recientemente - 2009 - la cantidad de doctorados por millón de habitantes eran mucho menor que en otras economías emergentes como Eslovenia y Turquía (OECD 2013a).

- » El estudio de habilidades internacionales PISA 2012 calificó las habilidades básicas de más del 80 por ciento de la población chilena en los dos niveles inferiores de ciencias, matemáticas y lectura (Microdatos, 2013).

---

<sup>35</sup> Es decir, una economía en la cual según el The Global Competitiveness Report 2012-2013 (Schwab, 2012) se mantiene el nivel de vida más alto cuando las empresas compiten al crear productos, servicios, modelos y procesos nuevos y diferentes. En este tipo de economía, los pilares de: a) la sofisticación de los procesos de producción y de los modelos comerciales, y b) la innovación (producto, proceso, comercialización, organización) son fundamentales (Schwab, 2012).

- » Cuarenta y cuatro por ciento de la población adulta chilena es “analfabeta funcional” -insuficientes habilidades de lectura y escritura para manejar la vida diaria y las tareas de empleo que requieren habilidades de lectura más allá de un nivel básico- (Innovacion.cl, 2014).
  - Las capacidades para generar nuevo conocimiento y capturarlo aún son bajas:
    - » Aunque Chile tiene el mayor número de publicaciones científicas de la región, la productividad científica general solo alcanza el 25 por ciento del promedio de la OECD.
    - » Chile todavía está generando un número bajo de patentes: según un estudio de la OECD que compara el número de patentes presentadas simultáneamente en Europa, Estados Unidos y Japón, Chile ocupa el puesto 36 de 42 países desarrollados y emergentes (OECD, 2011).
  - La baja diversificación económica y la baja productividad son una amenaza para el crecimiento a largo plazo del país:
    - » Las principales industrias chilenas de producción y exportación se concentran en la industria primaria, enfocadas en la explotación de los recursos naturales.
    - » El grado de diversidad y difusión entre los sectores de las exportaciones chilenas es inferior al de otros países de la región, así como a otros países de la OECD ricos en recursos naturales (BID, 2010).
  - La cooperación entre los diferentes actores del Sistema Nacional de Innovación es aún insuficiente:
    - » Existen cuellos de botella que impiden el flujo de información y los emprendimientos cooperativos. Específicamente,
      - Insuficientes redes y clusters industriales.
      - Las relaciones entre ciencia e industria enfrentan los mismos problemas que en otros países, tales como la falta de demanda por parte de las empresas, una cultura de investigación académica que no enfatiza la relevancia económica, una baja movilidad de investigadores, y una competencia entre la investigación pública y la industria por el apoyo estatal (OECD, 2007).
  - » La cooperación tecnológica en el sistema es débil: la transferencia de conocimiento está limitada por los bajos niveles de asociación entre los creadores de conocimiento y la industria (Ministerio de Economía, 2013).
  - » La tasa de cooperación entre empresas y otros actores para desarrollar la innovación es muy baja (13 por ciento, según la 8ª Encuesta de Innovación), y la falta de socios disponibles para cooperar se consideró el obstáculo más importante para la innovación (Ministerio de Economía, 2014c).
  - » El Sistema Nacional de Innovación chileno se caracteriza por ser centrado en la investigación pública y desconectado de las dinámicas del mercado.
    - El modesto rol del sector empresarial en el financiamiento y desempeño de la I+D, la cual es la característica más visible que diferencia al sistema de innovación chileno de aquellos de las economías más avanzadas.
    - La mayor parte de la I+D es financiada por el Gobierno y ejecutada por las universidades.
    - Los institutos públicos de investigación juegan aún un papel cuestionable en el sistema de innovación. Su desempeño sigue siendo bastante dispar, y varios de ellos son percibidos como ineficientes e indiferentes a las necesidades de los sectores a los cuales prestan servicios. Adicionalmente, también se perciben como desconectados de las tendencias internacionales, y la investigación que desarrollan no es considerada de alta calidad (y en ocasiones tampoco es de relevancia económica) (OECD, 2007).
  - » A pesar de los nuevos programas para promover las interacciones universidad-industria, menos del 1 por ciento de las empresas han solicitado y recibido apoyo de estos programas (OECD 2013a).
  - En necesario doblar los esfuerzos para implementar un enfoque sistemático de monitoreo y evaluación de las políticas y programas de innovación, como medida para garantizar su transparencia y eficiencia.
- Los diversos estudios citados en el análisis del SNI de Chile señalan claramente la existencia aún de una fragmentación de las iniciativas de

innovación, una falta de visión integrada y una coordinación deficiente en la política de innovación y, como resultado, una coherencia o duplicación insuficiente de algunos programas de innovación. La débil gobernanza es una característica de este sistema que contribuye a los problemas anteriores. Ante ello, organismos internacionales como el Banco Mundial (2008) sugieren una revisión exhaustiva de los programas de innovación para lograr una cartera más integrada, efectiva y equilibrada.

Toda la discusión anterior muestra la complejidad de crear una SNI eficiente con todos los actores claves, que sepan trabajar en redes (como sistema) y cuyos incentivos sean los apropiados para motivar a las empresas a invertir en actividades de innovación cada vez con mayor fuerza.

