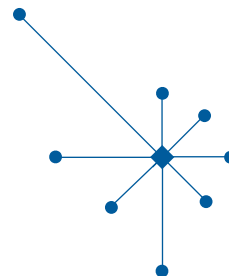


Sinopsis



Resumen

El presente Informe da cuenta del estado actual y los desafíos de la ciencia, la tecnología y la innovación (CTI) en Costa Rica. A lo largo de veinte secciones, además de esta “Sinopsis”, efectúa una primera valoración de las capacidades nacionales en este ámbito al inicio de la segunda década del siglo XXI. El panorama que emerge es el de un país que necesita, sabe y puede hacer mucho más y mejor CTI pero que, en la práctica, hace mucho menos de lo que requiere para su desarrollo humano. El documento plantea tres afirmaciones generales:

- **Primera afirmación:** una robusta plataforma para la CTI endógena es crucial para el futuro del país. Por CTI endógena se entiende aquella producida, adaptada y difundida principalmente por actores nacionales y orientada a satisfacer las necesidades del desarrollo humano en la sociedad costarricense.
- **Segunda afirmación:** la plataforma actual para la CTI endógena es frágil, desigual, poco o mal incentivada y relativamente desconocida. En términos generales, los logros son menores a los esperados de acuerdo con el nivel de desarrollo del país y la modernización experimentada en las últimas décadas.
- **Tercera afirmación:** las políticas nacionales en CTI son débiles, fragmentadas y desconectadas de las fortalezas científicas que han logrado construir las comunidades locales de

investigadores e innovadores. También están desvinculadas de las políticas de fomento productivo, las que a su vez muestran una alta dispersión y escasos impactos.

Estudiar el quehacer científico, tecnológico y de innovación en un país es un esfuerzo complejo y multidimensional. Este Informe, un primer ejercicio que no procura ser exhaustivo, se centra en responder cuatro interrogantes básicas (figura 0.1):

- **¿Quiénes hacen ciencia y tecnología?** Esta interrogante implica valorar el acervo y la calidad de los recursos humanos para la CTI.
- **¿Qué producen?** Esta interrogante implica examinar la producción del conocimiento científico-tecnológico y sus usos reportados.
- **¿Qué capacidad instalada hay para el quehacer científico y tecnológico?** Esta interrogante remite al análisis de la infraestructura dedicada a investigación y desarrollo (I+D) en el país.
- **¿Qué apoyo hay para hacer CTI en Costa Rica?** Esta interrogante implica examinar las políticas y programas públicos para la ciencia, la tecnología y la innovación.

Las anteriores no son, obviamente, las únicas cuestiones que deben ser investigadas. Sin embargo, proveen un esquema sencillo para el análisis y ofrecen una hoja de ruta para futuros

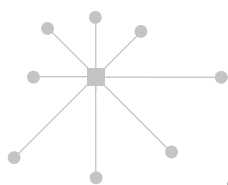


Figura 0.1

Dimensiones analizadas en el *Primer Informe Estado de la Ciencia, la Tecnología y la Innovación*



estudios. Adicionalmente, el Informe se ocupa de examinar el contexto de la CTI, un tema importante en la medida en que su conocimiento general ayuda a entender las condiciones (facilitadoras u obstaculizadoras) del desarrollo nacional en los ámbitos científico, tecnológico y de innovación.

En el tema de los **recursos humanos** el Informe analiza las competencias científicas y matemáticas de las y los jóvenes costarricenses, las cualidades de los profesionales dedicados a la ciencia y la tecnología y la correspondencia entre la oferta curricular y la política pública en la materia. Se pone especial énfasis en la dinámica de los grupos de investigación, usando como punto de partida las iniciativas de colaboración para la generación de conocimiento científico. Además se explora el perfil de la diáspora científica –la comunidad de científicos e ingenieros costarricenses que estudian o trabajan en el extranjero–, sus planes de regresar o no al país y los incentivos para su eventual reinserción. Finalmente, se examina la relevancia que tienen las ocupaciones científico-tecnológicas en la estructura de la producción nacional de los últimos veinte años.

En el tema de la **producción científico-tecnológica y de innovación** se valora el desempeño de las comunidades de CTI durante la primera década del siglo XXI, mediante indicadores susceptibles de comparación internacional. Se estudia la dinámica de la producción y el impacto académico de los artículos científicos publicados en las revistas especializadas de la “corriente principal” e indexadas en la plataforma *Scopus* (en futuras ediciones se procurará incluir publicaciones no indexadas). En el caso de la innovación, la aplicación del conocimiento científico se mide a partir de la tasa de suficiencia tecnológica, determinada a su vez por la cantidad de patentes de invención generadas por nacionales y extranjeros. Este parámetro se complementa con datos sobre el avance logrado en las exportaciones de alto y medio contenido tecnológico. Por último, y con el recurso de la investigación secundaria, se valora el grado en que el tejido productivo local ha podido alcanzar las capacidades tecnológicas mínimas, para aprovechar las oportunidades esperadas de las empresas de inversión extranjera directa que se han instalado en el país en las últimas décadas.

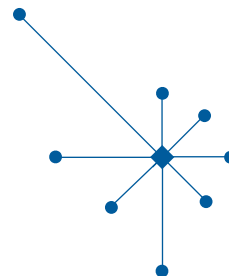
En el tema de la **infraestructura científico-tecnológica** se analiza el estado general de la infraestructura física y el equipamiento de corte mediano y mayor de un grupo de unidades de I+D que respondieron una consulta efectuada por el Programa Estado de la Nación, y la medida en que esos recursos las habilitan para cumplir sus objetivos y potenciar una mayor vinculación intersectorial. Se procuró aproximar la tasa de uso del parque instrumental de las unidades de I+D y el grado en que éste se comparte, asuntos importantes dadas las limitaciones de financiamiento que padece el sector y la necesidad de hacer un uso racional y planificado de los recursos disponibles.

El tema de los **sistemas de apoyo** para la CTI es el menos desarrollado en el Informe. En el plano “micro” se recurrió al estudio de casos de empresas innovadoras, para valorar en qué medida las políticas y programas facilitan (o no), en la práctica, el desarrollo de los emprendimientos de base tecnológica.

En el plano “macro”, y con un objetivo similar, se analiza el perfil de las políticas de CTI vigentes a la luz de la situación imperante en el contexto internacional, y su grado de articulación con las estrategias de fomento productivo.

La presente “Sinopsis” se organiza en cuatro partes, además de este resumen introductorio. El segundo acápite describe el marco conceptual del Informe, centrado en la relación entre ciencia y desarrollo humano. La tercera y principal sección, denominada “Estado de situación”, recorre de manera selectiva todos los apartados de esta publicación, con el fin de presentar sus hallazgos y conclusiones más relevantes. La cuarta sección plantea los desafíos que enfrenta el país en cada uno de los grandes temas examinados. El último apartado ofrece una reflexión final sobre la importancia estratégica de la CTI para Costa Rica, un país pequeño de renta media, alto desarrollo humano y avanzada transición demográfica.

Ciencia, tecnología e innovación para el desarrollo



El presente Informe parte de la premisa de que la CTI es una poderosa palanca para el desarrollo humano¹. Tiene potencial para promover un crecimiento económico socialmente inclusivo, en la medida en que hace posible aumentos generalizados en la productividad, lo que a su vez permite reducir la pobreza y elevar los ingresos y las condiciones de vida de la población.

Las capacidades tecnológicas e innovadoras de un país contribuyen a resolver desafíos sociales, económicos y ambientales. La aplicación de las tecnologías de la información y la comunicación (TIC) en áreas como educación, salud y gobernabilidad ha demostrado su utilidad para fortalecer la inclusión social. Asimismo, disciplinas como la Biotecnología y la Nanotecnología inciden sobre un amplio conjunto de sectores sociales y productivos y son críticas para enfrentar los retos actuales del cambio climático, las enfermedades emergentes y la seguridad alimentaria, entre otros. Por ello, estudios recientes insisten en la necesidad de que la CTI tenga un papel central en las agendas de desarrollo de las naciones de América Latina y que se constituya en un ámbito de cooperación entre los gobiernos, los organismos internacionales, las empresas y la sociedad (Navarro y Zúñiga, 2011).

Es importante recordar que se requiere un mínimo de capacidades locales incluso para la adaptación de tecnología extranjera (Carvajal, 2012)². Sin embargo, la positiva relación entre la CTI y el desarrollo humano no actúa de modo automático. Está profundamente condicionada

por factores políticos, institucionales y sociales, cuya presencia (o ausencia) puede potenciar (o anular) los impactos de la CTI. Por ello es indispensable estudiar el contexto en que se desenvuelve el quehacer científico y tecnológico, como lo hace este Informe, para valorar sus impactos sobre el desarrollo humano.

CTI para el desarrollo en el discurso internacional y nacional

Estudios efectuados en varios países demuestran la existencia de un círculo virtuoso entre la inversión en I+D, la innovación, la productividad y el ingreso per cápita. Estos factores se refuerzan mutuamente y conducen a altas y sostenidas tasas de crecimiento económico a lo largo del tiempo. Asimismo, la evidencia indica que esa relación positiva ocurre también en el nivel particular: en las naciones más avanzadas, las empresas que más invierten en I+D son las más innovadoras y productivas (Crespi y Zúñiga, 2010).

La capacidad de la CTI para promover el desarrollo humano sostenible ha sido reconocida por diversas organizaciones internacionales. Con motivo de la Cumbre Extraordinaria de las Américas, realizada en enero del 2004, los países miembros de la OEA subrayaron la importancia de la CTI para el desarrollo social, la democracia y los derechos humanos³. Los mandatarios del hemisferio occidental señalaron que la CTI puede contribuir a la atención de necesidades básicas como agua, alimentación, nutrición, sanidad, energía, medio ambiente y cuidado de la salud, así como a la generación de

ingresos, la reducción de la pobreza, creación de empleo, equidad de género, educación científica, acceso a tecnología de la información y competitividad⁴. Desde esta perspectiva, la separación tradicional entre CTI y desarrollo social no es aceptable. Las instituciones de ciencia y tecnología deben contar con información sobre las necesidades sociales, de manera que se aliente y propicie la investigación en temas asociados a ellas (OEA, 2005).

En su *Informe sobre Desarrollo Humano* de 2001, el PNUD señala que es posible poner “el adelanto tecnológico al servicio del desarrollo humano” (PNUD, 2001c). Las personas pueden crear y utilizar la tecnología para mejorar sus vidas. Sin embargo, para que ello ocurra se requieren políticas públicas orientadas a que los países aumenten su inversión en este rubro. La tecnología puede proporcionar a los individuos herramientas para ser más productivos y prósperos, de manera análoga a como lo hace la educación formal. Con esa finalidad, el citado Informe enfatiza la importancia de crear las aptitudes que les permitan a las personas aprovechar eficazmente la tecnología y adaptarla a las necesidades locales, mediante el fortalecimiento de la educación en todos los niveles y modalidades, incluyendo la formación técnica y la capacitación para el empleo. Bajo este enfoque, la tecnología se concibe como un instrumento, no solo como un beneficio del crecimiento y el desarrollo económicos. El informe del PNUD va más allá y propone un indicador para monitorear el desempeño de las naciones en este campo. El índice de adelanto tecnológico (IAT), que muestra una fuerte correlación con el índice de desarrollo humano (IDH), busca reflejar la medida en que un país crea y difunde tecnología y construye una base de conocimientos que permita a las personas apropiarse de las innovaciones en este ámbito (PNUD, 2001a).

La Unesco, por su parte, reconoce la necesidad de potenciar la contribución de la CTI a la competitividad de las naciones, el mejoramiento de la calidad de vida, la protección de la biodiversidad y el ambiente, la reducción de la exclusión social y la promoción de la cooperación regional (Unesco, 2009). Los foros sobre *Políticas de ciencia, tecnología e innovación en América Latina y el Caribe: “Hacia un nuevo contrato social de la ciencia”*, organizados por esa entidad durante el año 2009, analizaron los progresos y resultados alcanzados por los países de la

región durante la primera década del siglo XXI y resultaron en la formulación de una *Declaración Regional*. En ella se establece un programa estratégico orientado a la resolución de problemas comunes y se señala que “es un imperativo ético y estratégico que la ciencia, la tecnología y la innovación integren también a la inclusión social como una dimensión transversal de sus actividades (CTI+I)” (Lemarchand, 2010).

En opinión de la OCDE, hoy la CTI es más importante que nunca, y su desarrollo ha de buscar la reducción de la pobreza y el desempleo, así como el mejoramiento de las condiciones de vida de la población, dentro de un marco de respeto al ambiente (agenda de desarrollo sostenible). Tal convergencia se logra mediante la promoción del “crecimiento verde”⁵ (*green growth*) (OCDE, 2011), entendido como la principal estrategia para alcanzar las aspiraciones propuestas en la Conferencia de las Naciones Unidas sobre Desarrollo Sostenible 2012, “Río +20”, y en los acuerdos de Cancún para enfrentar el cambio climático. La OCDE señala que las agendas de CTI de los países emergentes (los llamados BRICS)⁶ se están volviendo “verdes”, hecho que se refleja en la prioridad asignada a los aspectos ambientales, el cambio climático y la energía, además de los temas de salud, calidad de vida y cambio demográfico (OCDE, 2010).

La relación entre CTI y “crecimiento verde” también ha sido destacada en el plano nacional. En una investigación apoyada por el BID y basada en entrevistas a informantes clave, Vestergaard y Díaz, recomiendan una “estrategia verde para Costa Rica”. Señala que las agendas de innovación y desarrollo sostenible deben coordinarse y unirse bajo un enfoque intersectorial de carácter transversal, en el marco de un objetivo común denominado el “modelo de crecimiento verde”, y propone que, en lugar de hablar de un sistema nacional de innovación, se aluda a un “ecosistema nacional de innovación” (Vestergaard y Díaz).

El enfoque de la CTI como motor de desarrollo ha permeado en los estudios realizados por diversos autores costarricenses. En los años ochenta del siglo anterior se asoció con el modelo del “Triángulo de Sábato”, que relaciona los componentes de un sistema de ciencia, tecnología en innovación con sus repercusiones sobre el desarrollo (Carvajal, 2012)⁷. En la década de los noventa, las referencias sobre CTI y desarrollo no solo aparecen en los discursos políticos e

intelectuales, sino también en los documentos oficiales (Carvajal, 2012)⁸. Por su parte, la Sala Constitucional ha señalado la finalidad pública de “impulsar el progreso nacional por medio de las actividades de investigación y de transferencia científica y tecnológica” (Guillén, 2011)⁹.

La visión de desarrollo en que se sustenta el *Plan de Medio Siglo* (PMS), presentado por la Asociación Estrategia Siglo XXI en 2006, es congruente con esta conceptualización. Se advierte que la ciencia y la tecnología deben estar vinculadas a los modelos sociales en los cuales se van a aplicar y, más concretamente, que deben responder a las necesidades de la sociedad costarricense. En este sentido, el PMS resalta que el proceso de desarrollo tiene dos prioridades fundamentales que se complementan y enriquecen entre sí: el desarrollo humano y social y el desarrollo productivo para el crecimiento económico (Asociación Estrategia Siglo XXI, 2006).

El PMS plantea un horizonte de desarrollo nacional para el año 2050, al cual se llegaría mediante una estrategia basada en los logros sociales, culturales y económicos de cinco países de muy alto desarrollo humano: Noruega, Dinamarca, Suiza, Finlandia y Suecia. El norte es inspirado por una “ética del desarrollo”¹⁰ que promueve la creación de plataformas tecnológicas estratégicas¹¹, capaces de encarar los retos en agricultura, energía, ambiente, atención de la salud, seguridad, servicios y transporte (Asociación Estrategia Siglo XXI, 2006).

Varios autores afirman que el conocimiento científico y tecnológico adquiere mayor relevancia cuando se aplica a los procesos productivos y sociales. De ahí la importancia de implementar mecanismos eficientes para vincular los centros de investigación con las demandas y retos particulares de la sociedad (Adamson, 2011). Ello requiere un proceso previo de aprehensión de la realidad natural y social en sus diversos aspectos, por lo cual es necesario promover el desarrollo científico endógeno (Gutiérrez, 2011).

Monge y Hewitt (2009), por su parte, obtuvieron evidencia sólida de externalidades positivas asociadas a la aplicación del conocimiento a la actividad económica. En un estudio sobre el sector privado relacionado con las tecnologías de información y comunicación (TIC) en Costa Rica, documentaron impactos favorables en el crecimiento de la productividad empresarial. Asimismo, investigaciones recientes sobre los efectos de distintos tipos de innovación en el

mercado laboral de cuatro países latinoamericanos, incluida Costa Rica, encontraron una relación positiva entre la innovación en productos y la creación de empleo (Crespi y Tacsir, 2013; Monge et al., 2010). En Costa Rica se determinó que la innovación en productos y procesos por parte del sector manufacturero genera más empleo en todas las empresas, sin importar su tamaño. En ambos casos –productos y procesos– las empresas requirieron más personal técnico; las que innovaron sus productos necesitaron, adicionalmente, más recursos humanos de alta calificación (Monge et al., 2010).

CTI, productividad y desarrollo humano

Desde mediados del siglo XX diversos estudios económicos han identificado una relación consistente entre la innovación y el crecimiento de la productividad. En las últimas décadas el análisis empírico de esta relación condujo a la generación de modelos complejos para estimar el impacto de las actividades de investigación y desarrollo (I+D) sobre la productividad (referencias sobre esa trayectoria con respecto a los estudios de Schumpeter, Solow y Griliches, entre otros, pueden encontrarse en BID, 2010).

De acuerdo con esa evidencia, trabajos realizados en países de la OCDE concluyen que la inversión en I+D es la causa del aumento de la productividad y no lo contrario. Los beneficios sociales de esa inversión tienden a ser más altos que los costos de oportunidad de no haber dedicado los recursos, por ejemplo, a infraestructura física. Sáenz y Parraguez (2005) explican que el retorno social de la inversión en I+D es mayor que el privado, debido a las externalidades positivas derivadas del aprendizaje social que implica la adopción de la tecnología nueva, así como por los impactos sobre el empleo, el pago de impuestos y los efectos demostrativos de los emprendimientos innovadores. Además, “el consumidor de los productos mejorados gana, sea por una rebaja en el precio, por la obtención de mayor calidad, o ambas. Finalmente, si se logra exportar el producto existirían nuevos ingresos de divisas y las implicaciones macroeconómicas positivas que normalmente estos aumentos conllevan” (Sáenz y Parraguez, 2005).

Estudios recientes señalan que las tasas de retorno social de la I+D en las economías desarrolladas pueden ser de un 40% o más (Hall et al., 2009; citados en Crespi et al., 2010). En los

países en vías de desarrollo, como Costa Rica, los beneficios pueden ser aún mayores. Lederman y Maloney (2003) calcularon un rendimiento promedio de alrededor del 60% para naciones de ingresos medios como México y Chile, aunque en el caso costarricense estimaron una tasa cercana al 40%.

Para emular el notable desarrollo económico y social alcanzado por Irlanda, Finlandia y Singapur, naciones de tamaño similar al suyo, Costa Rica debe crecer de manera sostenida a una tasa superior a la que ha registrado en los últimos treinta años. En ese período el PIB nacional tuvo una tasa promedio de expansión cercana al 4%, lo que implica crecimientos per cápita menores al 3% anual. A este ritmo se requerirían más de dos décadas para duplicar el nivel de ingreso de la población y sería muy limitada la capacidad para lograr mejoras rápidas y significativas en el bienestar social. Es un horizonte que está lejos de ser el deseable (Adamson, 2011; Monge et al., 2010). En adición a lo anterior, el comportamiento errático que ha mostrado la economía costarricense en las últimas décadas ha aumentado la brecha de crecimiento per cápita que la separa de los países líderes en progreso tecnológico y eficiencia (Monge et al., 2010).

Sin embargo, el salto deseable hacia niveles más altos de desarrollo humano no es posible a menos que Costa Rica modifique su estilo de crecimiento, que se basa fundamentalmente en la acumulación de capital físico y humano, y en mejoras marginales en la eficiencia de los procesos operativos. Es indispensable lograr un aumento sustantivo y generalizado en la productividad mediante una mayor apropiación (creación y transferencia) del conocimiento tecnológico. Ello ocurriría como resultado de una mayor inversión en I+D y de procesos de innovación que permitan producir más con las mismas dotaciones de recursos (trabajo, capital, recursos naturales) o incluso menos (Monge, 2011).

La estabilización de la tasa de crecimiento demográfico, la ausencia de *commodities* y el hecho de que la frontera agrícola llegó a su límite refuerzan la urgencia de que Costa Rica produzca cada vez con menos insumos. Para ello resulta crítico aumentar la inversión en I+D, que en el período 2007-2012 tuvo un incremento del 0,36% al 0,57% del PIB², en principio una evolución levemente positiva (en la dirección correcta, pero en niveles muy bajos). Es claro

que el valor más alto de la serie temporal, 0,57% del PIB en 2012, está por debajo del promedio de América Latina y el Caribe (véase la Pregunta 4 de este Informe). Países con niveles de desarrollo y estructuras productivas similares a la costarricense promedian una inversión cercana al 0,90% del PIB (BID, 2010)¹³.

Además de su exigua inversión en I+D, Costa Rica se destaca por la baja participación del sector privado en ese esfuerzo. En 2011 solo el 21,4% de la inversión nacional en I+D fue financiado por la iniciativa privada (Ricyt, 2014), mientras que en países que tienen niveles de desarrollo similares el aporte de ese sector ronda el 50%. El déficit de inversión privada en I+D se asocia tanto al desempeño de empresas existentes, como a la baja creación de emprendimientos de base tecnológica.

Una investigación realizada en Argentina, Chile, Colombia, Costa Rica, Panamá y Uruguay, encontró que en todos esos países las empresas manufactureras que más invierten en conocimiento son más proclives a introducir avances tecnológicos, y que aquellas que innovan tienen mayor productividad laboral que las que no lo hacen. Sin embargo, los factores que determinan la inversión en innovación son más heterogéneos que en las naciones miembros de la OCDE. En el caso de Costa Rica los elementos decisivos son el mayor tamaño de la empresa, haber recibido financiamiento público, haber patentado y tener a mano conocimiento científico. Otras variables, como el hecho de exportar o la presencia de capital extranjero (mayor al 10%) no inciden en la actividad innovadora (Crespi y Zúñiga, 2010). Este y otros estudios sobre el contexto nacional demuestran el alto impacto que tienen las políticas públicas en el esfuerzo innovador de las empresas (véase también Monge y Rodríguez, 2013) e ilustran la importancia del acceso a financiamiento y al sistema de protección de la propiedad intelectual. Se ha señalado, además, que la decisión empresarial de invertir en I+D varía según el sector; en actividades asociadas a la inversión extranjera directa la principal restricción es la escasa oferta de recursos humanos de alta calificación¹⁴.

Adamson (2011) plantea una serie de requisitos adicionales para lograr una inversión en I+D que contribuya al desarrollo humano, más allá de los beneficios que sin duda puede brindar a las empresas. Hace énfasis en la necesidad de que esta inversión se financie fundamental-

mente con recursos locales, de potenciar una vinculación sólida y constructiva entre la academia y el sector privado⁵ y de incentivar los procesos de innovación en todas las actividades económicas. No obstante, cabe indicar que en Costa Rica, por el momento, la orientación principal de la política pública en materia de desarrollo económico es el comercio internacional y la atracción de inversión extranjera directa, condiciones necesarias pero insuficientes para obtener mejoras sostenidas y generalizadas en la productividad y la equidad.

Factores que limitan el potencial de la CTI para el desarrollo

Las habilidades científico-tecnológicas específicas delimitan el rango de productos y tecnologías que, realísticamente, pueden ser aprovechados en un país, en virtud de su dotación de capital físico, desarrollo humano y recursos naturales. Sin embargo, ese potencial no se traslada automáticamente a la economía y la sociedad. Para lograrlo se debe invertir en nuevos factores productivos, infraestructura e I+D, así como en la reubicación de recursos. Desde este punto de vista, las políticas públicas tienen una importancia crucial para hacer efectivo el potencial de la CTI para promover el desarrollo, pues son las que establecen las prioridades, normas e incentivos que rigen en esta materia (Nübbler, 2014).

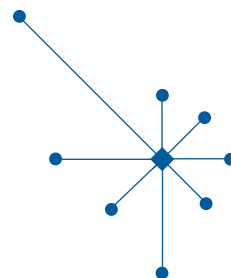
Los conocimientos de los individuos, comunidades, empresas y organizaciones, y las cadenas de valor que se establecen entre ellos, son a la vez causas y consecuencias de la transformación productiva hacia estadios superiores de desarrollo humano (Nübbler, 2014). Si en su diario vivir las personas, organizaciones y empresas tienen un acceso limitado al conocimiento científico y tecnológico, y al empleo de

productos o servicios innovadores en la resolución de sus problemas, el potencial de desarrollo de la CTI se ve seriamente perjudicado. En estas circunstancias el conocimiento pierde su capacidad de inclusión social y se convierte, por el contrario, en un factor que amplía las brechas sociales y económicas. De ahí que resulte clave la aplicación de políticas que incentiven su disseminación a lo largo y ancho del tejido social.

El esfuerzo innovador de un país se ve afectado por la infraestructura, las inversiones y las políticas para la CTI. Son éstas las que determinan su alcance y éxito (Porter et al., 2000). A su vez, la innovación es resultado del aprendizaje y la interacción entre un amplio abanico de actores pertenecientes a sistemas muy distintos, como el educativo, el productivo y el de CTI, razón por la cual suele requerir períodos de incubación bastante largos. Por ello es importante que las estrategias de desarrollo provean un contexto estable y positivo para la CTI (OEA, 2005). Cambios súbitos en los instrumentos de política pública o en su orientación pueden desestimularla. Lo mismo sucede en ausencia de políticas efectivas que favorezcan la innovación.

Finalmente, las demandas sobre la ciencia y la capacidad de los sectores productivos para utilizarla están asociadas a factores estructurales de la economía. La organización económica de los países subdesarrollados no ejerce presión positiva sobre la CTI y genera menores oportunidades para su aplicación que en las naciones más avanzadas (Láscaris, 2002). Este enfoque sistémico subraya la importancia de colocar la CTI no solo en el centro de la política industrial, sino en el corazón de la estrategia de desarrollo y destaca los problemas de coordinación que bloquean la comunicación, la integración y el uso del conocimiento entre los diversos actores.

Estado de situación



Esta sección ofrece una síntesis de este *Primer Informe Estado de la Ciencia, la Tecnología y la Innovación*. En cada uno de los grandes temas se exponen las preguntas abordadas y un panorama general sobre la situación encontrada; luego se recorre cada uno de los asuntos específicos presentando los principales hallazgos, conclusiones y retos de investigación pendientes. Aunque las y los lectores se darán una idea clara del contenido, los alcances y las limitaciones del Informe, esta síntesis es inevitablemente selectiva: han quedado por fuera datos y análisis de gran valor para entender la situación de la CTI en Costa Rica. La verdadera riqueza de esta publicación se halla en los próximos capítulos –denominados “Preguntas”–, por lo que se invita a utilizar este resumen como una puerta de entrada, una especie de mapa de ruta para navegarlo, y no como un sustituto de su lectura.

Contexto de la ciencia, la tecnología y la innovación

Preguntas abordadas

Las preguntas asociadas al contexto nacional para el desarrollo de la CTI ofrecen una introducción a los temas de recursos humanos, producción de conocimiento y políticas públicas, que posteriormente son retomados en profundidad en el resto del Informe (cuadro 0.1). Constituyen un punto de partida para entender la situación general del país en esas temáticas.

Cuadro 0.1

Preguntas sobre el contexto nacional para el desarrollo de la ciencia, la tecnología y la innovación

Número	Pregunta	Resumen
1	¿Cuenta Costa Rica con recursos humanos calificados que sustenten el desarrollo de la ciencia, la tecnología y la innovación?	Recursos humanos para el desarrollo
2	¿Es Costa Rica un país líder en la producción de conocimiento científico y tecnológico de impacto?	Liderazgo en producción de conocimiento
3	¿Es Costa Rica un país líder en América Latina en la apropiación del conocimiento tecnológico?	Liderazgo en apropiación de conocimiento
4	¿Es el patrón de la inversión en I+D un factor conducente a sustentar una estrategia de desarrollo basada en la innovación?	Suficiencia de la inversión en I+D
5	¿Ha avanzado Costa Rica en el cumplimiento del <i>Plan de Medio Siglo</i> propuesto en el 2006?	Cumplimiento del <i>Plan de Medio Siglo</i>

Panorama general

Costa Rica no ofrece un contexto robusto para la CTI. El principal esfuerzo de modernización económica desplegado en las últimas décadas, guiado por la estrategia de inserción internacional y atracción de inversión extranjera directa (IED), ha sido insuficiente para promover el desarrollo tecnológico. En la actualidad el país

Cuadro 0.2

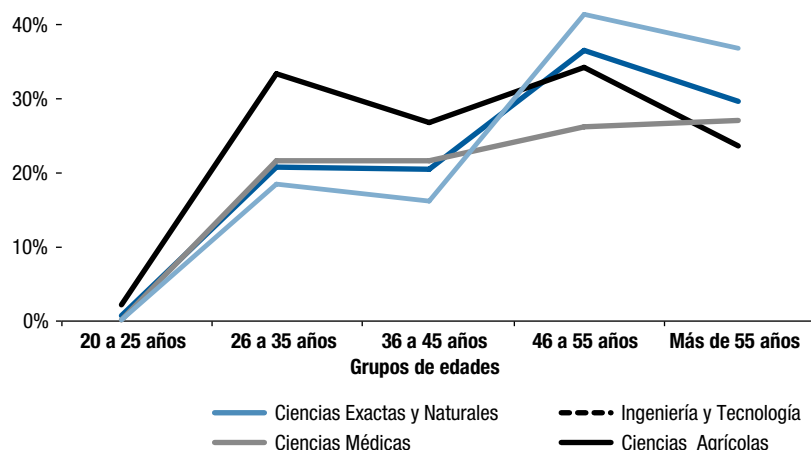
Síntesis de las valoraciones sobre el contexto nacional para el desarrollo de la ciencia, la tecnología y la innovación

Pregunta	Valoración
Recursos humanos para el desarrollo	<input type="checkbox"/>
Liderazgo en producción de conocimiento	<input checked="" type="checkbox"/>
Liderazgo en apropiación de conocimiento	<input type="checkbox"/>
Suficiencia de la inversión en I+D	<input checked="" type="checkbox"/>
Cumplimiento del <i>Plan de Medio Siglo</i>	<input type="checkbox"/>

Fortaleza Alerta Área crítica

Gráfico 0.1

Distribución etaria del recurso humano calificado^{a/} en ciencia y tecnología, según áreas del conocimiento^{b/}. 2013



a/ El análisis no se basa en un inventario de todas los profesionales del país con formación en ciencia y tecnología. Únicamente incluye a aquellas que cumplen con las siguientes condiciones: i) realizó actividades científico-tecnológicas durante el período 2011-2013, ii) cuenta como mínimo con un bachillerato universitario, y iii) se encuentra registrada en el Directorio de Investigadores Activos del RCT (en su versión de noviembre de 2013).

b/ No se contó con información sobre la edad de 44 personas.

Fuente: Elaboración propia con datos del Registro Científico y Tecnológico (RCT) del Conicit.

muestra rezagos importantes en aspectos clave del quehacer de la CTI. Preocupan en particular las debilidades observadas en el ámbito de la innovación del tejido productivo nacional. En términos generales, Costa Rica tiene una limitada oferta de personal científico y técnico, bajos niveles de inversión en I+D y pocas patentes de invención generadas por costarricenses. A consecuencia de ello, no es un país líder en América Latina en producción científica.

De persistir esta situación, las perspectivas de la CTI endógena en los próximos años no son buenas. Un primer ejercicio de seguimiento del *Plan de Medio Siglo*, la más importante iniciativa de planificación de largo plazo del desarrollo científico-tecnológico nacional, refleja avances desiguales y modestos en el cumplimiento de las metas propuestas.

En el tema del contexto para la CTI, visto en su conjunto, el Informe encuentra espacio para amplias mejoras que resuelvan las debilidades identificadas. En dos de las cinco preguntas examinadas la situación existente se valora como crítica y en las tres restantes, pese a ciertas innegables fortalezas, hay importantes vulnerabilidades que deben ser atendidas (cuadro 0.2).

Síntesis de respuestas

Pregunta 1:

Recursos humanos para el desarrollo

El recurso humano calificado con que cuenta el país para el apoyo a la CTI es escaso (según la demanda proyectada por Cinde) y muestra problemas de relevo generacional, brechas de género y endogamia académica. Los cuadros mejor formados por lo general tienen más de 55 años y están concentrados especialmente en las áreas de Biología y Agronomía. Existen dificultades de relevo generacional en el personal relacionado con los campos de Ciencias de la Tierra y el Espacio, Física, Ingeniería Agronómica, Ciencias de la Salud y las distintas disciplinas de las Ciencias Agrarias (gráfico 0.1). No obstante, en ámbitos nuevos de las ingenierías y las tecnologías, en Biotecnología y Computación, y en carreras más tradicionales como Ingeniería Mecánica, hay una fuerte presencia de cuadros jóvenes. Finalmente, la gran mayoría de los científicos e ingenieros tiene un nivel de maestría o menos, y solo una minoría ha conseguido un doctorado.

Los hallazgos subrayan la importancia de que los programas de becas de posgrado

privilegian las universidades más prestigiosas del extranjero, especialmente en áreas en las que convergen una prioridad de política pública, problemas de relevo generacional y acentuadas brechas de género.

Para valorar de manera más precisa las capacidades del país en esta materia será necesario ampliar la cobertura de las bases de datos que recogen información individualizada, a fin de mejorar la representación de los profesionales que laboran en el sector privado.

Pregunta 2:

Liderazgo en producción de conocimiento

Costa Rica genera menos conocimiento científico del que se esperaría según su nivel de desarrollo, de modo que su producción la coloca en una posición modesta con respecto a otros países de Latinoamérica. Este hallazgo remite a la importancia de revisar las políticas de incentivos que ofrecen las universidades públicas y privadas, así como de implementar acciones dirigidas a fortalecer los grupos de investigación.

Más aun, el Informe halló un decrecimiento en la relevancia de la producción científica del país, medida por el número de citas (citación) de trabajos de autores nacionales que hace la comunidad científica internacional. La disminución que muestran los valores de citación promedio anual en revistas especializadas sugiere la necesidad de realizar un estudio posterior para explorar sus posibles causas.

Cabe destacar que la utilización de las bases bibliométricas de la “corriente principal” de revistas especializadas tiene la desventaja de subestimar el alcance real de la actividad científica y tecnológica en el país, pues no toma en cuenta las publicaciones en revistas no indexadas. Pese a ello, su uso tiene la ventaja de que permite la comparación internacional.

Pregunta 3:

Liderazgo en apropiación de conocimiento

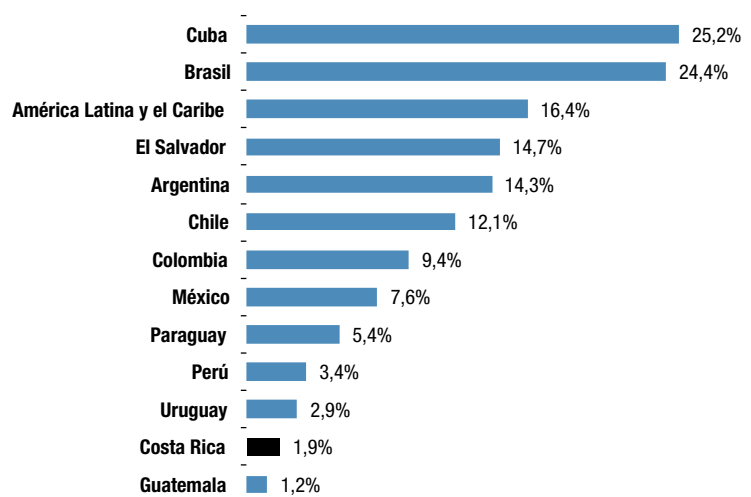
Costa Rica es líder en América Latina y el Caribe en la producción de patentes por habitante. Sin embargo, ese liderazgo se desvanece cuando se considera el porcentaje de solicitudes de patentes efectuadas por los residentes en el país (gráfico 0.2). En ese caso la situación desmejora significativamente, pues el número de patentes solicitadas por nacionales es casi nueve veces menor que el promedio de la región y únicamente supera a Guatemala (Ricyt, 2011).

Por otra parte, el contenido tecnológico de las exportaciones es favorable. Costa Rica se ubica por encima de economías en el mismo estadio de desarrollo en América Latina, el Caribe y el mundo, en ventas externas de bienes de alta y media tecnología. No obstante, el conocimiento que difunden a nivel global las compañías instaladas en zonas francas no está siendo efectivamente incorporado en el resto del aparato productivo. Así lo sugieren las escasas oportunidades de encadenamientos que generan esas exportaciones y la débil participación que las empresas locales tienen en ellas. La insuficiente capacidad de absorción tecnológica de las empresas locales contribuye a que el valor agregado nacional sea limitado.

Costa Rica exhibe una heterogeneidad productiva y social que debe ser atendida mediante políticas públicas de nueva generación, que ligen la exitosa estrategia de comercio exterior que se ha venido implementando, con programas de fomento a la innovación dirigidos a aumentar la sofisticación tecnológica del tejido empresarial local. Hasta ahora los esfuerzos se han centrado en la adaptación de tecnologías provenientes del exterior, no en el desarrollo de la capacidad endógena en este campo, para lo cual se requiere el rediseño de los instrumentos de apoyo a la CTI.

Gráfico 0.2

América Latina: porcentaje de patentes solicitadas por los nacionales de cada país. 2011



Fuente: Elaboración propia con base en datos de Ricyt, 2014.

En un segundo ejercicio convendrá estudiar con más profundidad el valor agregado de las exportaciones y la participación relativa de las empresas nacionales en las de mayor contenido tecnológico. Es importante subrayar que en esta oportunidad el análisis se enfocó en las patentes con el fin de posibilitar la comparación internacional, y no se incorporó información sobre otros métodos de protección de la propiedad intelectual que pueden ser relevantes para conocer otras dimensiones del proceso de apropiación del conocimiento tecnológico.

Pregunta 4:
Suficiencia de la inversión en I+D

El volumen y la composición de la inversión en I+D constituyen una marcada debilidad nacional. Costa Rica invierte entre dos y seis veces menos que países cuyas exportaciones muestran estructuras tecnológicas similares. A ello se agrega una débil participación del sector productivo privado, que en 2012 tan solo aportó el 31,3% de la exigua inversión en I+D, una contribución que dista de la prevaeciente en las economías más avanzadas.

La mayoría de los pocos fondos de inversión existentes se enfoca en la investigación aplicada y el desarrollo experimental, en detrimento de la investigación en ciencia básica. Este hecho, *per se*, constituye una debilidad, pues la ciencia básica no es un lujo propio de los países avanzados, sino una plataforma para el desarrollo humano. El Informe además encontró que la mayor parte de la investigación aplicada y el desarrollo experimental es ejecutada por el sector público. La iniciativa privada tiene poca presencia en esas actividades. La necesidad de compensar este vacío puede explicar el aparente descuido de la inversión pública en investigación básica, una tarea que en otros países normalmente es asumida por el Estado. La convergencia de estos factores (baja inversión en ciencia básica y poca participación privada en I+D) genera condiciones muy asimétricas entre las distintas áreas de la CTI.

Entre los asuntos por abordar en futuros estudios se encuentra el análisis de la rentabilidad económica de la I+D en varios ámbitos, con el fin de estimar su magnitud específica y determinar a cuáles sectores impacta. Tal información será de utilidad para orientar más recursos al financiamiento de esta inversión. En el presente Informe las limitaciones en las fuentes disponi-

bles impidieron ahondar en este tema. Además, para precisar la estructura de la inversión en CTI en el país es necesario mejorar el registro de la inversión en I+D según tipo y sector.

Pregunta 5:
Cumplimiento del Plan de Medio Siglo

Costa Rica muestra un progreso moderado y heterogéneo en el cumplimiento del *Plan de Medio Siglo* (PMS) propuesto por la Asociación Estrategia Siglo XXI en 2006. Los datos disponibles para efectuar una evaluación en esta materia son fragmentarios, dispersos y, en varios casos, insuficientes, por lo que resulta difícil determinar cuánto ha avanzado el país en los temas estratégicos. De los cuatro componentes del PMS, denominados “Cimientos”, se logró identificar avances concretos y puntuales en el primero, el segundo y, en menor medida, el tercero. No fue posible realizar una valoración del Cimiento IV por falta de información apropiada.

Desde una perspectiva “macro”, el país logró reducir la brecha que en el 2006 lo alejaba del horizonte normativo ideal al año 2050, de acuerdo con la metodología *Knowledge Assessment Methodology* (KAM), desarrollada por el Banco Mundial. Sin embargo, el avance es desigual en las distintas áreas, modesto en general, y las distancias con respecto al horizonte ideal siguen siendo amplias. El gráfico 0.3 muestra las curvas que arroja el análisis de la KAM y permite observar la evolución de los veinticuatro indicadores de desempeño seleccionados para este ejercicio, en relación con los escenarios meta del 2050. Una explicación detallada de este hallazgo se encuentra en la Pregunta 5 de este Informe.

Como producto del análisis realizado, se generó una herramienta que podría ser de utilidad en el subsecuente monitoreo de los avances en el PMS: la “Matriz de Información sobre Cimientos, Acciones y Programas del Plan de Medio Siglo” (Micap-PMS).

Recursos humanos para la ciencia y la tecnología

Preguntas abordadas

Las preguntas asociadas al tema de los recursos humanos para la CTI conforman la batería más nutrida del Informe. Reflejan la concentración de los esfuerzos de investigación desplegados, con el fin de determinar la magnitud y composición de esos recursos en

Costa Rica a partir de información inédita (cuadro 0.3).

Panorama general

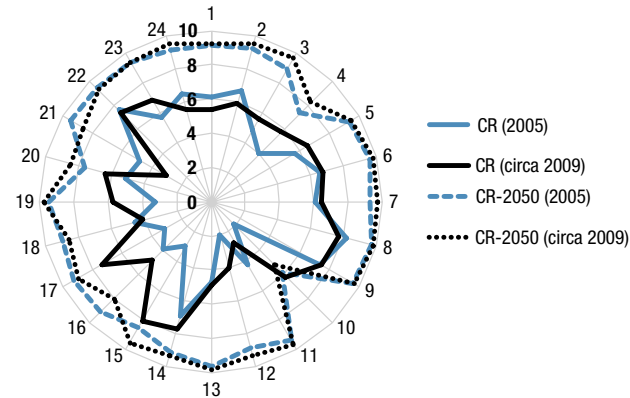
El análisis de los recursos humanos para la CTI en Costa Rica devela un panorama preocupante, aunque no crítico, en el que es posible encontrar algunas fortalezas.

El punto más delicado son las bajas competencias de las y los jóvenes en las disciplinas de Matemáticas y Ciencias, lo que ciertamente ha restringido, y restringirá, la disponibilidad de personal científico y técnico en los estadios superiores de formación académica. Este hecho indudablemente está relacionado con la distorsión que se observa en la pirámide ocupacional para la CTI, pues el país muestra una crítica carencia de ingenieros y técnicos de nivel medio y superior, pese al “premio” que el mercado laboral ofrece a estos profesionales, un hallazgo muy positivo de este Informe.

Un primer análisis de las redes de investigación científica reveló que la mayoría son frágiles y tienen pocos vínculos interdisciplinarios y entre investigadores de diversas instituciones. Se identificó una comunidad relativamente más robusta en el área de la Biomedicina.

Gráfico 0.3

Evolución de los 24 indicadores de desempeño KAM^{a/} para Costa Rica, en relación con los escenarios meta del 2050



a/ Con base en la *Knowledge Assessment Methodology* (KAM), del Banco Mundial.

Los valores de 1 a 24 corresponden a los siguientes indicadores: 1. PIB per cápita (miles de dólares). 2. Índice de desarrollo humano. 3. Propiedad intelectual bien protegida. 4. Nivel de competencia local. 5. Calidad de la regulación. 6. Marco legal. 7. Efectividad del gobierno. 8. Voz y rendición de cuentas. 9. Control de la corrupción. 10. Matrícula en ciencia y tecnología (porcentaje de estudiantes en el nivel terciario). 11. Investigadores en I+D por millón de habitantes. 12. Inversión total en I+D como porcentaje del PIB; 13. Artículos en revistas científicas y técnicas por millón de habitantes. 14. Aplicación de patentes otorgadas por la Oficina de Patentes y Marcas de Estados Unidos (USPTO) por mil habitantes. 15. Desarrollo del estado de situación de los *clusters*. 16. Años promedio de escolaridad. 17. Matrícula en secundaria. 18. Matrícula en educación terciaria. 19. Profesionales y técnicos como porcentaje de la PEA. 20. Calidad de la educación en Ciencias y Matemáticas. 21. Teléfonos por mil habitantes. 22. Computadoras por mil habitantes. 23. Nodos de internet por 10.000 personas; ancho de banda internacional de internet (bits por persona). 24. Usuarios de internet por 10.000 habitantes.

Fuente: Céspedes, 2013

Cuadro 0.3

Preguntas sobre el tema de recursos humanos para la ciencia, la tecnología y la innovación^{a/}

Número	Pregunta	Resumen
6	¿En cuáles campos del conocimiento científico y tecnológico se han logrado crear comunidades de investigación sostenibles?	Comunidades científicas
8	¿Cuán cercanas están las competencias en Ciencias y en Matemáticas de los jóvenes costarricenses con las de los jóvenes de los países miembros de la OCDE?	Competencias de las y los jóvenes
9	¿Se complementa el perfil académico de la diáspora científica costarricense local?	Perfil de la diáspora científica
10	¿Predomina en la diáspora científica costarricense la fuga o la movilidad de cerebros?	Fuga o movilidad de cerebros
11	¿Cuáles incentivos tiene la diáspora científica para reinsertarse en Costa Rica?	Reinserción de la diáspora científica
12	¿Se observa correspondencia entre la oferta de recursos humanos en las disciplinas relacionadas con la CTI y el Plan Nacional de Ciencia, Tecnología e Innovación?	Oferta de recurso humano
13	¿Se ajusta la estructura ocupacional en CTI a los cambios en el sector productivo?	Estructura ocupacional
14	¿Premia el mercado laboral a quienes se forman en ciencia y tecnología?	Premio laboral

a/ Como se puede notar, en esta sección se interrumpe la secuencia numérica de las preguntas, al pasar de 6 a 8. Ello se debe a que, por afinidad temática (vinculación de las comunidades de investigación en el contexto de la producción científico-tecnológica) los hallazgos de la pregunta 7 se presentan en el siguiente apartado.

En su diáspora científica Costa Rica tiene un importante activo. En términos generales, los científicos e ingenieros nacionales que residen en el extranjero tienen niveles de formación superior a los de sus colegas locales y trabajan en áreas de gran interés para el desarrollo nacional. Una proporción significativa de ellos mantiene vínculos con investigadores radicados en el país o desea tenerlos en el futuro. No obstante, los incentivos para su reinserción son pocos y débiles.

La literatura especializada subraya que cuanto más elevados sean el nivel y la especialización del recurso humano, más amplio será el umbral de desarrollo al que puede aspirar cada país, y que las deficiencias en este ámbito se consideran más difíciles de superar que la insuficiente inversión en CTI. Por ello preocupa que el Informe encuentre señales de alerta o temas críticos en siete de las ocho preguntas estudiadas en el tema de los recursos humanos para la CTI (cuadro 0.4).

Síntesis de respuestas

Pregunta 6: Comunidades científicas

En Costa Rica existe una gran variedad de grupos de investigación en múltiples disciplinas científicas. Sin embargo, por lo general son redes con escasa redundancia¹⁶, altamente centralizadas en uno o pocos actores relevantes, la mayoría de ellos en edad madura. Pocos

grupos han logrado conformarse como comunidades científicas sostenibles, cohesionadas, con redundancia y considerable productividad. Las que se aproximan a este perfil están asociadas a las áreas de Biomedicina, Genética Molecular Humana, Ciencias de la Tierra y Veterinaria. A manera de ejemplo, el diagrama 0.1 presenta la comunidad científica en Biomedicina.

La diversidad de las redes y grupos existentes plantea la necesidad de implementar sistemas de apoyo específicos y promover una mayor interconexión dentro y entre comunidades, incentivando la investigación multi y transdisciplinaria y las posibilidades de compartir conocimientos y capacidades.

El enfoque aplicado en este análisis permite valorar los efectos de las políticas públicas orientadas a la formación de recursos humanos y al fomento de la producción científica, y monitorear la presencia de cambios significativos en la sinergia entre actores en las redes, antes y después de la aplicación de esas políticas, asumiendo un tiempo prudencial para que tales efectos sean observables.

Es importante indicar que el análisis de redes efectuado, que se basó en la coautoría en la publicación de artículos indexados en la plataforma *Scopus*, no refleja de manera adecuada los grupos relacionados con las áreas de ingenierías y tecnologías, que suelen divulgar los resultados de sus investigaciones en otro tipo de publicaciones. Consecuentemente, no permite visibilizar comunidades exitosas conformadas alrededor de la temática de las Ciencias de la Computación y el desarrollo de *software*, un tema pendiente que se procurará abordar en un próximo Informe.

Pregunta 8: Competencias de los jóvenes

Los estudiantes de secundaria se ubican en los niveles mínimos de desempeño en Matemáticas y Ciencias, según los resultados de las pruebas del Programa para la Evaluación Internacional de Alumnos (PISA, por su sigla en inglés), de la OCDE. Las diferencias por género son significativas. Costa Rica aún se encuentra lejos de obtener resultados similares a los de los países miembros de la OCDE y tiene grandes desigualdades internas de rendimiento (PEN, 2013).

Para mejorar las competencias de las y los jóvenes será necesario implementar de manera

Cuadro 0.4

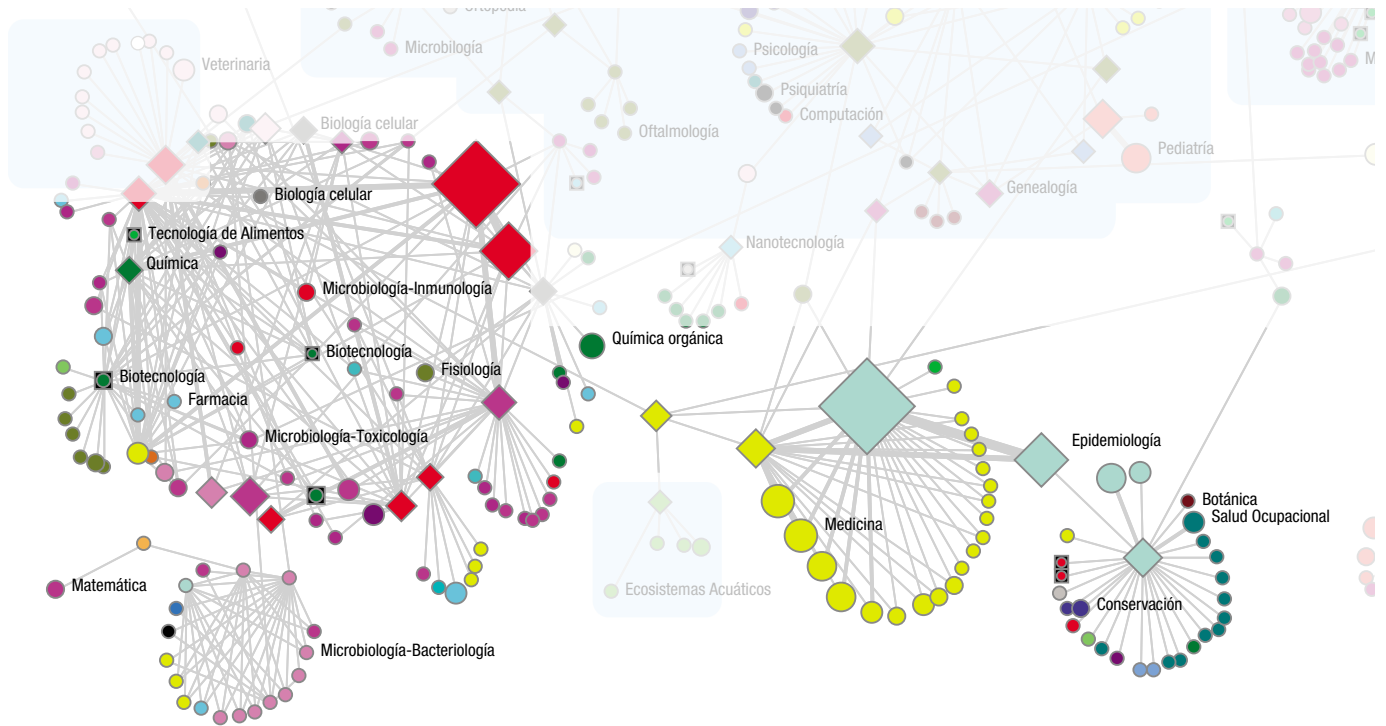
Síntesis de las valoraciones sobre el contexto nacional para el desarrollo de la ciencia, la tecnología y la innovación

Pregunta	Valoración
Comunidades científicas	<input type="checkbox"/>
Competencias de jóvenes	<input checked="" type="checkbox"/>
Perfil de la diáspora científica	<input checked="" type="checkbox"/>
Fuga o movilidad de cerebros	<input type="checkbox"/>
Reinserción de la diáspora	<input type="checkbox"/>
Oferta de recurso humano	<input type="checkbox"/>
Estructura ocupacional	<input type="checkbox"/>
Premio laboral	<input checked="" type="checkbox"/>

Fortaleza

Alerta

Área crítica

Diagrama 0.1**Red en el área de Biomedicina^{a/}**

a/ Cada uno de los nodos representa a un autor; se muestra una línea que une a dos autores cuando estos han participado como coautores en la elaboración de al menos un artículo científico. El tamaño del nodo indica el total de artículos para cada autor. Con la figura de rombo se destacan los investigadores estratégicos, que de manera arbitraria se han definido como aquellos que produjeron al menos cinco publicaciones durante la década y conectan un mínimo de tres alianzas. El color del nodo indica la subárea a la que se dedica el investigador. El ancho de la línea que conecta a los autores indica el número de artículos científicos publicados en coautoría.

eficaz los cambios introducidos recientemente en los programas de Matemáticas para secundaria, continuar la evaluación de las competencias académicas con base en pruebas estandarizadas, mejorar la formación inicial y continua de los docentes, así como los recursos didácticos y la infraestructura, a fin de dinamizar los ambientes de aprendizaje. Entre los retos pendientes pueden destacarse los siguientes:

- Investigar las causas de los bajos rendimientos de los estudiantes en las pruebas PISA.
- Mejorar la medición y evaluación de las políticas adoptadas para elevar la calidad de la educación. Para tal efecto sería de utilidad efectuar más investigaciones basadas en las pruebas del Segundo y Tercer Estudio Regional Comparativo y Explicativo (Serce y

Terce), que se aplican en la educación primaria en el marco de las acciones globales de la Oficina Regional de Educación de la Unesco para América Latina y el Caribe (Orealc-Unesco), así como en las pruebas diagnósticas que realiza el MEP.

- Explotar otras fuentes de información como los exámenes de admisión de las universidades, para analizar con mayor profundidad la procedencia de los estudiantes, sus características, su desempeño y las carreras que eligen.

Pregunta 9: Perfil de la diáspora científica

Los científicos e ingenieros costarricenses que estudian o trabajan en diversas áreas de la CTI en el extranjero tienen un alto perfil acadé-

mico. Esto los convierte en un activo valioso que debe mobilizarse a favor del desarrollo de la CTI en el país. La diáspora científica tiene formación en más de veinte disciplinas y es una comunidad joven: el 62% tiene entre 20 y 35 años.

Existen oportunidades de atraer y vincular a la diáspora en áreas en las que se han identificado carencias a nivel nacional, como es el caso de las ingenierías y tecnologías. Estas oportunidades se presentan no solo por el hecho de que la diáspora cuenta con representación de profesionales en esas áreas, sino porque su alto perfil académico complementa la acentuada escasez local de profesionales con esa alta calificación (gráfico 0.4).

La diáspora científica es una comunidad fluctuante. Por ello, en una segunda consulta

que efectuará el Programa Estado de la Nación (PEN) se procurará actualizar y aumentar la cobertura de los datos recolectados. Es importante anotar que las fuentes en que se basa la comparación con los recursos humanos calificados residentes en el país no contienen registros exhaustivos del personal en ciencia y tecnología. Por tanto, los hallazgos que aquí se reportan tienen un margen de error de magnitud difícil de estimar. Pese a esta limitación, son las únicas fuentes disponibles sobre el tema.

Pregunta 10:

Fuga o movilidad de cerebros

Alrededor del 40% de la diáspora científica costarricense no tiene planes de repatriarse en el corto plazo y menos de una cuarta parte ha tenido alguna vinculación con sus contrapartes locales. La pérdida de estos profesionales representa un lujo que el país no puede permitirse, dada la carencia de recursos humanos calificados en ciencia y tecnología.

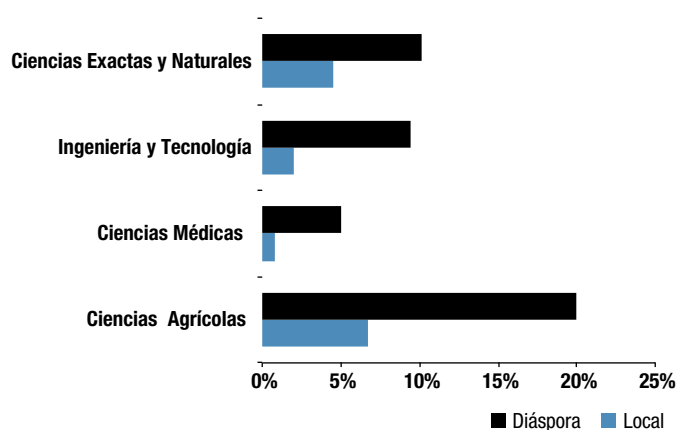
Entre el talento que no planea regresar en el corto plazo destacan los profesionales formados en campos en los que Costa Rica tiene las carencias más acentuadas de recurso humano y que coinciden con cinco de las siete áreas que el *Plan Nacional de Ciencia, Tecnología e Innovación 2011-2014* considera estratégicas para impulsar el fortalecimiento del sector. No obstante, la buena noticia es que se encuentra en marcha una red para la vinculación de la diáspora científica con sus colegas residentes en el país: la Red de Talento Costarricense en el Extranjero (Ticotal). De no actuar en esta materia, Costa Rica perdería la oportunidad de convertir a estos valiosos profesionales en agentes de su desarrollo.

Para el país es indispensable transformar el actual panorama de fuga de cerebros en uno más favorable: de movilidad. Para ello debe atender dos frentes en forma paralela. El primero supone la implementación de programas permanentes para subsidiar el retorno del talento que hoy se encuentra en el extranjero, y el segundo consiste en vincular a quienes no quieren o no pueden regresar, para que compartan sus conocimientos y contactos con los distintos actores del sector local de CTI.

Un tema pendiente es indagar la demanda de conocimientos del talento costarricense en el extranjero por parte del sector empresarial local.

Gráfico 0.4

Mejores perfiles académicos^{a/}: comparación entre el talento local y la diáspora científica^{b/}, según área de ciencia y tecnología. 2013



a/ Doctores graduados en las universidades catalogadas entre las primeras cien posiciones del *QS Ranking 2013*.

b/ El análisis no se basa en un inventario de todos los profesionales, en el país y en el extranjero, con formación en ciencia y tecnología. En el primer caso, únicamente incluye a aquellos que cumplen con las siguientes condiciones: i) realizó actividades científico-tecnológicas durante el período 2011-2013, ii) cuenta como mínimo con un bachillerato universitario, y iii) se encuentra registrado en el Directorio de Investigadores Activos del Registro Científico y Tecnológico (RCT) en su versión de noviembre de 2013. En el segundo caso se utilizan los datos de la consulta efectuada por el PEN. Se consideró entre los mejores perfiles a cuatro personas cuyo título tiene la denominación "Universidad de Carolina del Norte", a pesar de que en el RCT no se especifica si se trata de la sede Chapel Hill, incluida entre las cien primeras del mundo.

Fuente: Elaboración propia con base en la consulta efectuada por el PEN, datos del RCT, del Conicit, y el *QS World University Ranking 2013*.

Pregunta 11:
Reinserción de la diáspora

La reinserción de la diáspora científica se ve obstaculizada por el debilitamiento de los incentivos financieros para el retorno de profesionales al país, previstos en la Ley de Promoción del Desarrollo Científico y Tecnológico (nº 7169, de 1990) y las limitaciones asociadas al estado de la infraestructura y el número de plazas disponibles en las unidades de I+D. Las personas formadas en Química, Ciencias Biológicas, Ingeniería Industrial y Agronomía que planean regresar, podrían enfrentar dificultades debido a que cerca de la mitad de las unidades de I+D consultadas y que trabajan en esos campos, no cuenta con el equipamiento idóneo para cumplir con sus objetivos.

Estos hallazgos señalan la conveniencia de establecer un programa permanente de incentivos para la reinserción de la diáspora científica, fomentar los vínculos entre institutos e investigadores locales y radicados en el extranjero y aplicar criterios de arraigo al país en los contratos de becas de posgrado en el extranjero, financiados por el Fondo de Incentivos del Conicit/Micitt y por el Programa

de Atracción de Talentos previsto en la recién aprobada Ley 9218 (Contrato de préstamo suscrito entre la República de Costa Rica y el Banco Interamericano de Desarrollo para financiar el Programa de Innovación y Capital Humano para la Competitividad).

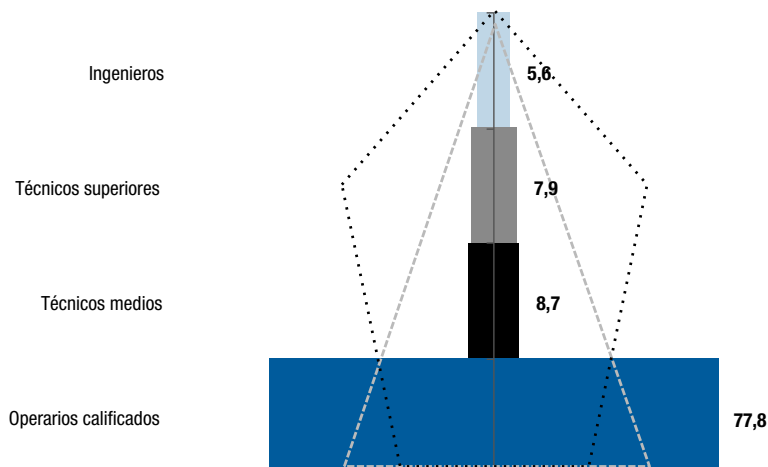
Los datos que presenta el Informe constituyen un primer acercamiento al tema. La información no es completa y podría afinarse siguiendo los lineamientos sugeridos en el estudio sobre el estado de la infraestructura en las unidades locales de I+D (Segnini, 2013).

Pregunta 12:
Oferta de recurso humano

Costa Rica sigue mostrando asimetrías en la formación profesional y técnica de su personal en las áreas de ciencia y tecnología. La estructura según niveles de calificación, que en países avanzados se representa con la metáfora de una pirámide o incluso de un pentágono (ensanchado en los estratos técnicos), en Costa Rica adquiere la forma de una pirámide distorsionada, debido a la escasa oferta de técnicos medios y superiores (gráfico 0.5). Una de las razones que contribuyen a mantener esa estrecha "cintura"

Gráfico 0.5

Pirámide^{a/} de la educación científico-técnica en Costa Rica. 2012
(porcentajes)



a/ Las líneas punteadas son representaciones ideales de una pirámide o pentágono científico-técnico balanceado.

Fuente: Elaboración propia con información de la Encuesta Nacional de Hogares (Enaho), del INEC.

es la diversidad de ofertas, desvinculadas entre sí y carentes de conexión entre los distintos niveles del sistema educativo. Esa falta de integración curricular hace que se pierda el sentido de continuidad en la formación.

La proporción de graduados a nivel de grado y posgrado en los campos de ingenierías y tecnologías, estancado en alrededor de un 6% de la matrícula universitaria durante la primera década del siglo XXI, está muy por debajo del promedio cercano al 14% que se registra en América Latina y el Caribe (Ricyt, 2011). Por otra parte, la experiencia internacional muestra que los países desarrollados se han preocupado por generar una amplia capa de técnicos medios y especializados, como estrategia para apalancar tanto la movilidad social como la productividad de sus economías.

Existe una amplia tarea pendiente para dar cuenta del avance en la formación del recurso humano. Entre otras cosas, será necesario disponer de indicadores básicos como la matrícula en la educación universitaria y parauniversitaria, generar un registro completo de las instituciones educativas y construir datos desagregados sobre graduados de universidades privadas.

Asimismo, para obtener estimaciones más precisas de la oferta y demanda de recursos humanos será necesario desarrollar registros de investigadores que vinculen, por una parte,

datos del Conare sobre títulos otorgados por las universidades (usando como registro único la cédula del individuo) y, por otra, el seguimiento de los profesionales en el mercado laboral, con datos de la CCSS. Adicionalmente, se puede considerar incluir una pregunta sobre “carrera universitaria completa” en el Censo Nacional de Población.

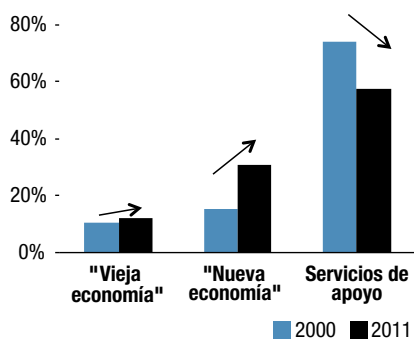
Pregunta 13: Estructura ocupacional en ciencia y tecnología

Las políticas de apertura comercial y promoción de las exportaciones impulsadas en las últimas décadas alentaron el desarrollo de nuevos sectores productivos estrechamente vinculados con la economía mundial. Estos sectores, que en conjunto conforman lo que puede denominarse “la nueva economía”, requieren transformaciones aceleradas en la estructura laboral. Pese a ser poco intensivos en mano de obra, han sido una importante fuente de empleo para los trabajadores con formación en ciencia y tecnología, los cuales pasaron de representar el 15% de todos los ocupados en esos sectores en 2001, al 30% en 2011. Este dinamismo contrasta con el estancamiento que en esta materia exhibe la “vieja economía” (actividades tradicionales de agroexportación e industria manufacturera) y la contracción registrada en los “servicios de apoyo” (comercio, sector público y servicios no especializados). Estos sectores no son fuente de empleo para el personal con formación en ciencia y tecnología (gráfico 0.6).

Lamentablemente, los datos disponibles no permiten examinar con certeza la relación entre el mayor peso de estos profesionales en la estructura laboral y las ramas productivas que más contribuyen al crecimiento del PIB. Ello daría evidencia, aunque indirecta, del aporte de la CTI al desarrollo nacional. La información incluso muestra algunos resultados opuestos a los esperados. En consecuencia, no es posible analizar el grado de acoplamiento entre el cambio de la estructura productiva del país y las variaciones en la estructura ocupacional de los profesionales y técnicos en ciencia y tecnología. Para realizar estimaciones más precisas se requerirán sistemas de registro de la oferta y la demanda de profesionales que lleven a cuantificar de modo certero la escasez (o exceso) de mano de obra calificada en los diversos sectores económicos.

Gráfico 0.6

Evolución de los ocupados en ciencia y tecnología, según tipos de economía



Fuente: Elaboración propia con base en datos censales.

Pregunta 14:**Premio en el mercado laboral**

Los profesionales vinculados a la ciencia y la tecnología tienen ventajas laborales sobre los demás trabajadores del país. Tienen más años de escolaridad, mayor dominio de un segundo idioma, ganan mejores salarios y un alto porcentaje de ellos cuenta con aseguramiento. La participación de este grupo en la población ocupada casi se duplicó en la última década, aunque a partir de una base muy reducida. No obstante, debe destacarse que existe una alta variabilidad en el incremento según la ocupación específica que se analice.

Los datos censales permiten una primera aproximación al estudio de los profesionales en ciencia y tecnología. Sin embargo, no son suficientes para analizar su evolución y existen grandes vacíos de información acerca de su estructura ocupacional y las ventajas con que cuentan, que podrían subsanarse mediante las encuestas de hogares. Adicionalmente, la Encuesta Continua de Empleo, que el INEC realiza cada tres meses, podría aportar valiosos insumos para conocer la estabilidad del empleo en estas ocupaciones.

Producción científico-tecnológica**Preguntas abordadas**

Las preguntas asociadas al tema de la producción científico-tecnológica profundizan en

el análisis de las redes de investigación, a partir de un cuidadoso estudio bibliométrico de las publicaciones indexadas de autores costarricenses, y de los incentivos existentes para estimular esta producción en los principales centros de educación superior del país (cuadro 0.5).

Panorama general

En el tema de la producción científico-tecnológica el Informe encuentra una situación crítica. Existe poca correspondencia entre las áreas más productivas del quehacer científico, por una parte, y las prioridades establecidas en el *Plan Nacional de Ciencia, Tecnología e Innovación (PNCTI) 2011-2014* y en las políticas de atracción de IED, por otra. Hay competencias robustas en áreas juzgadas como no prioritarias, y competencias mermadas en áreas que se consideran prioritarias.

No fue posible efectuar un análisis comprensivo de los nexos entre la academia y el sector productivo. Sin embargo, el Informe realizó un estudio de los vínculos externos establecidos por la UCR en el año 2012. El principal hallazgo es que, más que satisfacer una demanda de los sectores productivos por la transferencia de conocimiento tecnológico (*demand driven*), las experiencias de vinculación responden a esfuerzos por financiar las investigaciones, dadas las limitaciones del presupuesto universitario (*supply driven*). Además, el principal “cliente” de la Universidad es el resto del sector público,

Cuadro 0.5**Preguntas en el tema de la producción científico-tecnológica**

Número	Pregunta	Resumen
15	¿Se corresponden los campos más robustos de producción de conocimiento científico y tecnológico con las áreas estratégicas según la política pública en la materia?	Correspondencia entre el conocimiento generado y la política pública
7	¿Se encuentran las comunidades de investigación locales vinculadas a los sectores socioeconómicos?	Vinculación de las comunidades
16	¿Priorizan los centros de educación superior la producción, protección y transferencia del conocimiento científico-tecnológico a otros sectores de la sociedad?	Incentivos para la producción y la vinculación

mientras que los contratos con el sector privado tienen una presencia marginal. Un factor que actúa en contra de una mejora en el corto plazo es el hecho de que las universidades estatales no asignan a la vinculación con sectores productivos un peso importante entre los incentivos para el ascenso en la carrera académica.

En conjunto, estos resultados sugieren que el quehacer en CTI está poco vinculado con la dinámica productiva y con las prioridades de la política pública en la materia. Este es un punto medular, que debe ser investigado con más profundidad con el fin de subsanar las debilidades

y sustentar de manera sostenible una economía basada en el conocimiento (cuadro 0.6).

Síntesis de respuestas

Pregunta 15:

Correspondencia de la producción científica

Costa Rica muestra sus mayores fortalezas en Bioquímica, Inmunología, Microbiología, Farmacología y Toxicología, que de manera general se pueden ubicar en el área de Biomedicina. El volumen de la producción científica en este campo posiciona al país como especialista a nivel global y es en este ámbito donde el conocimiento publicado tiene una influencia superior al promedio mundial.

Sin embargo, estas disciplinas no guardan mayor relación con las áreas estratégicas establecidas en la política científica y tecnológica –el *PNCTI 2011-2014*– ni con los sectores en los que el Ministerio de Comercio Exterior y Cinde concentran sus esfuerzos de atracción de IED. En otras palabras, las áreas más robustas de la producción científica nacional no corresponden con aquellas señaladas como prioritarias por la política pública (diagrama 0.2).

Evidentemente, esta desconexión pone de relieve la conveniencia de generar coincidencias

Cuadro 0.6

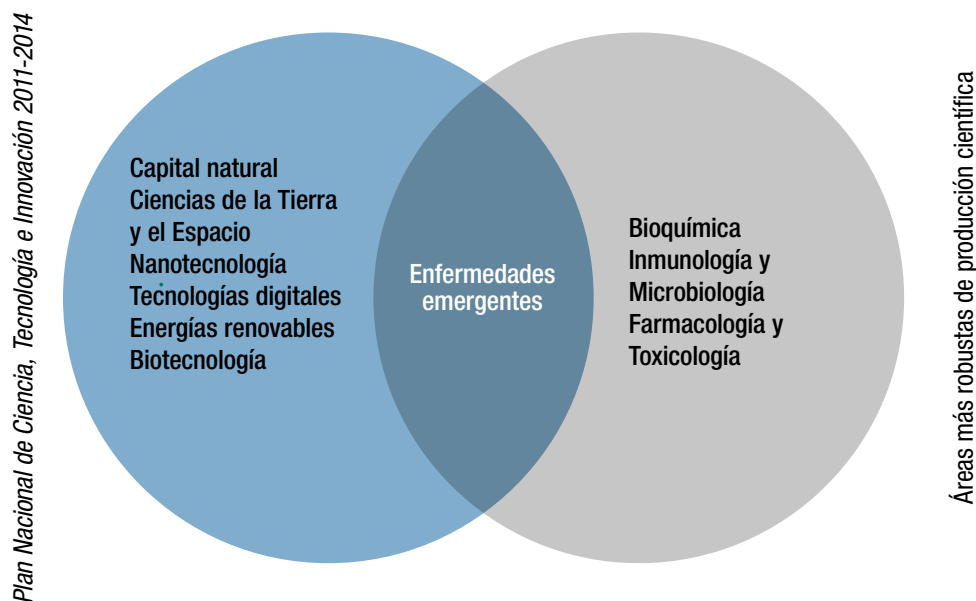
Síntesis de las valoraciones sobre la producción científico-tecnológica

Pregunta	Valoración
Correspondencia de la producción	✘
Vinculación de las comunidades	■
Incentivos para la producción y la vinculación	✘

Fortaleza
 Alerta
 Área crítica

Diagrama 0.2

Comparación entre las áreas estratégicas del *Plan Nacional de Ciencia, Tecnología e Innovación 2011-2014* y las áreas más robustas de producción científica



entre la política pública y las áreas en las que el país tiene mayores capacidades científicas, a fin de encadenarlas con los sectores productivos. Para ello será necesario incluir esas áreas entre las prioridades de la política pública. Además es importante fortalecer los grupos de investigación en disciplinas de relevancia social y económica, como las Ciencias Agrícolas, y dar continuidad a las políticas de apoyo a las tecnociencias formuladas en el *PNCTI 2011-2014*.

En otro orden de ideas, cabe indicar que el estudio sobre este tema se vio afectado por el hecho de que las plataformas *Web of Knowledge* y *Scopus*, utilizadas como fuentes de información, agrupan varias disciplinas dentro de una misma categoría y, con ello, generan un traslape que dificulta un discernimiento más claro del desempeño en algunas áreas. Adicionalmente, el uso de estas bases de datos deja por fuera valiosos acervos del conocimiento local que, al no estar indexados en esas plataformas, no fueron considerados en el estudio realizado para este Informe.

Es parte de una agenda de estudio futura identificar las decisiones y políticas, implícitas y explícitas, que han contribuido a forjar las fortalezas encontradas e identificar estrategias que puedan aplicarse a otras comunidades de investigación.

Pregunta 7:

Vinculación de las comunidades

El tema de la vinculación de las comunidades científicas con los sectores productivos solo pudo abordarse de manera parcial y limitada. Se realizó un primer ejercicio a partir de la base de datos de la Fundación de la Universidad de Costa Rica para la Investigación (Fundevi), para el año 2012. Pese a su alcance acotado, el hecho de que la UCR sea el principal centro de investigación científica del país permite identificar una serie de características relevantes de las modalidades de vinculación.

Los datos disponibles revelan la concentración de los vínculos en pocos actores (personas y centros de investigación). La principal motivación de las interacciones con los sectores productivos es la necesidad de financiar las investigaciones, dadas las limitaciones del presupuesto universitario, y no tanto el interés de atender una necesidad planteada por otros sectores, públicos o privados. El peso de la interacción con las empresas privadas es bajo y

corresponde fundamentalmente a la actividad agrícola. Estudios previos señalan que esta baja importancia es una característica de larga data.

Para dinamizar la vinculación externa de la academia se ha sugerido invertir más recursos en la I+D dirigida a segmentos productivos socialmente prioritarios, así como promover, desde la universidad, mecanismos más ágiles para la vinculación.

Un análisis más comprensivo sobre este tema requiere:

- Construir una base de datos de actividades de vinculación que abarque varios años y cuente con una representación amplia de las otras universidades, estatales y privadas.
- Contar con información sobre los montos pagados y los efectos generados por los contratos, a fin de analizar los beneficios económicos e intelectuales para los investigadores universitarios, según el tipo de vinculación.
- Identificar las causas que explican el peso que tienen figuras individuales en varias áreas del conocimiento.
- Conocer los resultados obtenidos de las experiencias de vinculación, en términos de publicaciones, protección de propiedad intelectual, *spin-offs*¹⁷, entre otros.

Esta información permitirá plantear recomendaciones que contribuyan al diseño e implementación de políticas públicas y mejoren los incentivos a la vinculación entre la academia y los sectores productivos.

Pregunta 16:

Incentivos para la producción y la vinculación

Dado que los principales incentivos laborales en las universidades estatales son las anualidades y el escalafón, los académicos no se sienten “presionados” para investigar, publicar, proteger y transferir los productos de su quehacer intelectual. En la UCR, los componentes “automáticos” antes mencionados representan el 44% de la masa salarial, mientras que el “reconocimiento por régimen académico” tan solo aporta un 8,5%. No se incorporó en el estudio, información sobre el tema en el caso de las universidades privadas, aunque la participación de esas instituciones en

el quehacer científico-tecnológico es, con pocas excepciones, muy limitada.

Este hallazgo confirma la pertinencia de atender desafíos planteados por el Conare, para que los incentivos académicos respondan a consideraciones de calidad y mérito.

Entre los temas pendientes de investigar a futuro destacan:

- Un análisis comparado de las partidas presupuestarias salariales, a fin de construir un panorama más preciso de la estructura de los incentivos en las universidades estatales.
- Los incentivos académicos de las universidades privadas.
- Comparación internacional con otras universidades que se destacan por sus logros en esta materia.

Infraestructura para la ciencia, la tecnología y la innovación

Preguntas abordadas

Las preguntas asociadas al tema de la infraestructura para la CTI son pocas, pero refieren a asuntos clave en el uso de las capacidades instaladas (cuadro 0.7). En el contexto de un país con fuertes limitaciones para el quehacer científico, conocer la idoneidad del equipamiento disponible y las prácticas de uso compartido de las instalaciones y equipos, ayuda a visualizar los desafíos para la optimización de la infraestructura existente.

Panorama general

Costa Rica posee una modesta red de centros de I+D en las distintas disciplinas de la CTI. La mayor parte de ella pertenece a las universidades estatales u otras instituciones del sector público y muestra problemas de idoneidad en su equipamiento de corte mediano y mayor. La práctica de uso compartido intra o extramuros se encuentra extendida, lo que es una buena base para la optimización de la escasa capacidad instalada para el quehacer científico y tecnológico. No obstante, una proporción no despreciable de centros rehúsa compartir sus equipos (cuadro 0.8).

Síntesis de respuestas

Pregunta 17:

Idoneidad de la infraestructura

La mayoría de las unidades de I+D consultadas no dispone del equipamiento o la infraestructura idóneas para el cumplimiento de sus objetivos y para potenciar su vinculación con otros sectores (cuadro 0.9). Una proporción significativa de los equipos pertenecientes a la academia y el Gobierno está desactualizada. Un paso importante para paliar esta situación sería la efectiva implementación de la Ley 9218, mencionada en la síntesis de la Pregunta 11, y la Ley 9144 (Contrato de préstamo entre la República de Costa Rica y el Banco Internacional de Reconstrucción y Fomento para financiar el Proyecto de Mejoramiento de la Educación Superior), aprobada en 2013.

La consulta realizada en el marco de la preparación de este Informe es una primera aproximación al conocimiento de las unidades de I+D que operan en el país. Cabe señalar

Cuadro 0.7

Preguntas en el tema de infraestructura para la ciencia, la tecnología y la innovación

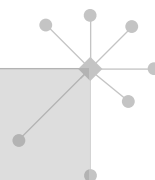
Número	Pregunta	Resumen
17	¿Cuentan las unidades de I+D con la infraestructura idónea para facilitar la generación, transferencia y uso del conocimiento científico y tecnológico?	Idoneidad de la infraestructura
18	¿Es el uso compartido de la infraestructura en las unidades de I+D una práctica extendida en Costa Rica?	Uso compartido de la infraestructura

Cuadro 0.8

Síntesis de las valoraciones sobre la producción científico-tecnológica

Pregunta	Valoración
Idoneidad de la infraestructura	<input type="checkbox"/>
Uso compartido de la infraestructura	<input checked="" type="checkbox"/>

Fortaleza
 Alerta
 Área crítica

**Cuadro 0.9****Unidades de I+D con equipamiento idóneo para cumplir sus objetivos, según subárea de ciencia y tecnología. 2013****Área de ciencia y tecnología**

Ciencias Naturales y Exactas	Ingeniería y Tecnología	Ciencias Médicas	Ciencias Agrícolas
Total del área (39%)	Total del área (40%)	Total del área (35%)	Total del área (52%)
Ciencias Físicas (67%)	Nanotecnología (100%) Ingeniería Eléctrica y Electrónica (75%)		
Química (56%) Matemáticas (50%)	Computación, Inteligencia (53%) Ingeniería Civil (50%)	Medicina Clínica (50%)	Agronomía (53%) Silvicultura (50%)
Ciencias Biológicas (36%) Ciencias de la Tierra y el Medio Ambiente (25%)	Tecnología de Alimentos (33%) Ingeniería Industrial, Química y Ambiental, Bioinformática (0%)	Ciencias de la Salud (36%) Veterinaria (0%)	
■ Del 60% al 100%	■ Del 40% al 59%	■ Del 0% al 39%	

Fuente: Elaboración propia con base en la consulta efectuada por el PEN.

que el registro resultante no es exhaustivo y su alcance varía según el sector. La principal dificultad fue la cobertura de las instalaciones privadas, pues no existe un inventario preciso de ellas. Aun así, los datos recabados brindan valiosa información sobre más de un centenar de estos centros. A futuro conviene efectuar una segunda consulta, para examinar más de cerca la infraestructura de los laboratorios de centros e institutos de investigación pública y de organizaciones gremiales, el grado en que ésta se comparte, tanto con otras entidades públicas y académicas como con el sector privado, para apoyar los procesos de innovación de las empresas de base tecnológica.

Pregunta 18:**Uso compartido de la infraestructura**

El 42% de los equipos de corte mediano y mayor de las unidades de I+D registradas por este Informe se utiliza durante la mayor parte de la jornada laboral y por lo general se comparte, sobre todo dentro de la misma organización. El sector gubernamental es el que muestra menos prácticas de uso compartido extramuros.

Los datos disponibles sugieren que existe

un amplio margen para mejorar la colaboración entre centros públicos y académicos de investigación, entre sí y con las empresas de base tecnológica, mediante el incentivo al uso compartido intra y extramuros del equipamiento que cuentan estas unidades de I+D.

Las limitaciones de financiamiento y la necesidad de hacer un uso racional y planificado de los recursos llaman a crear instancias formales de coordinación de la inversión en infraestructura de apoyo a la CTI.

Sistemas de apoyo para la ciencia, la tecnología y la innovación**Preguntas abordadas**

Las respuestas a las preguntas asociadas al tema de los sistemas de apoyo para la CTI son las más tentativas del Informe (cuadro 0.10). La escasez de indicadores sistemáticos sobre los asuntos abordados es casi completa, por lo que el análisis realizado debe tomarse como un primer acercamiento.

Panorama general

El entorno general para la consolidación de

Cuadro 0.10

Preguntas sobre los sistemas de apoyo para la ciencia, la tecnología y la innovación

Número	Pregunta	Resumen
19	¿Provee Costa Rica un entorno favorable a la consolidación de emprendimientos basados en el uso del conocimiento endógeno?	Entorno para los emprendimientos innovadores
20	¿Brinda el perfil de las políticas en ciencia, tecnología e innovación una plataforma robusta para impulsar el desarrollo humano del país?	Perfil de las políticas públicas

Cuadro 0.11

Síntesis de las valoraciones sobre los sistemas de apoyo para la ciencia, la tecnología y la innovación

Pregunta	Valoración
Entorno para los emprendimientos innovadores	<input checked="" type="checkbox"/>
Perfil de las políticas públicas	<input type="checkbox"/>

Fortaleza
 Alerta
 Área crítica

emprendimientos de base tecnológica parece ser hostil. El estudio en profundidad de cuatro empresas muestra que, en ningún caso, el apoyo público logró constituirse en un factor habilitador. Aun cuando los emprendimientos fueron reconocidos con premios a la innovación, los empresarios enfrentaron múltiples barreras que podrían haberse resuelto con la intervención oportuna de políticas, programas o servicios públicos.

Si se analiza el perfil de políticas públicas para la CTI con base en indicadores generales, Costa Rica tiende a acercarse a las tendencias que se observan en las naciones de la OCDE. Sin embargo, en la práctica los instrumentos son pocos, débiles y están escasamente vinculados con las políticas de desarrollo. Existen programas que han obtenido resultados interesantes en materia de incubación de empresas, o de encadenamientos sociales, productivos y

fiscales del tejido productivo con las áreas más dinámicas de la economía. Desafortunadamente, son experiencias con una escala reducida. En general, el país carece de políticas industriales robustas que promuevan la innovación como estrategia para fomentar los encadenamientos. En consecuencia, el Informe valora como negativa la situación de los sistemas de apoyo para la CTI (cuadro 0.11).

Síntesis de respuestas

Pregunta 19: Entorno para los emprendimientos innovadores

El análisis en profundidad de cuatro emprendimientos de base tecnológica muestra un entorno desfavorable para la consolidación de ese tipo de iniciativas, pese al alto nivel del conocimiento científico involucrado y la capacidad creadora de los emprendedores. Múltiples barreras conspiran contra la innovación: dificultades para el acceso al financiamiento, falta de entidades de enlace que permitan vincular los emprendimientos con los procesos y actividades de la institucionalidad para la CTI, escasa articulación del sistema público de apoyo al sector y procesos engorrosos y caros para la protección de la propiedad intelectual. En consecuencia, el Informe subraya la necesidad de fortalecer las instituciones de enlace, garantizar una eficaz coordinación interinstitucional, facilitar el acceso al financiamiento y mejorar la asesoría para el desarrollo de emprendimientos de base tecnológica.

El uso de la metodología de estudio de casos, de corte eminentemente exploratorio, atestigua las dificultades encontradas para investigar el tema y que conviene atender mediante las siguientes acciones:

- Construir una base de datos de los emprendimientos de base tecnológica.
- Realizar investigaciones con diseños metodológicos que permitan la inferencia estadística.
- Establecer criterios comunes para estudiar los casos de innovación.
- Analizar casos que se hayan desarrollado antes y después de la modificación de normas relacionadas con el sistema nacional de

ciencia, tecnología e innovación, para obtener evaluaciones más precisas de los efectos de esos cambios.

Pregunta 20:

Perfil de las políticas públicas

La CTI basada en capacidades propias (o CTI endógena) es crecientemente valorada como un factor indispensable para el desarrollo del país. En los últimos años en Costa Rica se han formulado políticas y se han creado instituciones e instrumentos para tal fin. Hoy existen más políticas, más herramientas, más recursos que cinco o diez años atrás. Sin embargo, el perfil de las políticas públicas en esta materia no constituye una plataforma robusta para el avance de la CTI, y la información sobre su desempeño y resultados es escasa.

Un primer ejercicio de comparación del perfil de la política costarricense en CTI con el de los países de la OCDE, en las pocas dimensiones en que es posible hacerlo, arroja una convergencia mayor que la registrada cinco o diez años atrás. No obstante, ese resultado no es producto de una evolución gradual, sino de fuertes cambios en la orientación de las estrategias. En relación con América Latina y el Caribe, el último estudio comparado disponible señala que el portafolio de instrumentos para la CTI en Costa Rica es más limitado que el de las naciones más avanzadas de la región.

El vínculo entre las políticas de CTI y las de fomento productivo es débil. Las primeras han tendido a verse como estrategias sectoriales, sin mayor relación con los programas, proyectos y servicios de apoyo a la producción. Es indispensable, por tanto, dirigir esfuerzos a la efectiva articulación de ambos tipos de políticas.

Desafíos para el desarrollo de la ciencia, la tecnología y la innovación



El estado de la CTI en Costa Rica es preocupante. En seis de los veinte temas analizados este Informe encontró una situación crítica, especialmente en asuntos como las competencias de los jóvenes y la correspondencia entre la producción científico-tecnológica y las prioridades de la política pública en la materia. En once más fue evidente que la mezcla de fortalezas y rezagos genera cuellos de botella. En términos generales, esos obstáculos pueden ser removidos a corto y mediano plazo, pero para ello se requieren acuerdos políticos y una capacidad de ejecución que hoy parecen no existir. Solo en tres de los veinte asuntos examinados el país tiene fortalezas indiscutibles, ventajas que son una plataforma –reducida pero indispensable– para mejoras futuras (cuadro 0.12). El panorama indica, pues, que al iniciar la segunda década del siglo XXI Costa Rica muestra un desarrollo desigual y desequilibrado en el campo de la ciencia, la tecnología y la innovación.

El país necesita la CTI para su desarrollo humano. Su acervo de profesionales, centros de I+D y dinámicos sectores productivos le otorga importantes capacidades acumuladas para hacer las cosas mucho mejor. Sin embargo, en muchos ámbitos del quehacer científico, tecnológico y de innovación se observa una actitud proclive a “dejar de hacer”, que puede tener consecuencias estratégicas desfavorables para las perspectivas de desarrollo humano. Necesitar, poder, pero no hacer la necesaria CTI endógena es, en síntesis, la principal conclusión del presente Informe.

Cuadro 0.12

Áreas de fortaleza relativa, alertas y temas críticos en ciencia, tecnología e innovación en Costa Rica

Fortalezas relativas	Premio laboral	<input checked="" type="checkbox"/>
	Perfil de la diáspora científica	<input checked="" type="checkbox"/>
	Uso compartido de la infraestructura	<input checked="" type="checkbox"/>
Alertas	Recursos humanos para el desarrollo	<input type="checkbox"/>
	Oferta de recursos humanos	<input type="checkbox"/>
	Estructura ocupacional	<input type="checkbox"/>
	Comunidades científicas	<input type="checkbox"/>
	Fuga o movilidad de cerebros	<input type="checkbox"/>
	Reinserción de la diáspora científica	<input type="checkbox"/>
	Liderazgo en la apropiación de conocimiento	<input type="checkbox"/>
	Vinculación de las comunidades de investigación	<input type="checkbox"/>
	Idoneidad de la infraestructura	<input type="checkbox"/>
	Perfil de las políticas públicas	<input type="checkbox"/>
Cumplimiento del <i>Plan de Medio Siglo</i>	<input type="checkbox"/>	
Temas críticos	Competencias de los jóvenes	<input checked="" type="checkbox"/>
	Liderazgo en la producción de conocimiento	<input checked="" type="checkbox"/>
	Correspondencia entre el conocimiento generado y la política pública	<input checked="" type="checkbox"/>
	Incentivos para la producción y la vinculación	<input checked="" type="checkbox"/>
	Suficiencia de la inversión en I+D	<input checked="" type="checkbox"/>
	Entorno para los emprendimientos innovadores	<input checked="" type="checkbox"/>

Fortaleza

Alerta

Área crítica

Pocas pero importantes fortalezas ofrecen una plataforma de mejora

Costa Rica exhibe pocas pero importantes fortalezas en temas clave y tiene el desafío no solo de preservarlas, sino de utilizarlas como palancas para resolver las debilidades y rezagos en otras áreas. En este sentido adquiere especial relevancia la existencia de un “premio” que el mercado laboral otorga a los profesionales en ciencia y tecnología, y que se traduce en mejores salarios y mayor cobertura de la seguridad social. Este “premio” parece ser una respuesta del mercado a la escasez relativa de este recurso humano. Sin embargo, constituye una buena base para atraer a más personas hacia estos campos, si los beneficios mencionados se mantienen y se despliegan activas campañas de reclutamiento.

La principal fortaleza detectada por el Informe es el perfil de la diáspora científica, en términos de su alto nivel académico y del interés de muchos de sus miembros de establecer vínculos con el país. Una acción recomendable es convertir en una prioridad de la política pública la creación de condiciones favorables para la repatriación del talento nacional. Si en algunos casos el retorno no es posible, o incluso deseable, el esfuerzo debe orientarse a aprovechar los conocimientos y contactos de la diáspora científica, mediante el desarrollo de iniciativas conjuntas con los actores locales de la CTI. Costa Rica tiene la oportunidad de transformar el panorama actual de fuga de cerebros, en un más positivo escenario de movilidad, que la pondría en contacto con los centros de investigación más avanzados del mundo.

Atraer a más jóvenes hacia las áreas de ciencia y tecnología

Para atraer a más jóvenes hacia oficios relacionados con la ciencia y la tecnología es necesario desarrollar acciones en diversos campos. En la enseñanza secundaria es importante atender desafíos ya señalados en varias ediciones del *Informe Estado de la Educación*, como los siguientes:

- Fortalecer –o aumentar el número– de colegios científicos y técnicos¹⁸.
- Lograr que Costa Rica sea líder latinoamericano en los resultados de las pruebas PISA.

- Reorientar la oferta académica del INA para dar un mayor énfasis a los niveles de técnico medio y superior.

En la educación superior conviene fomentar las carreras relacionadas con la CTI, a través de incentivos para que las universidades aumenten la matrícula en disciplinas consideradas prioritarias y que tengan demanda en el mercado laboral. Asimismo, deben desplegarse esfuerzos más amplios para difundir información vocacional y de acceso a empleo en estas ocupaciones. Finalmente, podría implementarse un programa de becas para estudiantes de grado que deseen especializarse en investigación, en el marco de proyectos aprobados y ejecutados en las universidades públicas. Este tipo de programa ha sido implementado en Argentina¹⁹.

En el caso del Micitt, sería importante fortalecer los programas que forman parte del eje de desarrollo humano, en el marco de las prioridades de acción definidas por ese Ministerio.

Revertir la fuga de cerebros

El desafío de revertir la fuga de cerebros implica atender dos frentes en forma paralela. El primero consiste en poner en marcha un agresivo programa de retención y reinserción del talento, que incluya incentivos económicos pero no se limite a ellos. Es necesario que el Estado asigne la mayor prioridad a la I+D y, de manera consecuente, aporte recursos para su desarrollo. La creación de ambientes colaborativos de investigación, a partir del fortalecimiento de centros interdisciplinarios de alto nivel, puede ser una estrategia útil para atraer y retener talento científico. También será pertinente revisar el marco legal que ampara los incentivos directos a quienes se dedican a la CTI, por cuanto los promulgados en la Ley de Promoción del Desarrollo Científico y Tecnológico (nº 7169) prácticamente han sido desmantelados.

En lo que concierne a la repatriación de la diáspora científica, convendría mejorar la cláusula de arraigo que se incluye en los contratos de becas en el extranjero, así como establecer un programa estatal permanente que estimule el retorno del talento con base en una amplia oferta de oportunidades laborales. Las experiencias generadas tras la implementación del Programa de Atracción de Talentos, como parte de la ya citada Ley 9218, serán de utilidad para

tal efecto, lo mismo que experiencias internacionales como los programas “Raíces” de Argentina, “Prometeo” de Ecuador, “Es Tiempo de Volver” de Colombia, “ChileGlobal” de Chile y el Programa de Movilidad Científica de Brasil.

El segundo frente consiste en fortalecer la vinculación de la diáspora científica con sus contrapartes locales. Un primer paso en esa dirección es asegurar la estabilidad de la Red Ticotal, que puede ser clave para acercar a ambos grupos a través de iniciativas como la facilitación del acceso a becas y pasantías en el extranjero y la participación en conferencias, seminarios, redes temáticas, alianzas estratégicas y proyectos conjuntos de investigación. Cabe indicar que estos mecanismos han sido señalados por las comunidades locales y por la diáspora científica como los más efectivos para capitalizar los conocimientos y contactos de esta última en beneficio del país. Su utilización requerirá un cuidadoso estudio de las fortalezas y debilidades de las redes locales y las del extranjero, con el fin de evitar duplicaciones y usos no prioritarios de los escasos recursos disponibles. En general, los esfuerzos para reducir la fuga de cerebros deberán considerar las particularidades del talento de la diáspora y estar expresamente concebidos como parte de la estrategia de desarrollo nacional.

Múltiples cuellos de botella encienden señales de alerta

El presente Informe encontró cuellos de botella que generan situaciones de riesgo para el desarrollo de la CTI en Costa Rica. En diversas áreas hay puntos fuertes que son anulados por rezagos que impiden aprovechar las ventajas acumuladas. El desafío es, entonces, remover las debilidades sin descuidar los avances logrados.

Una primera área de preocupación son las comunidades científicas. Por una parte, Costa Rica tiene un notable acervo de expertos en múltiples campos, pero sus comunidades científicas muestran problemas de relevo generacional, baja redundancia y falta de colaboración interdisciplinaria e interinstitucional.

Por otra parte, las comunidades científicas tienen una vinculación insuficiente con los sectores productivos, a pesar de ricas experiencias de transferencia de conocimiento tecnológico, sobre todo en el campo agropecuario. Es importante recordar que la Ley de Promoción del

Desarrollo Científico y Tecnológico confiere a las universidades amplias facultades para desarrollar vínculos externos y las autoriza para vender “servicios técnicos y de transferencia de tecnología a terceros”. No obstante, hace falta implementar mecanismos ágiles y claros, así como incentivos que promuevan la interacción de los centros de educación superior con los sectores socioproductivos, para satisfacer necesidades planteadas por los segundos.

Una segunda área de preocupación es la oferta de recurso humano para la CTI. El peso de las Ciencias Exactas y Naturales y las ingenierías en la matrícula universitaria no ha cambiado en las últimas décadas, el acervo de personal es insuficiente y la proporción de doctorados sigue siendo minoritaria. Por ello, parece indispensable dedicar esfuerzos especiales a fortalecer la matrícula en estas carreras, tanto en los centros públicos como en los privados, así como a mejorar el perfil del personal con formación avanzada (doctorado) en ciencia y tecnología.

Una tercera área de alerta es la desconexión entre las políticas de CTI y las políticas de desarrollo nacional, que frena y acota los esfuerzos para lograr aumentos generalizados de la productividad en la economía. Una consecuencia de esta situación son los modestos progresos del país en el cumplimiento del *Plan de Medio Siglo (PMS)*, casi una década después de su formulación. La desvinculación se observa especialmente en el nivel “micro”, pues los emprendimientos innovadores enfrentan múltiples barreras para utilizar la plataforma de servicios públicos de financiamiento, capacitación y apoyo para proteger la propiedad intelectual (un tema crítico). También es evidente en el nivel “macro”, donde la profusión y la falta de escalamiento de las políticas de fomento productivo han contribuido a crear una escisión entre la “nueva economía”, prioridad de la acción pública, y el resto del tejido productivo.

Costa Rica necesita fortalecer la red de instituciones públicas encargada del diseño e implementación de las políticas de fomento productivo y crear mecanismos de coordinación entre estas y las entidades a cargo de las políticas en CTI y en educación.

Un requisito básico para lograr esa conexión es el ordenamiento de la difusa oferta de programas, proyectos y servicios, compuesta fundamentalmente por instrumentos de pequeña

escala, sin mayores vínculos entre sí y en algunas iniciativas clave, como el Sistema de Banca para el Desarrollo, con defectos de diseño que bloquean su efectiva implementación. La estrategia de apoyo a las pymes y a los nuevos emprendimientos puede ser el catalizador de la vinculación que se requiere.

Conectar las políticas para la CTI con las de fomento productivo ciertamente demanda una reingeniería institucional que resuelva los problemas de diseño, ejecución y rendición de cuentas que tienen muchas de los programas y proyectos del Estado. Sin embargo, el desafío no es solo un asunto de transformación institucional. En lo fundamental, se necesita reorientar la estrategia de desarrollo que el país ha seguido en las últimas décadas, con miras a forjar encadenamientos productivos, sociales y fiscales entre los diversos sectores productivos.

Fortalecer grupos de investigación importantes pero débiles

Atender este desafío requiere la implementación de sistemas de apoyo específico. Convendría emular las estrategias seguidas por las comunidades que han mostrado mayor sostenibilidad en el tiempo, como la de Biomedicina, para adaptarlas a las áreas que, pese a tener una gran relevancia social y económica, no logran despuntar o se encuentran retraídas. Este es el caso de las Ciencias Agrícolas y las tecnociencias, disciplinas caracterizadas por una alta transversalidad que les permite impactar a múltiples sectores (la segunda incluso es una de las áreas de intervención prioritaria del *PNCTI 2011-2014*).

Es importante estructurar la investigación alrededor de temáticas de interés para el desarrollo nacional, cuyo abordaje requiera perspectivas multidisciplinarias, y la integración de los investigadores a redes internacionales. Debe hacerse un esfuerzo especialmente intenso para reducir la dependencia de los grupos de investigación en relación con unos pocos actores relevantes y de edad madura.

Promover la vinculación entre la academia y los sectores productivos

Para estimular de manera más eficaz la vinculación entre la academia y los sectores productivos es necesario revisar el marco normativo y los reglamentos institucionales. Los centros de educación superior pública tienen un rol protagónico en la investigación científica

que se realiza en el país, pero se requiere mayor apertura para la transferencia del conocimiento generado. Una medida factible es hacer más sencillo y ágil el acceso de los sectores socioproductivos a la infraestructura universitaria de I+D. Otra es flexibilizar los reglamentos (como el de dedicación exclusiva) para posibilitar la movilidad y cooperación entre el personal académico y otros actores de la institucionalidad para la CTI.

Fortalecer esta vinculación requeriría, además, una política explícita que dedique parte del presupuesto de investigación a I+D enfocada en sectores productivos prioritarios por su alto interés social. Actualmente una proporción significativa del financiamiento de la I+D contratada a las universidades proviene de recursos internacionales, que están sujetos a prioridades definidas en el exterior (Adamson, 2011).

Finalmente, para promover un acercamiento universidad-sector privado es importante crear espacios de intercambio entre investigadores y empresarios, en temas relacionados con los ámbitos estratégicos de la política para la CTI, tanto en áreas de la frontera del conocimiento como en investigación “precompetitiva”.

Asegurar la correspondencia entre oferta y demanda de personal en CTI

La atención de este desafío implica el fortalecimiento de las capacidades de coordinación de las instituciones relacionadas con la deliberación y articulación de las políticas públicas en CTI. En este marco sería útil robustecer el Consejo Presidencial de Competitividad e Innovación (CPCI), conformado mediante el decreto ejecutivo 36024, en el cual participan delegados de distintos sectores. Esta es una instancia efectiva para coordinar las políticas asociadas a la CTI que ejecutan diversas entidades públicas, para deliberar sobre las prioridades, situación y perspectivas de la CTI y para evaluar avances y problemas en las áreas críticas para el desarrollo científico y tecnológico. Una posibilidad es que el CPCI se transforme en el “Consejo Presidencial de Ciencia, Innovación y Competitividad”. Este cambio permitiría la incorporación de otros actores –representación más amplia del sector privado e inclusión de la academia– para complementar la presencia de representantes gubernamentales (Herrera, 2013). También es importante dar continuidad a iniciativas generadas en el seno del CPCI, como el Grupo Interinstitucional de Capital Humano para la Competitividad.

Por otra parte, es necesario desarrollar sistemas de información para registrar la oferta y demanda de profesionales y técnicos en ámbitos relacionados con la CTI. Por el lado de la oferta es fundamental contar con indicadores básicos como matrícula por universidad y carrera, incluyendo los centros privados y los parauniversitarios. Por el lado de la demanda se requieren estadísticas periódicas y comparables de producción y empleo por rama productiva.

Promover la formación de profesionales y técnicos altamente calificados

A corto plazo Costa Rica debe aumentar la cantidad y las destrezas de sus científicos, ingenieros y técnicos medios y superiores, en un marco en el que prevalezca la equidad de género. Con tal finalidad será necesario poner en marcha acciones como las siguientes:

- Incrementar progresivamente los cupos de matrícula en las carreras universitarias de mayor demanda proyectada, como las ingenierías y la Informática, así como en aquellas áreas en las que se evidencia un débil relevo generacional, tal como sucede en Ciencias de la Tierra y el Espacio, Física, Ingeniería Agronómica y Ciencias Agrarias.
- Fortalecer los programas de becas de doctorado en universidades de prestigio internacional.
- Asegurar la calidad de la oferta curricular en áreas vinculadas a la CTI, a través del Sistema Nacional de Acreditación de la Educación Superior (Sinaes).
- Atender las limitaciones derivadas de una educación secundaria que no se ha logrado universalizar y que muestra serios problemas de calidad.

Asimismo, se requiere adaptar la oferta de formación vocacional a las demandas del sector productivo y exportador, lo cual implica reorientar las prioridades de las políticas y programas de la educación secundaria técnica y la formación de técnicos medios y superiores, poniendo énfasis, como se dijo antes, en la acreditación de la oferta curricular. Otra acción importante será la expansión de la red de colegios técnicos profesionales, tal como ha sugerido el *Informe Estado de la Educación* en sus diversas ediciones.

Promover encadenamientos a través de las políticas de CTI

Costa Rica debe considerar la posibilidad de diseñar una nueva generación de políticas públicas en los ámbitos de la CTI y la atracción de IED, con el propósito de fortalecer los encadenamientos productivos y aumentar el valor agregado local. Es por ello que este Informe insiste en la necesidad de superar la perspectiva sectorial e integrar las políticas en las áreas de fomento productivo, educación y CTI, alrededor de objetivos comunes y metas claras. Las políticas de nueva generación implican un cambio de enfoque: de objetivos orientados fundamentalmente a estimular el crecimiento económico, a objetivos que incluyan, además, el desarrollo de capacidades tecnológicas nacionales y la incorporación de valor local a la producción.

Es importante fortalecer la red de instituciones encargadas de diseñar e implementar las políticas de fomento productivo y de apoyo a la CTI. En la actualidad varias de ellas se cuentan entre las más débiles del sector público. En lo que concierne al sector de CTI, es conveniente ordenar y ampliar las capacidades y funciones del Micitt y el Conicit.

También es esencial lograr que los procesos de elaboración y puesta en marcha de las políticas y programas creen espacios para la construcción de acuerdos entre los actores, públicos y privados, que participan en el quehacer de la CTI. Pasos importantes en esa dirección son el mantenimiento de los consejos para la competitividad creados en los últimos años y el restablecimiento de la Comisión Legislativa Especial para la Ciencia, la Tecnología y la Innovación.

Finalmente, las estrategias de fomento de las pymes y los emprendimientos de base tecnológica pueden ser catalizadoras de la articulación entre las políticas de fomento productivo y las de CTI. Es necesario realizar cambios en los instrumentos de apoyo a la innovación, solucionar los problemas de diseño del Sistema de Banca para el Desarrollo y crear nuevos mecanismos de cooperación y vinculación tecnológica, como parques empresariales intensivos en conocimiento, así como actualizar la oferta de servicios de los centros de investigación universitaria (Herrera, 2013; Adamson, 2011; Láscaris, 2002; Maggi et al., 2012; Paus, 2014; Arias et al., 2011).

Crítica situación en temas clave impide desarrollo

El presente Informe halló situaciones

críticas en más temas del quehacer de la CTI y de la educación científico-tecnológica de los que inicialmente habría esperado o, quizás, habría querido encontrar. La prioridad discursiva asignada a la CTI en los planes nacionales y sectoriales no se ha traducido en medidas efectivas para atender los serios y persistentes rezagos en esta materia. En esos temas críticos el desafío general es implementar, con urgencia, acciones decididas para remediar un estancamiento que frena el desarrollo científico, tecnológico y de innovación en Costa Rica.

Un primer desafío es el aumento y recomposición de la inversión nacional en I+D. No se trata solo de duplicar, al menos, esta inversión como porcentaje del PIB, asunto insistentemente planteado por diversos actores a lo largo de los años, sino también de variar su composición. El Informe señala la necesidad de no desatender la investigación básica y, al mismo tiempo, estimular la inversión privada en I+D, todo ello sujeto a mecanismos de rendición de cuentas sobre los resultados obtenidos.

La reformulación de la inversión en I+D debe verse como parte del ajuste en el perfil de las políticas públicas, proceso que a su vez debe sustentarse en una agenda de competitividad basada en la generación de capacidades para la CTI endógena, y no solo en el aprovechamiento de ventajas comparativas estáticas. Ello implicará profundizar el debate sobre la orientación y el financiamiento de las políticas de comercio exterior y atracción de IED.

La generación de capacidades endógenas para la CTI es una condición necesaria para atacar el fuerte rezago del país con respecto a la producción científica internacional y la escasa presencia de costarricenses en la solicitud y obtención de patentes. En ambos temas Costa Rica muestra un atraso explicable pero inexcusable. Un factor que incide en este hecho es la distorsión en los regímenes de incentivos para la carrera académica en las universidades, pues en la actualidad privan los incentivos “automáticos”, como el escalafón y las anualidades, sobre los relacionados con la productividad científica.

El país tiene una estructura educativa que la literatura especializada denomina “de centro faltante o débil”, lo cual significa que tiene una baja cobertura en la educación secundaria y una formación de técnicos medios escasa y de poca calidad. Tal situación es inaceptable dado el nivel de desarrollo humano alcanzado por Costa Rica.

Al amparo de la alta inversión pública que se destina a este rubro y de la existencia de una amplia red de centros de enseñanza secundaria, terciaria y parauniversitaria, puede tomarse una serie de acciones decisivas para mejorar la calidad de la educación en los temas señalados en los párrafos anteriores.

Aumento y recomposición de la inversión en I+D

De acuerdo con su nivel de desarrollo, los expertos estiman que en Costa Rica la inversión en I+D debería situarse en un 0,9% del PIB, aunque, considerando la rentabilidad social de esta inversión, recomiendan llegar a un 1,6% del PIB. Maggi et al. (2012) proponen alcanzar esta meta mediante un proceso gradual de ampliación de los programas públicos de apoyo a la CTI.

Además es importante modificar la estructura de la inversión en I+D, de modo que incluya como prioridad la movilización de recursos en favor de la generación de capacidades para la CTI endógena. Ello implicaría crear un balance, actualmente inexistente, entre la adopción y adaptación de tecnologías provenientes de otras partes del mundo y el desarrollo tecnológico de base local según prioridades consensuadas, prácticas de rendición de cuentas y metas susceptibles de evaluación.

Asimismo, la recomposición de la inversión en I+D implica estimular la inversión privada. En su *Atlas para la innovación en Costa Rica*, el Micitt (2007) planteó una propuesta en ese sentido, que incluye créditos con condiciones especiales para la innovación, fondos concursables para actividades de investigación e innovación (tipo Propyme), incentivos fiscales, capital de riesgo y fondos para la formación de recursos humanos, todo ello basado en una estrategia asentada sobre fuentes de financiamiento nacionales. La implementación de estos y otros incentivos para fomentar la inversión privada en I+D debe ser acompañada de instrumentos de control y certificación adecuados, a fin de garantizar su correcta operación y el uso de los recursos en consonancia con los objetivos para los que fueron creados. Herrera (2013) propone un plan piloto de cinco años que, luego de una evaluación económica y de impacto, permita crear mecanismos permanentes para el financiamiento de la innovación. Para tal efecto las experiencias de los países miembros de la OCDE pueden ser de utilidad (OCDE, 2012).

Mejorar la calidad de la educación científica y tecnológica preuniversitaria

El mejoramiento de la calidad de la enseñanza científica en el nivel preuniversitario requiere incentivar metodologías basadas en la indagación y la resolución de problemas, que han dado buenos frutos en los países de mayor desarrollo científico-tecnológico. Se trata de propiciar un balance entre contenidos conceptuales, el desarrollo de las destrezas propias del pensamiento científico como la observación, la indagación y la resolución de problemas, y el fomento de las vocaciones científico-tecnológicas. Además de aspectos ya comentados en secciones anteriores, referidos a la participación de las y los jóvenes costarricenses en las pruebas PISA y la aplicación efectiva de los nuevos programas de Matemáticas y Ciencias en la educación secundaria, es necesario actuar en otros frentes, a saber:

- Optimización de los recursos didácticos para la enseñanza de las Ciencias.
- Mejora en los ambientes de aprendizaje, mediante la ampliación de la dotación de infraestructura (laboratorios) en los colegios.

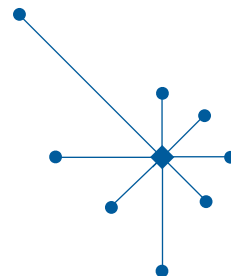
- Fortalecimiento de la formación inicial y el desarrollo profesional continuo de las y los profesores de Ciencias.

Corregir la distorsión de los incentivos académicos en las universidades

Es necesario disminuir el peso de los incentivos salariales automáticos en los regímenes académicos de las universidades públicas y aumentar la importancia de aquellos relacionados con la producción, protección y transferencia de conocimiento científico-tecnológico por parte de las y los investigadores. Esta corrección implica poner en marcha acciones como las siguientes:

- Atender las recomendaciones planteadas por el Conare, para que los incentivos académicos respondan principalmente a consideraciones de calidad y mérito (OPES-Conare, 2011).
- Revisar los esquemas de valoración de las publicaciones en coautoría.
- Implementar un sistema de investigadores que favorezca la productividad y la excelencia.

Reflexión final



Costa Rica es una economía pequeña que atraviesa las etapas finales de una acelerada transición demográfica y en pocos años comenzará a experimentar un lento crecimiento de su población, en el contexto de una sociedad envejecida. En esas condiciones la expansión económica basada en la agregación de más factores de la producción, como ha sido la norma hasta ahora, no será una estrategia factible. El rápido crecimiento de su economía y el mejoramiento sustantivo del bienestar social de sus habitantes dependerá de continuos y generalizados incrementos de productividad. Estos últimos, a su vez, requerirán robustas políticas de CTI, el fortalecimiento de las políticas de fomento productivo y la articulación entre ambas.

Lograr estos objetivos demanda una modificación de fondo en las políticas de desarrollo nacional. En las últimas décadas éstas se redujeron, en la práctica, a promover la inserción internacional y atraer inversión extranjera directa, objetivos de gran importancia, pero insuficientes. No se impulsó la creación de cadenas de valor que favorecieran los encadenamientos productivos, sociales y fiscales. Esto generó un crecimiento desequilibrado, con una profunda escisión entre los sectores más dinámicos y modernos de la economía y el tejido productivo de base local. Esta ruptura tiene costos políticos, pues genera antagonismos entre

grupos beneficiados y perjudicados, y costos sociales, pues ha provocado un notable aumento en la desigualdad de ingresos.

La clave para cambiar este estado de cosas es que todos los grupos sociales participen en los beneficios del desarrollo, haciendo tolerables los costos transitorios que en un momento dado algunos de ellos deberán soportar (Hirschman, 1986). Para tal propósito, no basta con efectuar una reorganización de las instituciones y sus políticas, o fomentar la participación privada en el desarrollo científico-tecnológico. El problema básico es de economía política: se requieren acuerdos políticos que abran paso a una reorientación de la estrategia y las políticas de desarrollo, y a un reacomodo de los incentivos y sacrificios que Costa Rica debe hacer a fin de crear una sólida plataforma para la CTI endógena.

Debe recordarse que ningún país ha logrado pasar de la extendida pobreza rural a la riqueza posindustrial, sin el empleo de políticas gubernamentales orientadas y selectivas (Salazar et al., 2014). Tampoco han podido las naciones, sobre la base de situaciones de relativo éxito, transitar a estadios superiores sin la creación de condiciones de contexto y esfuerzos de CTI. En resumen, al decir de don José María Castro Madriz, no habrá desarrollo humano futuro para el país sin “mucho conocimiento y mucha ciencia” (Castro Madriz, 1844, citado en Monge Alfaro, 1975).

Referencias bibliográficas

- Adamson, M. 2011. "Interrelación universidad-sector productivo y endogenización de la I+D: grandes desafíos y soluciones para un crecimiento sostenido de Costa Rica". En: Herrera y Gutiérrez (eds.).
- Arias, R. et al. 2011. "Transformación productiva y desigualdad en Costa Rica", en *Ciencias Económicas* 29 (1).
- Asociación Estrategia Siglo XXI. 2006. *Estrategia Siglo XXI: Conocimiento e innovación hacia el 2050 en Costa Rica: síntesis de la visión y Plan de Medio Siglo en ciencia y tecnología en Costa Rica*. San José: Fundación Crusa.
- BID. (s.f.). Programa de innovación y capital humano para la competitividad (proyecto CR-L1043): propuesta de préstamo. Washington D.C.: Banco Interamericano de Desarrollo.
- _____. 2010. "La importancia de las ideas: innovación y productividad en América Latina". En: Pagés (ed.).
- Carvajal, A. 2012. *Filosofía y discursos: la ciencia y la tecnología en el desarrollo de Costa Rica*. San José: Editorial Guayacán.
- Céspedes, O. 2013. Monitoreo del estado de avance en las "Acciones de puesta al día" del *Plan de Medio Siglo*. Ponencia preparada para el Primer Informe Estado de la Ciencia, la Tecnología y la Innovación. San José: PEN.
- CIN. 2012. Reglamento del Programa de Becas de Estímulo a las Vocaciones Científicas (acuerdo plenario 809/12). Buenos Aires: Consejo Interuniversitario Nacional.
- Crespi, G. et al. 2010. Nota técnica sobre el sistema nacional de innovación de Costa Rica: una contribución al diálogo de políticas públicas entre el Gobierno de la República de Costa Rica y el Banco Interamericano de Desarrollo (nota técnica IDB-TN-142). San José: BID.
- Crespi, G. y Tacsir, E. 2013. Effects of innovation on employment in Latin America (nota técnica IDB-TN-496). San José: División de Competitividad e Innovación, BID.
- Crespi, G. y Zúñiga, P. 2010. Innovation and productivity: evidence from six Latin American countries (IDB Working Papers Series IDB-WP-218). Washington D.C.: División de Competitividad e Innovación, BID.
- Guillén, R. 2011. "Hacia un sistema de financiamiento que fortalezca la investigación y la innovación". En: Herrera y Gutiérrez (eds.).
- Gutiérrez, J.M. 2011. "La importancia de la generación endógena de conocimiento científico para el sistema ciencia-tecnología-innovación". En: Herrera y Gutiérrez (eds.).
- Herrera, R. 2013. Sistematización sobre la institucionalidad de la ciencia, la tecnología y la innovación. Ponencia preparada para el Primer Informe Estado de la Ciencia, la Tecnología y la Innovación. San José: PEN.
- Herrera, R. y Gutiérrez, J.M. (eds.). 2011. *Conocimiento, innovación y desarrollo*. San José: UCR.
- Hirschman, A. 1986. "Confesión de un disidente: nueva visita a la «estrategia del desarrollo económico»". En: Meier y Seers (eds.).
- Insulza, J.M. 2005. "Prefacio a la segunda edición". En: OEA.
- Láscaris, T. 2002. "Estructura organizacional para la innovación tecnológica: el caso de América Latina", en *Revista Iberoamericana de Ciencia, Tecnología, Sociedad e Innovación* 3.
- Lederman, D. y Maloney, W.F. 2003. R&D and development (World Bank Policy Research Working Paper 3024). Washington D.C.: Banco Mundial.
- Lemarchand, G.A. (ed.). 2010. *Sistemas nacionales de ciencia, tecnología e innovación en América Latina y el Caribe (Estudios y Documentos de Política Científica en ALC, 1)*. Montevideo: Oficina Regional de Ciencia para América Latina y el Caribe, Organización de las Naciones Unidas para la Educación, la Ciencia y la Cultura.
- Maggi, C. et al. 2012. Fortalecimiento del sistema de ciencia, tecnología e innovación de Costa Rica (documento de debate IDB-DP-221). BID.
- Meier, G.M. y Seers, D. (eds.). 1986. *Pioneros del desarrollo*. Madrid: Editorial Tecnos, para el Banco Mundial.

- Micitt. 2007. Atlas para la innovación en Costa Rica. San José: Ministerio de Ciencia, Tecnología y Telecomunicaciones.
- Monge, M. et al. 2012. "La creación de *spin-off* universitarias: caso del Instituto Tecnológico de Costa Rica (ITCR)", en Revista Recrearte 12+1.
- Monge, R. 2011. "¿Cómo mejorar el crecimiento económico de Costa Rica mediante mejoras en la competitividad e innovación?". En: Ministerio de la Presidencia y PNUD-Costa Rica.
- Monge, R. et al. 2010. Productive development policies in Costa Rica: market failures, government failures and policy outcomes (IDB working paper series IDBWP-157). BID.
- Monge, R. y Hewitt, J. 2009. Innovation, R&D, investment and productivity in the Costa Rican ICT sector: a case study. Washington D.C.: BID.
- Monge, R. y Rodríguez, J.A. 2013. Impact evaluation of innovation and linkage development programs in Costa Rica: the cases of Propyme and CR Provee. San José: BID.
- Monge Alfaro, C. 1975. La educación superior en Costa Rica. San José: Oficina de Publicaciones, UCR.
- Mukherjee, R. 2012. "La ciencia se une a los derechos humanos: hechos y cifras". En: <<http://www.scidev.net/americ-latina/agua/especial/la-ciencia-se-une-a-los-derechos-humanos-hechos-y-cifras.html>>.
- Navarro, J.C. y Zúñiga, P. 2011. La necesidad de innovar: el camino hacia el progreso de América Latina y el Caribe (2a ed.). Washington D.C.: BID.
- Nübbler, I. 2014. "A theory of capabilities for productive transformation: learning to catch up". En: Salazar et al. (eds.).
- OCDE. 2010. OECD Science, Technology and Industry Outlook 2010. OECD Publishing. <http://dx.doi.org/10.1787/sti_outlook-2010-en>.
- _____. 2011. Towards green growth. Organización para la Cooperación y el Desarrollo Económicos.
- _____. 2012. OECD Science, Technology and Industry Outlook 2012. OECD Publishing. <http://dx.doi.org/10.1787/sti_outlook-2012-en>.
- OEA. 2005. Ciencia, tecnología, ingeniería e innovación para el desarrollo: una visión para las Américas en el siglo XXI. Washington D.C.: Oficina de Educación, Ciencia y Tecnología, Organización de los Estados Americanos.
- OPES-Conare. 2011. Plan Nacional de la Educación Superior Universitaria Estatal 2011-2015 (OPES-19/2010). San José: Oficina de Planificación de la Educación Superior, Consejo Nacional de Rectores.
- Pagés, C. (ed.). 2010. La era de la productividad: ¿cómo transformar las economías desde sus cimientos? Washington D.C.: BID.
- Paus, E. 2014. "Industrial development strategies in Costa Rica: when structural change and domestic capability accumulation diverge". En: Salazar et al. (eds.).
- PEN. 2012. Decimoctavo Informe Estado de la Nación en Desarrollo Humano Sostenible. San José: Programa Estado de la Nación.
- _____. 2013. Cuarto Informe Estado de la Educación. San José: Programa Estado de la Nación.
- PNUD. 2001a. "El índice de adelanto tecnológico: una nueva medida de la participación de los países en la era de las redes" (anexo). En: PNUD, 2001b.
- _____. 2001b. Informe sobre Desarrollo Humano 2001: Poner el adelanto tecnológico al servicio del desarrollo humano. Madrid: Mundi-Prensa Libros S.A., para el Programa de las Naciones Unidas para el Desarrollo.
- _____. 2001c. "Panorama general: poner el adelanto tecnológico al servicio del desarrollo humano". En: PNUD, 2001b.
- Porter, M.E. et al. 2000. "The drivers of national innovative capacity: implications for Spain and Latin America. Claves de Economía Mundial", en Claves de Economía, en <http://smgworld.bu.edu/jeffurman/files/2012/05/PFS-NIC-Latin-America-Spain-english-Claves-2000.pdf>
- Ricyt. 2011. El Estado de la Ciencia: Principales Indicadores de Ciencia y Tecnología Iberoamericanos/Interamericanos 2011. Buenos Aires: Red de Indicadores de Ciencia y Tecnología Iberoamericanos e Interamericanos.
- _____. 2014. Indicadores. Sitio oficial, en <<http://www.ricyt.org/indicadores>>.

- Sábato, J. y Botana, N. 1968. "La ciencia y la tecnología en el desarrollo futuro de América Latina", en Revista de la Integración 3.
- Sáenz, P. y Parraguez, M. 2005. Lecciones aprendidas en la evaluación de proyectos de innovación (Serie de Estudios Económicos y Sectoriales RE2-05-005). Washington D.C.: BID.
- Salazar, J. et al. (eds.). 2014. Transforming economies: making industrial policy work for growth, jobs and development. Ginebra: OIT.
- Segnini, M. 2013. Estado de la infraestructura científico-tecnológica en unidades de investigación y desarrollo. Ponencia preparada para el Primer Informe Estado de la Ciencia, la Tecnología y la Innovación. San José: PEN
- Sen, A. 1999. Development as freedom. Oxford: Oxford University Press.
- _____. 2009. The idea of justice. Cambridge: Cambridge University Press.
- Unesco. 2009. Declaración de América Latina y el Caribe en el décimo aniversario de la Conferencia Mundial sobre la Ciencia. Montevideo: Oficina Regional de Ciencia para América Latina y el Caribe, Organización de las Naciones Unidas para la Educación, la Ciencia y la Cultura.
- Vestergaard, J. y Díaz, C. s.f. A strategy for innovation and sustainable development in Costa Rica. Washington D.C.: BID.

Créditos

Esta sección fue redactada por María Santos y Jorge Vargas Cullell.

Los miembros del Consejo Consultivo del Informe **realizaron sugerencias y comentarios críticos a la primera versión del texto**. También **se contó con los aportes** de Ezequiel Tacsir, especialista de la División de Competitividad e Innovación del Banco Interamericano de Desarrollo.

Notas

1 Siguiendo a Amartya Sen (1999, 2009), el desarrollo humano se concibe como un proceso de generación de capacidades y oportunidades de y para la gente, de manera que puedan acrecentarse la libertad y la equidad que disfrutaron las presentes y las futuras generaciones.

2 En vísperas de la Cuarta Cumbre de las Américas (2005), convocada para deliberar sobre la ciencia y la tecnología en el hemisferio occidental, el Secretario General de la OEA, José Miguel Insulza, señaló que: “el desarrollo y mantenimiento de una capacidad nacional en ciencia y tecnología permitirán a nuestros países ser más que consumidores de exportaciones tecnológicas de otras naciones y facilitarán a los ciudadanos mejorar su situación y bienestar económico y social. Un país que no es consciente de esto y de la importancia de invertir en su capacidad científica y tecnológica, tan requerida en la sociedad del conocimiento, quedará rezagado en el tiempo” (Insulza, 2005).

3 Más recientemente, Mukherjee (2012) ha descrito la relación entre los derechos humanos y los debates sobre la ciencia y la tecnología, aclarando que los científicos deben ir más allá de saber cómo se vincula su trabajo con los derechos humanos y esforzarse para asegurarlos a través del conocimiento que producen. Además, recalca que el acceso a la información científica es un derecho incluido en la Declaración Universal sobre Derechos Humanos (artículo 27, inciso 1), lo cual implica que los beneficios del progreso científico deben ser compartidos abiertamente, sin restricciones para grupos sociales, entidades corporativas o Estados. Por otra parte, la ciencia y la tecnología también fortalecen el desarrollo y el cumplimiento de los derechos humanos, a través de las tecnologías de la información y la comunicación (TIC). Estas influyen en la práctica democrática a través del gobierno digital y las redes sociales, pero también pueden suprimirse mediante la censura o el subdesarrollo, generando una brecha que crea nuevas formas de exclusión. Otra manera en que la CTI se “cruza” con los derechos humanos es en el uso de la tecnología geoespacial, las imágenes satelitales y los sistemas de posicionamiento geográfico para identificar y monitorear violaciones a estos derechos (Mukherjee, 2012).

4 En la Declaración de Nuevo León, producto de la reunión mencionada, los representantes de los países asistentes manifestaron: “...reafirmamos, pues, nuestro compromiso

para construir una sociedad de la información centrada en las personas, inclusiva y orientada al desarrollo, que esté inspirada por objetivos de inclusión social, reducción de la pobreza y el progreso en el marco de un desarrollo económico y social equilibrado” (OEA, 2005).

5 Este concepto reafirma el valor del capital natural como un factor de producción y crecimiento. Se enfoca en las vías para adoptar nuevos patrones de crecimiento que eviten traspasar umbrales ambientales críticos a nivel local, regional y global. También advierte que centrarse en el PIB como medida de progreso económico lleva a ignorar la contribución de los activos naturales a la riqueza, la salud y el bienestar. Por ello, propone medidas de progreso que involucren la calidad y composición del crecimiento, y cómo éste afecta la riqueza y el bienestar de las personas. En este y otros aspectos, el “crecimiento verde” es un componente esencial dentro del amplio contexto del desarrollo sostenible (OCDE, 2011).

6 Brasil, Rusia, India, China y Sudáfrica.

7 El Triángulo de Sábato, una propuesta ampliamente discutida en Latinoamérica durante la década de los setenta, afirma que la política científica y tecnológica es la base del desarrollo social y económico de los países. Plantea que la existencia de un sistema científico-tecnológico depende del cumplimiento de tres postulados: i) el Estado debe ser el diseñador y ejecutor de política, ii) el sector académico, mediante su infraestructura científico-tecnológica, debe estar a cargo de la oferta de nuevo conocimiento científico-tecnológico y iii) el sector productivo debe demandar la nueva tecnología generada por la academia. La propuesta estaba orientada a la promoción del desarrollo tecnológico como estrategia para alcanzar el desarrollo social y económico de América Latina. Aunque varios autores contribuyeron a su conceptualización, el modelo fue elaborado por Jorge Sábato, quien utilizó la figura del triángulo para explicar las relaciones dinámicas ideales entre los tres sectores mencionados (Sábato y Botana, 1968).

8 En 1992 el Conicit consideraba que en los años ochenta esta institución funcionaba como una instancia “facilitadora de las relaciones entre sectores para llevar a la práctica los conceptos contenidos en el Triángulo de Sábato, haciendo que los productores entiendan la importancia de la ciencia

y la tecnología, que los investigadores y académicos internalicen las necesidades del sector productivo y que los políticos otorguen el espacio y los recursos requeridos" (Carvajal, 2012).

9 En el voto 6412-967, referido al tema de la vinculación entre las universidades públicas y las empresas, la Sala Constitucional señala que: "la venta de bienes o la prestación de servicios por parte de las universidades públicas solo pueden darse en respuesta al propósito de realizar una finalidad de orden público, asignado tanto por la Constitución Política como por la Ley a estas instituciones: la de impulsar el progreso nacional por medio de las actividades de investigación y de transferencia científica y tecnológica" (Guillén, 2011).

10 De acuerdo con el PMS, la ética para el desarrollo está modelada a partir de una serie de imperativos para la CTI: contribuir a generar mayor ingreso con calidad de vida, promover el desarrollo humano con equidad, el desarrollo tecnológico y la innovación, la competitividad sistémica en lo "macro" y en lo "micro", el uso de recursos con eficiencia y sostenibilidad y una relación hacia el resto del mundo basada en la solidaridad (Asociación Estrategia Siglo XXI, 2006).

11 Por plataformas tecnológicas estratégicas se entiende "un grupo de tecnologías cuya aplicación no se limita a un producto vertical único, o a un sector productivo estrecho; se construyen sobre una gama subyacente de conocimiento científico y de habilidades y su identificación y desarrollo pueden facilitar el crear para un país o región un rasgo distintivo, significativo y durable de ventaja competitiva" (Asociación Estrategia Siglo XXI, 2006).

12 El monto absoluto de la inversión en I+D mostró un incremento sostenido durante el período para el cual se dispone de indicadores oficiales (2007-2012): pasó de 118,8 a 257,7 millones de dólares.

13 Los países que se usan en la comparación son Finlandia, Irlanda, Corea del Sur, Singapur, Taipei China y Malasia, "evaluados cuando tenían un nivel de ingreso per cápita y una estructura productiva similares a los de Costa Rica en la actualidad" (BID, s.f.).

14 El recurso humano con nivel de posgrado que se requiere para cerrar la brecha en innovación se estima en 800 profesionales (BID, s.f.).

15 Ello es así porque, como se verá más adelante, en Costa Rica la I+D se realiza mayoritariamente en las universidades estatales.

16 En este contexto, el término "redundancia" alude a la masa crítica (o número mínimo de personas) que es deseable en un grupo de investigación.

17 En sentido amplio, el término *spin-off* se refiere al proceso de creación de nuevas empresas a partir de otras ya existentes. En este estudio se utiliza el concepto de "*spin-off* académica", que Monge et al. (2012) definen como "un tipo particular de *spin off*, creada con el propósito de explotar comercialmente conocimiento, tecnología o resultados de investigación, desarrollados en el seno de una universidad".

18 El tema de los colegios científicos fue ya mencionado en el *Decimotavo Informe Estado de la Nación*. Ahí se consignó que entre 1989 (año de su creación) y 2009, los colegios científicos graduaron un total de 2.154 estudiantes, de los cuales el 63% provenía de zonas rurales y un 40% eran mujeres (PEN, 2012).

19 Este programa forma parte del "Plan de Fortalecimiento de la Investigación Científica, el Desarrollo Tecnológico y la Innovación en las Universidades Nacionales", que impulsa el Consejo Interuniversitario Nacional (CIN) de la República Argentina (CIN, 2012).