



Estudios de la OCDE de las políticas
de innovación

COLOMBIA

EVALUACIÓN GENERAL Y RECOMENDACIONES



Estudios de la OCDE de las Políticas de Innovación: Colombia

Resumen ejecutivo

Mensajes claves en materia de políticas

Colombia tiene un fuerte imperativo de innovar

- Colombia ha hecho grandes progresos en su desarrollo económico y social, sustentada por una prudente gestión macroeconómica, un entorno empresarial mejorado y una apertura gradual de la economía. Logró un alto crecimiento económico en la última década y demostró su resistencia durante la crisis.
- Se necesitan más esfuerzos para lograr un crecimiento sostenible y garantizar que, en el futuro, la competitividad internacional no sólo se base en materias primas (commodities), sino también en la agricultura, la manufactura y los servicios comerciables.
- La innovación es clave para abordar los desafíos que enfrenta Colombia. Puede ayudar a desarrollar nuevas actividades económicas, estimular la productividad para sostener el aumento del nivel de ingresos y empleo en la creciente población urbana; fomentar la diversificación agrícola para mejorar los medios de subsistencia en zonas rurales y fomentar la sostenibilidad ambiental del crecimiento.
- El sistema de innovación de Colombia es aún pequeño y carece de un centro empresarial fuerte. El gasto en I + D es sólo del 0,2% del PIB, mientras que en Brasil es del 1,2% y en la OCDE del 2,4%. Otras medidas de innovación, tales como el registro de patentes y publicaciones científicas per cápita, sitúan a Colombia por detrás de algunos de sus países vecinos como Brasil, Chile y Argentina. Se puede aprender mucho de otras economías emergentes que constituyen actores importantes de la innovación global.

Se presenta una oportunidad única para la acción eficaz

- Los conflictos internos, las debilidades de gobernanza y las dificultades para pasar a una economía más formal que obstaculizaron el desarrollo de Colombia en años anteriores se están superando actualmente. Aunque persiste la desigualdad, el nivel de pobreza se ha reducido significativamente.
- Las condiciones del marco para la innovación han mejorado considerablemente, aunque aún hay margen para progresar. Esto implica continuar con el proceso de reforma regulatoria, aumentar la eficiencia del sector público, seguir estimulando la competencia -incluyendo el sector de las telecomunicaciones- y fortalecer el aporte del sistema de propiedad intelectual a la innovación. Una mayor competencia constituye un poderoso incentivo para que las empresas innoven, pues se verán obligadas a reforzar sus capacidades de innovación si desean tener éxito en un entorno más competitivo.

- Actualmente, Colombia cuenta también con una mayor apertura a nivel internacional, entre otras cosas, a través de una serie de tratados de libre comercio. A partir de la integración de Colombia en redes globales de conocimiento, innovación y cadenas de valor, surgen nuevas oportunidades.
- En la última década, Colombia ha intensificado sus esfuerzos en materia de educación e innovación, tal y como lo refleja la prevalencia de la ciencia, la tecnología y la innovación (CTI) en el Plan Nacional de Desarrollo (PND) 2010-14 y en políticas como la estrategia de las TIC "Vive Digital".
- El nuevo sistema de distribución de las regalías asigna el 10% de los ingresos de recursos no renovables a un Fondo para CTI. Esto implica un aumento importante de los recursos disponibles para CTI. Si se gestionan bien, pueden fortalecer significativamente el sistema de innovación y corregir los desequilibrios entre la innovación pública y privada y entre las regiones.

Es necesario situar el sector empresarial en el centro del sistema de innovación

- Los negocios representan la fuente principal de dinamismo en todos los sistemas de innovación de alto rendimiento y ayudan a potenciar las actividades de las universidades e institutos de investigación. Colombia debe aunar esfuerzos para desarrollar un sistema de innovación centrado en el sector empresarial -como en el caso de las economías emergentes exitosas (en Asia y en América Latina).
- Las empresas colombianas participan poco en innovación. Solo un tercio de las empresas manufactureras han introducido innovaciones. Únicamente el 30% del total de I + D se lleva a cabo por parte del sector empresarial, en comparación con un 65 a 75% en los principales países de la OCDE y China, y algo menos del 50% en Brasil.
- La tarea clave de las políticas de CTI consiste en combatir los bajos niveles de innovación en la industria y en el sector servicios, lo cual puede tener un gran impacto en la productividad. Hasta el momento, las políticas han hecho hincapié en el apoyo a las empresas impulsadas por la ciencia y la investigación, así como a los vínculos entre las universidades y el sector empresarial. Esto es importante, pero el potencial de la innovación no se limita a estas empresas.
- Para fortalecer la innovación en el sector empresarial, su apoyo debe ser una prioridad y estar dirigido a la construcción de capacidades de innovación internas - inhouse- de las empresas, especialmente a través de la inversión en recursos humanos.

La inversión en recursos humanos para la innovación es clave

- Los recursos humanos son la clave para la innovación. El acceso a la educación secundaria y su calidad han mejorado y la educación superior se ha expandido. Sin embargo, Colombia todavía se encuentra rezagada con respecto al nivel promedio de educación superior en el Caribe y América Latina (LAC), especialmente en términos de estudiantes graduados de doctorados. Las desigualdades en el acceso a la educación indican que no se están utilizando plenamente los talentos colombianos.
- Además de centrarse en doctorados y otras habilidades de alto nivel, se debe prestar más atención a las carreras técnicas profesionales, por ejemplo en áreas

como el diseño, la logística y la gerencia. Esto implicará cambios en las prioridades de financiación dentro de la educación superior.

- Elevar el nivel de innovación empresarial requerirá una mayor inversión en capital humano y en la incorporación de personal cualificado en aquellas actividades empresariales que involucran un alto componente de conocimiento (por ejemplo, la ingeniería, el diseño, la gerencia y la TI) y requieren soluciones innovadoras. La política debe fomentar la movilidad entre empresas y organismos públicos de investigación, facilitar las prácticas de estudiantes en la industria y promover una mayor inversión de las empresas en recursos humanos.
- Tal como se resalta en la Estrategia de Habilidades de la OCDE (OECD Skills Strategy), los gobiernos pueden influir en la demanda de competencias de alto nivel al fomentar la diversificación económica, facilitar la inversión extranjera y recompensar las iniciativas empresariales y las normas laborales. El apoyo a las redes entre empresas centradas en las grandes firmas (por ejemplo del sector petroquímico) ha sido útil en otras economías emergentes.

Se debe fortalecer el papel de las universidades y los institutos de investigación pública

- Fortalecer la contribución de las universidades colombianas al sistema de innovación, requiere que reciban apoyo en su transición de un enfoque primordial en la enseñanza hacia el de convertirse en instituciones de educación basadas en mayor medida en la investigación. Esto implica el desarrollo de capacidades, incluyendo la formación doctoral del profesorado, la creación y financiación de "centros de excelencia" para construir una masa crítica en la investigación y la enseñanza, y el estímulo a las universidades para desarrollar sus propias estrategias.
- Las políticas deben alimentar la creación de vínculos duraderos entre la universidad y la industria, por ejemplo a través de plataformas de información y la priorización de proyectos de colaboración, así como mediante la financiación de "centros de competencia", más a largo plazo, que reúnan a la industria y al mundo universitario para trabajar en áreas de importancia mutua. El gobierno también debe examinar los obstáculos reglamentarios y otro tipo de impedimentos a la colaboración con la industria y la creación de spin-offs, a fin de abordarlos mediante la acción política.
- El sector de institutos de investigación pública se debe modernizar. Gran parte se caracteriza por un enfoque estrecho en las partes interesadas y no se encuentra en las condiciones adecuadas para ejecutar la tarea de facilitar la diversificación hacia nuevas actividades económicas. La reforma y la consolidación pueden facilitar una reorientación hacia las tecnologías, en lugar de las ramas de la industria, así como la diversificación de la gama de partes interesadas y financiación.

Se deben adaptar la gobernanza y la combinación de políticas

- El aumento de la financiación de CTI proveniente del nuevo sistema de regalías representa una oportunidad importante para reequilibrar, ampliar y abordar las disparidades regionales en el sistema de innovación. Sin embargo, esto también plantea nuevos desafíos de gobernanza, que pueden poner en riesgo la absorción

efectiva. Será importante fortalecer las capacidades de las autoridades subnacionales para que puedan definir e implementar proyectos adecuados, mientras se garantiza la coherencia a nivel nacional. Para mantener la coherencia del sistema, la financiación proveniente de regalías no debe desplazar las fuentes de financiación existentes para I + D e innovación.

- Una política de innovación eficaz requiere una mejor coordinación entre los distintos sectores del gobierno y entre el gobierno central y las regiones. Esto también ayudará a enfrentar los desafíos "horizontales" (tales como los problemas ambientales) que afectan a varios ministerios y sectores de la sociedad.
- Si bien el Plan Nacional de Desarrollo (PND) destaca la demanda de innovación social, las demandas específicas -por ejemplo, de las comunidades urbanas socialmente desfavorecidas y poblaciones rurales excluidas- pueden estar mejor articuladas. Las iniciativas políticas han de estar bien definidas y su desarrollo debe ser gradual y estar supeditado a evaluación.
- Es fundamental fortalecer la base de conocimientos para la formulación de políticas. Esto también requiere el desarrollo de indicadores de CTI que sean comparables a nivel internacional. A fin de fortalecer la rendición de cuentas y permitir el aprendizaje sobre políticas, se debe poner mayor énfasis en mejor monitoreo y evaluación.

Evaluación y Recomendaciones Generales

Logros y desafíos

El desarrollo económico y social de Colombia ha llegado a un punto en el que se deben tomar decisiones importantes. Después de la recesión durante el cambio de milenio, la economía del país se expandió entre 2003 y 2011 con tasas que, salvo una breve interrupción en 2008-09, fueron mucho más altas que las de las dos décadas anteriores. El ingreso per cápita también creció mucho más rápido. En 2012, Colombia – el tercer país más poblado de la región, después de Brasil y México – era la cuarta economía más grande de América Latina, después de Argentina. El crecimiento de la renta per cápita ayudó a reducir la proporción de población que vive en condiciones de pobreza en casi 10 puntos porcentuales entre 2002 y 2010, pero la desigualdad de ingresos, especialmente en áreas rurales, permaneció en el límite superior del rango para América Latina y elevada en comparación con la mayoría de países en otras regiones del mundo. A pesar de que el crecimiento fue fuerte, sobre todo si lo comparamos con muchos países de la OCDE, la productividad laboral y el PIB per cápita aún se encuentran rezagados con respecto a otros países, incluso de Latinoamérica.

La evaluación económica de Colombia de 2013 por parte de la OCDE identifica tres áreas de atención en términos de políticas: adaptarse al auge de los productos básicos (*commodities*), impulsar el crecimiento de la productividad y reducir la desigualdad de ingresos. La innovación puede desempeñar un papel en las tres áreas y las autoridades colombianas son plenamente conscientes de ello. La gestión macroeconómica prudente y las mejoras en las condiciones generales se han acompañado de un esfuerzo creciente en materia de educación e innovación, todas ellas áreas esenciales para el desarrollo futuro del país. Sin embargo, el sistema de innovación de Colombia es aún pequeño, excesivamente centrado en actores estatales y su desempeño se encuentra muy por debajo del nivel requerido para su desarrollo sostenido.

Reorientar las vías de desarrollo económico a largo plazo

Además de la expansión en términos de producción e ingresos promedio en las últimas tres décadas, la composición sectorial de la economía colombiana también ha cambiado sustancialmente. El porcentaje del PIB correspondiente a la industria no manufacturera (minería —incluido el petróleo—, construcción, servicios públicos) aumentó rápidamente, de menos de una décima parte a más de un quinto de la producción, mientras que el sector manufacturero se estancó o se contrajo, pasando de poco más de una quinta parte a aproximadamente una sexta parte de la producción. Esto puede reflejar una tendencia significativa a largo plazo de una “desmanufacturización” que reproduce, en cierta medida, la experiencia de otros países latinoamericanos, donde se ha incrementado la magnitud y el alcance de las exportaciones manufactureras, especialmente provenientes de Asia.

El cambio hacia una economía altamente basada en la producción de materias primas se ha visto impulsado por el crecimiento acelerado de las exportaciones de minerales (especialmente de petróleo) y el aumento de los precios de las materias primas, y ha estado apoyado por las grandes entradas de capital, principalmente hacia las industrias de minerales. El lento crecimiento del sector manufacturero después de la desaceleración de 2008-09 ha generado preocupaciones en cuanto a la sostenibilidad de la senda de crecimiento actual y la competitividad internacional de la agricultura, la manufactura y los servicios comerciables. Esto se percibe como un posible obstáculo, no sólo para la rápida progresión del empleo y los ingresos, sino también para lograr una vía de crecimiento más incluyente, sobre todo ante la baja intensidad del empleo directo en el sector de los minerales.

Imperativo de innovación de Colombia

La historia económica de Colombia y los signos emergentes de su futuro apuntan a la importancia de impulsar la innovación para aumentar la productividad, no sólo en manufactura y la agricultura, sino también en los servicios, un área en la que el progreso de Colombia ha sido débil. Tanto las infraestructuras, especialmente las de una avanzada tecnología de información y comunicación (TIC), como los servicios de transporte tienen una profunda influencia en la competitividad de otros sectores económicos. La innovación ofrece posibilidades para ingresar nuevas actividades como parte de un proceso acumulativo de diversificación económica. Las nuevas actividades, impregnadas cada vez con más habilidades, capital y conocimiento, contribuirán al incremento de la productividad al aumentar la eficiencia de las actividades existentes. La diversificación impulsada por la innovación que persiga una producción de mayor valor agregado puede sostener el crecimiento del empleo en una economía con un alto peso de las materias primas y una tendencia hacia la apreciación de la moneda. Se sustentará la generación de ingresos y empleo en una población urbana en constante crecimiento y se ampliará la gama de productos agrícolas producidos en entornos rurales. La diversificación agrícola a través de la innovación será especialmente relevante en la medida en que los acuerdos comerciales con Estados Unidos y otros países entren en total vigencia, abriendo nuevas oportunidades para algunos tipos de producción agrícola y, a su vez, imponiendo presión competitiva sobre otros. Esto ayudará a realizar los grandes cambios necesarios para mejorar los medios de vida rurales tras el esperado cese del conflicto y la inseguridad en el campo. En términos más generales, se tendrán que encontrar medios para fortalecer los vínculos entre las necesidades sociales y los procesos de innovación.

Tal como lo señala la estrategia de innovación de la OCDE, todo el espectro de la innovación, desde las mejoras incrementales hasta las novedades radicales, puede aumentar la sostenibilidad ambiental del crecimiento, sobre todo en vista de la inmensa riqueza de la biodiversidad de Colombia y las crecientes presiones del cambio climático.

Intensificar la innovación no significa simplemente ampliar la escala del sistema de innovación. También implica cambios profundos en su estructura y alcance. En general, la actividad innovadora se debe convertir en una prioridad de las empresas de producción de todo tipo y en todos los sectores de la economía. Para que esto suceda, tendrán que producirse cambios de gran envergadura en las diversas partes interesadas a las que se dirigen las políticas de ciencia, tecnología e innovación (CTI), especialmente en el sector empresarial, y en las modalidades del apoyo que se les ofrece.

Una ventana de oportunidad

En el pasado, los conflictos internos, las debilidades de la gobernanza y las dificultades para el cambio hacia una economía más formal han obstaculizado el desarrollo de Colombia. Si bien muchos de estos problemas persisten, algunos se están superando. Esto ha apuntalado un buen desempeño macroeconómico, impulsado por un aumento en las exportaciones de minerales y la inversión asociada. En general, las condiciones globales para la innovación han mejorado, especialmente a través de la apertura de la economía colombiana. El auge de las exportaciones de, aunque ha disminuido recientemente, ofrece una ventana de oportunidad para abordar algunos de los principales problemas a los que se enfrenta el sistema de innovación en Colombia.

Alteraciones significativas en el marco político y en el sistema institucional en los últimos años, muestran un compromiso creciente con el fomento de la innovación:

- El Plan Nacional de Desarrollo (PND) 2010-14 reconoce y subraya la importancia que puede tener la innovación para la transición socioeconómica de Colombia.
- Se incorporó un aumento notable de los recursos para la ciencia, la tecnología y la innovación (CTI) en el régimen de reestructuración de la distribución de las regalías de la explotación minera (el Sistema General de Regalías, creado en 2011).
- Este nuevo sistema de financiación se diseñó para garantizar que la participación y los beneficios de las actividades científicas, tecnológicas y de innovación se distribuyan de manera más generalizada en todas las regiones del país.
- A fin de avanzar en estos planes, se han desarrollado nuevas estructuras de gobierno y se han establecido nuevos métodos y mecanismos para gestionar la asignación de recursos y la ejecución de programas en estas áreas, no sólo a nivel nacional, sino también regional, como en el caso de la iniciativa de la "Ruta N" en la ciudad de Medellín.

Las sustanciales regalías de la explotación minera que le corresponden al Estado brindan una oportunidad para acelerar y equilibrar nuevamente el desarrollo del sistema de innovación. Con una buena gestión, esto podría permitir que Colombia aumentase sus capacidades, se integrase más en la economía mundial, se volviese más competitiva, fortaleciese su desarrollo social y económico y avanzase rápidamente hacia los niveles de capacidad productiva e ingresos estipulados por la OCDE. Esto dependerá fundamentalmente de la expansión del capital humano y otras capacidades de innovación, en particular aquellas a disposición de las empresas y desarrolladas dentro de las mismas, así como del mejoramiento de la gestión y la gobernanza de la investigación e innovación.

Breve diagnóstico del sistema de innovación de Colombia

Características básicas

A finales de la última década, el sistema de innovación de Colombia era relativamente pequeño. El gasto general en actividades de CTI (ciencia, tecnología e innovación), entre otras la I+D, ha crecido paulatinamente y, como proporción del PIB, se encuentra muy rezagado frente a muchos otros países de América Latina con PIB per cápita comparable. El gasto en I+D como porcentaje del PIB fue de alrededor de un cuarto del promedio de la región en 2010. Del mismo modo, aunque el número de trabajadores en el área de CTI ha aumentado de manera significativa, en comparación con el resto de la región, éste constituye un porcentaje menor de la población activa.

Los indicadores tradicionales de resultados de CTI también son modestos. El volumen de publicaciones científicas ha ido creciendo en los últimos años, pero la productividad de Colombia equivale aproximadamente a dos tercios de la productividad de América Latina en general y se encuentra muy por debajo del promedio de la OCDE. Al igual que la producción científica de la mayoría de países latinoamericanos, la de Colombia se cita con menor frecuencia que la de los países de la OCDE y se encuentra rezagada con respecto a los países comparables de Latinoamérica y el Caribe (LAC). A pesar de que el sistema nacional tiene, por naturaleza, algunos puntos fuertes, Colombia se enfrenta a un fuerte reto en términos de producción científica, productividad y calidad. El panorama es muy similar en el caso de las patentes y marcas registradas. Colombia ocupa un puesto inferior al de varios países de la región en términos de patentes per cápita concedidas y de solicitudes de marcas en la Oficina de Patentes y Marcas de EE.UU.

Innovación empresarial

Las encuestas de innovación indican que la innovación en la industria manufacturera aumentó poco durante la última década y que sólo cerca de un tercio de las empresas del sector, introdujeron innovaciones en los últimos años. Sin embargo, la innovación empresarial es crucial para crear capacidad endógena, permitir el establecimiento de redes con otras empresas y la ampliación de las fuentes de conocimiento e innovación y establecer la capacidad de absorción para apoyar dichas interacciones.

Dado que las actividades de innovación de las empresas constituyen la principal fuente de crecimiento y empleo, éstas deben representar una parte dominante de la actividad innovadora nacional. Sin embargo, aunque hace una década la investigación y el desarrollo (I+D) en el sector empresarial representaba en Colombia el 30% del total, se redujo al 20% en 2005 y acaba de volver al 30%. Esta cifra se encuentra muy por debajo del porcentaje no sólo de las economías líderes de la OCDE, sino también de las economías emergentes más importantes de Asia y América Latina. A título comparativo, dicha actividad representa el 65-75% del total de I+D en Finlandia, Japón y Estados Unidos y cerca del 55%, en España. Si se compara con América Latina en conjunto, equivale aproximadamente al 40%.

Instituciones de innovación: universidades e institutos de investigación (públicos)

Las "Instituciones de innovación" en Colombia comprenden un sector universitario en crecimiento y evolución, y tres conjuntos de instituciones de investigación no universitarias, cuyo número, escala y funciones han cambiado relativamente poco.

Colombia cuenta con un total de 81 universidades (32 públicas y 49 privadas). Tres cuartas partes de la población estudiantil asisten a universidades públicas. Sólo una pequeña parte de los profesores de educación superior tienen doctorados y se concentran en las universidades de élite. El aumento de la financiación externa desde mediados de la última década y el nuevo impulso del gobierno a la investigación e innovación no sólo incrementó el número de doctores a nivel nacional, sino que también animó a las universidades a "profesionalizar" la gestión de la investigación con vicerrectores de investigación. La legislación moderna sobre propiedad intelectual (PI), en la línea de la Ley Bayh-Dole en Estados Unidos, ha alentado aún más la creación de oficinas de transferencia de tecnología (OTT) y otras funciones especializadas, pero las condiciones y reglamentos laborales obstaculizan la creación de spin-offs (organismos derivados).

La financiación de la investigación de las universidades proviene de varias fuentes. Una pequeña proporción de la financiación básica se asigna ahora en función de la cantidad y calidad de la producción científica de las universidades. Los ingresos para proyectos provienen de las subvenciones gestionadas por Colciencias y otros contratos externos. Los ingresos de investigación por contratos industriales son mínimos. La intensidad de los vínculos entre las universidades y la industria es similar a la de muchos otros países de América Latina, aunque tanto el sector empresarial como el mundo universitario la consideran inadecuada.

Al igual que en otros países, existen tres tipos de institutos autónomos de investigación:

- Colombia cuenta con algunos institutos de investigación básica, como la Fundación Instituto de Inmunología de Colombia -FIDIC- (inmunología). Un ejemplo internacional de este tipo de instituciones al que a menudo se hace referencia son los institutos Max Planck de Alemania.
- Unos 19 laboratorios estatales que producen principalmente conocimientos para la formulación de leyes, reglamentos u otros efectos de índole gubernamental. El resultado generalmente se refleja en bienes públicos. El Centro de Investigaciones Oceanográficas e Hidrográficas -CIOH-, por ejemplo, suministra información a la marina y a la industria. Su financiación es variable y el sistema se encuentra fragmentado. Existen obstáculos de índole normativa que entorpecen los intentos actuales de vincularlos más estrechamente con las universidades y la industria.
- Organizaciones de investigación y tecnología (OIT), cuyo objetivo principal es generar conocimientos y servicios para la industria. Los institutos agrícolas CENIS se financian mediante gravámenes a la producción y se centran en un solo cultivo o en grupos de cultivos. El atender las necesidades inmediatas de un conjunto limitado de partes interesadas dificulta la posibilidad de abordar otras necesidades de I+D transversales o a más largo plazo. Del mismo modo, las OIT industriales, como el ICIPC (Instituto de Capacitación e Investigación del Plástico y del Caucho) también se centran en ramas específicas ramos específicos. Las organizaciones de investigación y tecnología industriales, tienden a estar fragmentadas y experimentan problemas similares de gobernanza.

A nivel internacional, por el contrario, el trabajo de los laboratorios estatales y las OIT está convergiendo. Se ocupan de tecnologías en lugar de ramas, y están atendiendo una extensa gama de necesidades de los clientes y diversificando sus fuentes de financiación, cómo un seguro contra el lock-in (o dependencia).

La relevancia económica y social de la investigación pública se encuentra condicionada por otros aspectos del sistema. En un sistema de innovación empresarial débil, existe una demanda limitada de innovación por parte de los productores: las empresas que no son innovadoras tampoco exigen a sus proveedores que innoven. Hay cierta interacción entre empresas e institutos, pero la cooperación entre las empresas comerciales y las instituciones que se dedican a la investigación es escasa. Aunque el Plan Nacional de Desarrollo (PND) hace hincapié en la demanda de innovación social, hasta el momento existen pocas opciones para articular o hacer efectiva esa posible demanda (por ejemplo, de las comunidades rurales excluidas y de aquellas comunidades urbanas desfavorecidas desde la óptica social).

Desarrollo de recursos humanos

Ha habido un progreso considerable en el desarrollo de capital humano durante la última década:

- A nivel de educación secundaria, las tasas de matrícula aumentaron aceleradamente entre 2002 y 2009. Las puntuaciones del ejercicio del Programa Internacional para la Evaluación de Estudiantes (PISA) de la OCDE mejoraron significativamente entre 2006 y 2009, no sólo en lectura sino también en matemáticas y ciencias. Sin embargo, muchos estudiantes graduados de bachillerato aún no están "listos para la universidad", a la vista de sus logros en ciencias y matemáticas.
- En cuanto a la educación superior, el número de matrículas aumentó de alrededor de un millón en 2000 a casi 1,7 millones en 2010, y la proporción del cohorte en edad universitaria (17 a 21 años) matriculado en programas de pregrado subió del 24% al 37%.
- El porcentaje de estos alumnos que se matriculó en ciencias e ingeniería fue superior al de otros países de LAC. Sin embargo, a pesar de los crecientes niveles de participación en la educación superior, a finales del 2000 Colombia quedó rezagada frente a otros seis países de LAC en términos de participación en la educación superior.
- La disparidad fue aún mayor a nivel de doctorados, puesto que el número de personas con estudios doctorales en ciencias, ingeniería y otras áreas por cada 100.000 habitantes es inferior al de otros diez países de América Latina y el Caribe.
- El SENA, agencia de educación vocacional y aprendizaje de gran trayectoria y reconocimiento a nivel nacional, financiado por un gravamen sobre la nómina, juega un papel fundamental en la formación de la fuerza laboral que no cuenta con educación superior. Ofrece también educación de nivel superior (aproximadamente a un 3,8% de personas entre los 15 y los 24 años de edad), pero su tarea principal es el desarrollo de las competencias laborales. En 2011, el SENA capacitó a 7,9 millones de personas a través de sus 116 centros de formación.

La incidencia del género, los ingresos y las desigualdades regionales en el acceso a la educación superior ha disminuido, pero sigue siendo un problema. Otras ineficiencias también obstaculizan el paso de la escuela a la universidad. Puesto que no existe una agencia nacional que reúna y administre las solicitudes para el ingreso a la universidad, el proceso es complejo y el resultado incierto para los estudiantes; las universidades no tienen certeza del número posible de matrículas, puesto que los buenos estudiantes reciben varias ofertas. Es difícil pasar de la formación técnica o laboral a la universidad. La educación superior padece una tasa general de deserción del 45%, que se acrecienta de manera inversa en relación con los ingresos de los padres. En 2011, aún no era posible otorgar una beca a todos los postulantes universitarios talentosos. La educación a nivel universitario, por ende, sigue dependiendo fuertemente de los ingresos de los padres.

El equilibrio entre la educación técnica y la educación superior es problemático en gran parte de América Latina, donde generalmente el 70 % del cohorte recibe educación superior y el 30% educación técnica. Esta "pirámide invertida" existe en Colombia. La relación en países de la OCDE (especialmente en algunas partes de Europa) es contraria,

por lo general. Dada la carencia relativa de ocupaciones técnicas de nivel medio en las empresas colombianas, esto parece explicar, hasta cierto punto, los reiterados comentarios de la industria, acerca de una escasez de personal cualificado y la falta de experiencia en funciones de nivel medio.

En los niveles actuales, los flujos de recursos humanos de la educación superior no parecen suficientes para permitir que el sistema de innovación del país reduzca rápidamente la brecha con los competidores internacionales. En efecto, a pesar del crecimiento durante la última década, los recursos humanos pueden confinar la capacidad que el sistema de innovación tiene para absorber, de manera eficaz, la expansión de la financiación de CTI que se espera tras los recientes cambios fundamentales en el contexto político e institucional del sistema de innovación del país y el firme compromiso del gobierno colombiano.

Colciencias está poniendo a disposición recursos cuantiosos para producir más PhDs (estudiantes graduados de programas doctorales), principalmente en la educación superior, pero también con el ánimo de aumentar el número de doctores en la industria, donde son súmamente escasos. Aunque el SENA es un instrumento poderoso para la educación y la formación profesional y ofrece capacitación media, en empresa tras empresa, sigue existiendo un vacío de destrezas en este nivel, especialmente en áreas como el diseño, la gestión de proyectos y la logística, así como en la gerencia. Los incentivos para que las empresas faciliten la formación son débiles: dada la escasez, una empresa que dedique recursos para aumentar su inventario de estas habilidades, corre el riesgo de ver a sus beneficiarios buscar mejores oportunidades en otro lugar. Una mayor provisión de educación superior e incentivos a las empresas para formar a más personas de las que en realidad necesitan constituye una alternativa para atacar este problema. La presencia de empresas multinacionales (EMN), cuyas actividades van más allá de las ventas y la fabricación básica, podría ayudar a solucionar la escasez. También contribuiría el que las OIT dedicasen mayor atención a la formación y a motivar al personal más joven a que se traslade a la industria después de un tiempo (como lo hace la sociedad Alemana *Fraunhofer* y otras OIT internacionales).

Infraestructura de banda ancha

La infraestructura de banda ancha proporciona una plataforma para la innovación y para el desarrollo social y económico. Colombia, como muchos países de la OCDE, destaca la relación positiva entre el uso y acceso a banda ancha y el desarrollo económico dentro de su estrategia para desarrollar el ecosistema digital colombiano.

Al reconocer la necesidad de aumentar las conexiones y la velocidad de banda ancha, el gobierno busca ampliar las conexiones a lo largo de todas las regiones y cuadruplicar el número de conexiones, para que pasen de 2,2 millones en 2010, a 8,8 millones en 2014. Con 7,2 millones de conexiones a mediados de 2013, probablemente alcanzará su objetivo. Más aún, actualmente se está desplegando una red troncal de fibra en una asociación público-privada para conectar 1078 municipios y el 96% del territorio en 2014. A través de esta iniciativa, el número de municipios conectados creció desde unos 200 en 2010 a 777 a mediados de 2013.

Propiedad intelectual

En Colombia, las empresas e instituciones de investigación dependen menos de patentes, marcas, derechos de diseño y modelos utilitarios para proteger sus invenciones que en la mayoría de los países de la OCDE y que algunos de los vecinos más avanzados

de la región. Sólo unos pocos actores, en algunas universidades o grandes empresas avanzadas, se encuentran en condiciones de solicitar patentes internacionales. La falta de habilidades, la débil infraestructura de investigación y las diversas barreras que entorpecen las operaciones de las empresas, contribuyen al desempeño deficiente que tiene Colombia en materia de propiedad intelectual.

Dado que los investigadores, al igual que los funcionarios públicos, no pueden tener ingresos aparte de su salario, éstos no pueden participar en *spin-off*. Esto ha dificultado que varias universidades públicas desarrollen aplicaciones comerciales basadas en su PI. Las universidades privadas también deben abordar la cuestión de las *spin-off*, puesto que la ley sobre organizaciones sin fines de lucro estipula que no pueden crear actividades lucrativas. Los responsables de la PI en las universidades son conscientes de que los buenos resultados requieren comercialización y están interesados en encontrar formas de apoyarla.

Gobernanza de la ciencia, la tecnología y la innovación (CTI)

Un sistema nacional de innovación abarca una amplia gama de actores: empresas, organizaciones de investigación, gobierno y muchas otras instituciones. En Colombia, la naturaleza altamente regionalizada del país también desempeña un papel. A nivel nacional, el Departamento Nacional de Planeación (DNP) se encarga de la coordinación general de la política gubernamental para el desarrollo económico y social.

Colciencias es un actor clave en materia de CTI. De acuerdo con su plan estratégico para 2011-14, tiene tres actividades principales: coordinar, desarrollar e implementar políticas para el "sistema nacional de ciencia, tecnología e innovación"; desarrollar capacidades y programas de innovación e investigación, con el fin de apoyar el desarrollo económico y social en el sector de la educación superior, la investigación y los negocios y, finalmente, desarrollar capital humano para la investigación y la innovación. Colciencias ofrece una extensa variedad de instrumentos de financiación de la innovación y la investigación. Dirige 11 consejos de investigación, de los cuales dos terceras partes están compuestas por investigadores. Tiene fuertes redes de interacción con la comunidad académica, mucho más que en el ámbito empresarial. Abarca las funciones de un ministerio de ciencias, consejo de investigación y agencia de innovación (de tal forma que la formulación de políticas y su ejecución no se encuentren aisladas desde el punto de vista funcional) y coordina las políticas de innovación e investigación en todos los ámbitos gubernamentales. Como resultado, su desempeño es muy importante para el éxito del sistema de investigación e innovación.

Colciencias se ocupa de las secretarías del Consejo Nacional de Ciencia, Tecnología e Innovación y el Consejo Nacional de Programas, que supervisa una serie de programas orientados hacia la innovación. La Comisión Nacional de Competitividad e Innovación coordina el esfuerzo nacional para mejorar la competitividad, a través del "Sistema Nacional de Competitividad e Innovación". El presidente de Colombia lidera la reunión anual de las partes interesadas del sector público y privado de la Comisión, que incluyen los ministerios sectoriales y el consejo de competitividad del sector privado. El ejecutivo y la secretaría de la Comisión se reúnen con frecuencia. Las comisiones homólogas en cada región planifican el desarrollo de los sistemas regionales de innovación y brindan insumos para la planeación nacional. De hecho, hay dos sistemas de gobierno paralelo que se encargan de la innovación: uno, desde la perspectiva de la investigación y otro, desde la de la competitividad. Aunque los ministerios del sector participan en la Comisión Nacional de Competitividad e Innovación, éstos también mantienen estrategias individuales independientes.

Los laboratorios de los ministerios sectoriales ofrecen investigación y servicios técnicos relacionados con misiones. El Ministerio de Comercio, Industria y Turismo (MCIT) cuenta con importantes actividades relacionadas con la innovación, entre ellas el Programa de Transformación Productiva que coordina las actividades en torno al desarrollo del capital humano, la normativa, las infraestructuras y la sostenibilidad, fortaleciendo la industria, así como la innovación en 16 industrias "estratégicas". También financia el programa "Innpulsa", dirigido por Bancoldex, el banco estatal de desarrollo, que promueve un crecimiento empresarial más rápido enfocado en la innovación, la iniciativa empresarial y los ecosistemas regionales. El SENA se encuentra vinculado con el Ministerio de Trabajo. Además de su papel en la educación vocacional y la formación profesional, el SENA también tiene 15 parques tecnológicos, dos centros dedicados al desarrollo tecnológico y un pequeño servicio de extensión industrial. También financia proyectos de I+D relacionados con la capacitación. El Ministerio de Tecnologías de la Información y las Comunicaciones (MinTIC) ejecuta un amplio programa de innovación con Colciencias, para fomentar la investigación y el desarrollo en el sector de las tecnologías de la información (TI), así como la innovación en el conjunto del gobierno en línea del país y el uso de las TIC por parte del sector público y promover la innovación en las TIC como palanca para el desarrollo económico.

Por su parte, las regiones producen e implementan sus propias políticas regionales de desarrollo e innovación. El complejo proceso de financiar proyectos con base en las regalías del sector mineral reveló las dificultades de la coordinación temática entre regiones y entre las regiones y el Estado.

Marco conceptual de la política de CTI

En la gobernanza colombiana, la idea de "sistemas" de innovación está estrechamente vinculada a las instituciones, tanto a las organizaciones estatales formales como a los sistemas de comités. En el PND, la innovación se trata como una cadena de desarrollo, independiente de las ramas y los sectores económicos principales. Esta compartimentación conceptual se asocia con otra perspectiva que también traza límites en torno a las actividades y los actores de la CTI –principalmente los actores públicos y gubernamentales– y los separa de otras actividades y actores de la economía y la sociedad. Es la idea de que el "sistema" –definido, más bien, de manera limitada– constituye la oferta del proceso de innovación (los supuestos "productores de conocimiento") y la demanda se encuentra en empresas comerciales en los demás sectores de la economía.

El origen histórico de Colciencias como financiador de la ciencia puede explicar en parte el predominio de este modelo de "empuje científico" y la proliferación de instrumentos de apoyo a la interfaz y la comercialización en organizaciones públicas. Estos, sin embargo, son deficientes a la hora de respaldar directamente la construcción de capacidades de innovación en el sector empresarial. Esta opinión se ve reforzada por la comprensible renuencia de los funcionarios en un país que históricamente ha estado plagado de corrupción para subvencionar las empresas. El papel relativamente débil de la industria y el peso correspondiente de las organizaciones públicas de investigación en el sistema de innovación también caracteriza a muchos otros países que se encuentran atravesando la misma etapa de desarrollo que Colombia. Sin embargo, los negocios son la fuerza motriz de los sistemas de innovación y la innovación empresarial, por su parte, implica mucho más que I+D, tal como lo enfatiza la Estrategia de Innovación de la OCDE.

Los aspectos claves del diseño de la política de innovación en el contexto de una economía emergente incluyen:

- La intensidad del diseño, la ingeniería y otras actividades afines en los procesos de innovación, no solo la intensidad de I+D, así como la importancia de que las empresas acumulen recursos humanos y otras capacidades en éstas y otras áreas, como la arquitectura y la planeación, muchas de ellas en el sector servicios y no en el sector manufacturero. Esto implica un aumento de la oferta de recursos humanos altamente cualificados y un estímulo para la demanda de los mismos en el sector empresarial.
- Crear esas capacidades no sólo en los organismos de educación y formación, sino también a través del gasto en capacitación y la adquisición organizada de experiencia dentro del sector empresarial.

Alcance para mejorar y continuar desarrollando la política de innovación

Los recursos que ha puesto a disposición la decisión del gobierno de destinar el 10% de las regalías mineras a la ciencia, la tecnología y la innovación ofrecen una gran oportunidad de mejorar y desarrollar las políticas. Hacen que sea posible ampliar el esfuerzo del gobierno para fomentar la innovación en la industria y los servicios. Hoy en día, la innovación se limita a un pequeño subconjunto de empresas. La ampliación supone extender y acentuar este esfuerzo para abarcar más actores y más sectores de la sociedad.

A pesar de que Colombia ha reconocido la necesidad de coordinación en el sistema nacional de innovación, aún es difícil enfrentar retos "horizontales" (tales como las cuestiones ambientales) que afectan a muchos ministerios y sectores de la sociedad y utilizar el poder colectivo de las diversas partes del el sistema de investigación y las universidades para resolverlos. Encontrar maneras de coordinar el desarrollo de una política de CTI más integradora y global constituye un desafío político importante para Colombia, así como para muchos otros países.

El abordar los bajos niveles de innovación y productividad en la industria y en los servicios - sectores directamente vinculados con la creación de riqueza- es quizá el área más importante para el desarrollo de políticas de innovación. Esto requerirá una combinación de políticas que motive y permita a los productores desarrollar capacidades internas de absorción e innovación y que los someta a una presión competitiva de tener un buen rendimiento. Para lograr un impacto económico significativo, dichas políticas tendrán que ser incluyentes y ubicuas, con el fin de atender a empresas de todos los tamaños y sectores, incluido el sector informal, especialmente mediante un mayor apoyo a la innovación social. Teniendo en cuenta su importancia, la política para fortalecer la pertinencia, la calidad y la productividad de las universidades y de los institutos de investigación constituye un mecanismo crucial para patrocinar el desarrollo de los productores a través de la provisión de capital humano y conocimiento.

La política de innovación de Colombia tiene una base sólida en los institutos sectoriales de investigación en agricultura y ciertas áreas de la industria, y algunos laboratorios estatales parecen no haber aprovechado su potencial de innovación. Los institutos agrícolas han desempeñado un papel importante en el crecimiento de años anteriores, así como en las exportaciones de productos agrícolas, mientras que el desempeño de los institutos industriales ha sido más dispar. El sector de las instituciones necesita modernización, diversificación y consolidación, con una orientación cada vez mayor hacia las tecnologías y no hacia las ramas de la industria.

Colombia ha hecho un gran esfuerzo para ampliar y mejorar la educación y hacer frente a las desigualdades en la educación primaria y secundaria, por ejemplo, a través del programa Computadores para la Educación. También ha habido un impulso importante para actualizar las competencias laborales y profesionales. Como siguiente paso, será necesario reducir el desequilibrio entre la producción de los institutos técnicos/tecnológicos y las universidades, a fin de abordar la escasez de habilidades de nivel medio. El acceso desigual a la educación, incluida la educación superior, se debe percibir no sólo como un hecho injusto, sino también como un uso ineficiente de los recursos humanos y un freno para el desarrollo. Por eso, la reducción de esta desigualdad merece atención política.

Los programas e instrumentos de gobierno recientemente implementados tienden a centrarse en la formación de doctores (PhD), la comercialización de producción de conocimiento con base en investigación (comparativamente débil) y el fomento de iniciativas de emprendimiento de tipo ‘startup’ (nuevas empresas). Se basan, en gran medida, en modelos que son adecuados para las mejores universidades, como el MIT, pero que resultan menos aplicables en otros lugares, incluso en muchos entornos de países de la OCDE. Como resultado, el impulso de la política de innovación deja de lado a gran parte de la industria establecida. Un desarrollo adicional requerirá la modernización de las habilidades de innovación de mediano y alto nivel de la industria establecida y la diversificación hacia nuevas actividades, posibles gracias a dichas habilidades mejoradas; todo esto, por supuesto, sin perder de vista la tecnología de punta.

Dada la complejidad de los sistemas de innovación, el mejorar la política de innovación de Colombia requiere un equilibrio adecuado entre los diferentes medios de fomento de la innovación que resulten apropiados para el contexto colombiano. El objetivo de la política de innovación es facilitar el funcionamiento del sistema nacional de investigación e innovación en su totalidad, que implica una compleja interacción de oferta y demanda entre muchos actores. El sector empresarial, el sistema de educación y formación, el sistema de financiación, la gobernanza y una serie de instituciones -desde los bancos hasta la oficina de patentes-, deben funcionar correctamente y estar vinculados de manera eficiente si se quiere lograr un buen funcionamiento del sistema de investigación e innovación. Con el desarrollo, los diversos elementos del sistema necesitan crecer en concierto, manteniendo un equilibrio (a veces cambiante) entre las partes para evitar la escasez o el exceso de capacidad. El cometido de la política es, por consiguiente, monitorear los resultados del sistema e intervenir para limar rendimientos deficientes o desequilibrios. El centrarse en partes individuales del sistema -por ejemplo, en la oferta de doctorados o de capital de riesgo- es poco probable que satisfaga la necesidad de que todas las partes del sistema tengan un buen desempeño. Por el contrario, la política se debe basar en un análisis continuo que determine cuáles son las partes del sistema de innovación con un bajo rendimiento; se deben calcular intervenciones de política para garantizar que se abordan las diferentes necesidades del sistema, de manera equilibrada. Los modelos que subyacen a la política de innovación deben ser sistémicos.

Tareas estratégicas

El objetivo general de la política de innovación en Colombia es impulsar el desarrollo económico y social, a fin de aumentar los ingresos y el bienestar y mejorar la sostenibilidad económica y social. Aunque Colombia ha presenciado desarrollos importantes y rápidos en los últimos años, se necesita un mejor desempeño en términos de innovación para lograr un crecimiento sostenible y mejores niveles de vida, mejorar la productividad y la competitividad internacional y enfrentar los desafíos sociales. La convergencia de Colombia a los niveles de la OCDE requiere un realce de las fortalezas de la industria y los recursos existentes y el explorar enfoques integrales: *upstream* (ascendentes), *downstream* (descendentes) y en áreas en las que se pueda explotar el potencial de Colombia.

El logro de estos objetivos implica acciones en tres campos principales. Uno se refiere a cambios en la estructura general del sistema de innovación y en su escala limitada en la actualidad; el segundo tiene que ver con cuestiones de gobernanza del sistema, y el tercero se ocupa de las actividades de los principales actores institucionales y organizacionales. Se deben llevar a cabo tareas importantes en los tres campos.

Escala y estructura general del sistema

- El presupuesto público total para actividades de CTI (el "normal" y el derivado de regalías) se debe aumentar a tasas comparables a las de otras economías emergentes que han procurado llegar a niveles de la OCDE. Las regalías que se asignarán para CTI no serán suficientes para alcanzar la escala deseada.
- La capacidad de absorción se debe fortalecer. La capacidad limitada del sistema para absorber de manera efectiva incluso el aumento de la financiación proveniente de las regalías de los minerales exige un cambio en la asignación de recursos hacia el fortalecimiento del capital humano y las habilidades necesarias para absorber el rápido crecimiento de la financiación de actividades relacionadas con CTI.
- A su vez, el sistema necesita un nuevo equilibrio fundamental para que las actividades de innovación se arraiguen mucho más profundamente en las empresas de todos los sectores, en lugar de permanecer concentradas en un número relativamente pequeño de organizaciones. Los recursos limitados disponibles se podrían utilizar para apalancar la innovación en el sector empresarial e inducir cambios duraderos en el comportamiento innovador y la estructura productiva de la economía colombiana.

Gobernanza del sistema

- El logro de los objetivos generales requerirá mantener y, en la medida de lo posible, institucionalizar el compromiso político con la educación, la ciencia, la tecnología y la innovación como motores de desarrollo.
- Las estructuras de gobernanza y los procesos de planificación y formulación de políticas se deben reforzar para reducir las inconsistencias creadas por la tensión entre el ciclo político cortoplacista y la naturaleza largoplacista del cambio en el sistema de innovación; también es imprescindible recompensar la continuidad de las políticas en gobiernos posteriores. Una tasa alta de rotación de personal también puede ser perjudicial.

- El poder de coordinación y gobernanza del Estado se debe utilizar para aumentar la cohesión (al reducir las disparidades entre regiones) y la coordinación a través de los "sistemas" de CTI e innovación y el conjunto más amplio de ministerios con un interés en asuntos relacionados con CTI, con el fin de minimizar la fragmentación del esfuerzo de desarrollo.
- A medio plazo, se necesitarán más fuentes principales de financiación de CTI. La disponibilidad de regalías minerales para financiar un aumento importante en el esfuerzo de innovación representa una gran oportunidad. Sin embargo, el desarrollo requiere mucha más inversión en CTI por parte de los productores y el gobierno. Eventualmente, el aporte del Estado para dicha inversión debe ser una parte permanente de su presupuesto normal, para evitar que se vuelva vulnerable a la disminución de los presupuestos en caso de que decline el flujo de regalías o haya una decisión política de reasignar esos ingresos extraordinarios, provenientes de las regalías, a otras prioridades.

Papel de los principales actores institucionales y organizacionales en el sistema

- Una incorporación más profunda de actividades innovadoras en la sociedad requiere una mayor competencia, una gama más amplia de mecanismos de apoyo y aumentar la proporción del gasto empresarial en I+D (business expenditure on R&D -BERD, por sus siglas en inglés) hasta un 50% en el curso de una década.
- Garantizar la capacidad de absorción y otras capacidades del sector empresarial para alcanzar este objetivo requiere el fortalecimiento y la ampliación de la gama de mecanismos para el desarrollo de mayores niveles de competencias y cualificaciones de la fuerza laboral (habilidades de nivel medio y alto), así como mejores redes de contactos e interacción –networking- entre empresas y el acceso a fuentes externas de conocimiento e inteligencia.
- Además de responder a la demanda de innovación mediada por mercado, identificada en el Plan Nacional de Desarrollo, el sistema de innovación también debe desarrollar medios más eficaces para satisfacer la demanda social de innovación que forma parte de la vía esperada, en términos del desarrollo de los principales motores de crecimiento, tales como la protección del medio ambiente, vivienda de interés social de buena calidad e infraestructuras asociadas y una mayor productividad agrícola.
- Además de modificar el equilibrio entre los diferentes actores de la innovación, se necesitan medidas sustanciales para mejorar las infraestructuras e instituciones (agencias de formación, institutos, universidades), a nivel nacional y regional, a fin de lograr los niveles de excelencia requeridos para cumplir con los estándares mundiales en el campo de la investigación y la educación y respaldar la innovación empresarial, de manera directa y a través de la provisión de capital humano.

Principios rectores

El objetivo principal de la política de innovación es mejorar el bienestar y promover el desarrollo mediante el mejoramiento del desempeño económico. Busca optimizar la capacidad de las diversas partes del sistema nacional de innovación para llevar a cabo sus respectivas funciones. El aumento de la tasa de innovación requiere incentivos para

mitigar las deficiencias del mercado donde se producen, como reducir los riesgos para las empresas que participan en investigación más a largo plazo. La naturaleza de interconexión que presenta la innovación, así como la interdependencia resultante de las organizaciones implicadas, exige intervenciones que promueven la creación eficaz de redes -networking-. Así como la construcción de vehículos más rápidos no sólo requiere el desarrollo de un motor más potente, sino también de un chasis más sólido, un sistema de transmisión mejorado, neumáticos más grandes y más robustos y frenos más fuertes-, una mayor innovación necesita un enfoque de política sistémica que busque garantizar el desarrollo equilibrado de las diferentes partes del sistema de innovación.

- *Tener en cuenta la naturaleza sistémica de la innovación.* Una política de innovación y desarrollo que tiene éxito reconoce la naturaleza sistémica de la innovación. El papel de los formuladores de políticas es monitorear las diferentes partes del sistema de innovación, ofrecer condiciones generales favorables para la innovación e intervenir cuando sea necesario para proporcionar incentivos que mitiguen las fallas sistémicas y del mercado.
- *Situar a los productores en el centro del sistema de innovación.* En las economías dinámicas desde la perspectiva tecnológica, pero aún no en Colombia, las empresas productivas -públicas y privadas de todos los sectores, incluido el sector servicios- son el núcleo del sistema de innovación. La innovación que emprenden estas empresas -a menudo en un esfuerzo conjunto que implica la interacción con otras empresas y, en ocasiones, el uso de conocimientos procedentes de universidades e institutos públicos- se traduce en una mayor productividad, nuevos productos y nuevos sectores, nuevos empleos, mayores ingresos y un mayor bienestar. En consecuencia, la capacidad de innovación de estas empresas constituye el motor central de los sistemas dinámicos de innovación. Las prioridades de las políticas se deben centrar mucho más intensamente en el mejoramiento de las capacidades de innovación y las actividades de las empresas y, por lo tanto, de sus resultados económicos. Otras medidas de política han de estar en sintonía con el desarrollo de todos los componentes de un sistema integrado de innovación que responda a las necesidades de innovación en las empresas. Esto se debe hacer más directamente que antes.
- *Adoptar un enfoque amplio hacia la innovación* al abordar no sólo la innovación tecnológica, sino también la innovación no tecnológica o "blanda", que incluye modelos organizacionales, empresariales, de marketing, etc. Evitar que el enfoque de la política se restrinja a la "alta tecnología". Enfatizar la innovación en servicios basados en el conocimiento y en otro tipo de servicios y abordar los límites cambiantes entre la industria y los servicios en nuevos modelos de negocio. En consecuencia, el alcance de la política de innovación debe ser más amplio y permear todos los sectores institucionales y económicos.
- *Fortalecer la inclusión del sistema de innovación.* Esto es deseable en sí mismo y porque propicia una innovación efectiva y eficiente. El superar los efectos de la desigualdad de ingresos en el acceso a la educación, por ejemplo, implicaría una asignación más eficiente del conjunto de talentos colombianos. La inclusión social tiene el mismo impacto y también facilita el traducir mejor las necesidades sociales en señales de insuficiencia y posible demanda de innovación.

- *Equilibrar la combinación de políticas de innovación.* Las medidas y los objetivos de la política de innovación deben estar en equilibrio. Las funciones complementarias de la investigación básica y aquella orientada hacia la innovación, por ejemplo, implican que una no se puede lograr de manera efectiva en ausencia de la otra. Sin embargo, en una economía emergente como la de Colombia, el equilibrio, generalmente y por una buena razón, se inclina más hacia la investigación aplicada que en la mayoría de las economías de la OCDE. Durante la fase de "puesta al día", los países se basan más en los beneficios indirectos del sistema científico mundial, pero a medida que se aproximan a la "frontera tecnológica" aumenta la necesidad de desarrollar nuevos conocimientos. Por lo tanto, se debe encontrar un equilibrio apropiado para el desarrollo de Colombia, entre las políticas de innovación selectivas y "ascendentes (*bottom-up*)", entre innovación nueva para el país y nueva para el mundo y entre la prestación de apoyo a empresas y a universidades e institutos tecnológicos y de investigación.
- *Evitar el exceso de centralización.* El carácter endógeno de la innovación implica que la política de innovación y la innovación, como tal, no pueden quedar altamente centralizadas. A pesar de los problemas de coordinación que conlleva la "integración" de la investigación y la innovación en las distintas entidades del gobierno, la gestión de la innovación y la investigación debería involucrar a todos los ministerios y sus agencias. Si bien hay muchas razones para asignar tareas de coordinación a determinadas partes del sistema, un enfoque limitado a un "Ministerio de Ciencia" que no incluya ni empodere a los demás reduce la eficacia del sistema de innovación en su conjunto y el papel de la política de innovación para atender las necesidades de la sociedad.
- *Crear procesos objetivos, independientes y transparentes de asignación de recursos.* La política de investigación e innovación con frecuencia implica la asignación competitiva de recursos. El proceso utilizado debe ser objetivo, independiente y transparente por razones de equidad, pero sobre todo porque la claridad y el uso de criterios de decisión que promuevan proyectos de alta calidad y relevancia son más eficientes y eficaces.
- *Generar confianza en las instituciones que prestan financiación y otros entes gubernamentales.* La confianza se crea a través de una combinación de apertura y rectitud, con transparencia en la financiación respaldada por auditorías periódicas y sanciones públicas en caso de fraude. Resulta difícil encontrar ejemplos exitosos de generación de confianza a través de reglas burocráticas de procedimientos y trámites administrativos.
- *Fortalecer la "inteligencia estratégica".* Una base sólida para el "análisis de cuellos de botella" en el desempeño general del sistema de innovación requiere inteligencia estratégica en forma de estadísticas, análisis cualitativo y retroalimentación a partir de evaluaciones de la efectividad de las intervenciones políticas. Es clave que una buena recopilación de datos, análisis independientes y una evaluación integral y formativa formen parte tradicional de las prácticas nacionales de recopilación de inteligencia estratégica.

Recomendaciones

A la luz de estos principios y el análisis subyacente, es posible hacer algunas recomendaciones específicas para Colombia. Su implementación requerirá un mayor análisis local y el uso de procesos que involucren a las partes interesadas y a otros actores relevantes en su diseño detallado.

Mejorar las condiciones marco para la innovación y el emprendimiento

Colombia ha sufrido las consecuencias de niveles altos de conflicto e inseguridad. Los costos incluyen una gran pérdida de vidas y el desplazamiento forzoso de muchas personas. Es difícil calcular el impacto en el desarrollo económico y social del país, pero, además del costo humano, ha significado: i) una fuga de gasto público hacia asuntos de seguridad; ii) el efecto del desplazamiento generalizado de comunidades en los niveles nacionales de pobreza; iii) la interrupción de la educación escolar y los servicios de salud, y iv) restricciones en la inversión en agricultura, minería y turismo. Durante la última década, la seguridad ha mejorado considerablemente y hay esperanza de que continúe la tendencia. Una mayor seguridad puede aumentar la demanda de actividades de CTI en materia de agricultura y desarrollo rural, y, en general, mejorar el entorno para la innovación en todos los ámbitos.

Con el tiempo, Colombia ha hecho grandes progresos en la apertura de su economía, incluyendo una serie de importantes tratados de libre comercio. El papel del comercio y la inversión extranjera directa (IED) han aumentado en la última década. Algunas industrias, especialmente en el sector minero, han atraído grandes cantidades de IED.

En los últimos años, Colombia ha mejorado continuamente el marco regulatorio para los negocios, un factor determinante para la actividad de innovación. Esto se tradujo en la mejora de varios de los indicadores Doing Business del Banco Mundial, como el pago de impuestos, la protección de los inversionistas y la resolución de la insolvencia. En general, Colombia ocupa el puesto 43 de 189 países. Según el Banco Mundial, Colombia se ha convertido en "un líder regional en la reducción de la brecha, con las prácticas reglamentarias más eficientes del mundo". Sin embargo, aún existen debilidades, por ejemplo, en la ejecución de contratos. Al igual que en otros países, hay poco capital disponible para inversiones de riesgo. La falta de confianza, por ejemplo en la efectividad de las instituciones legales, representa un problema importante. En general, aunque el entorno legal y regulatorio ha mejorado en varios aspectos en los últimos años (por ejemplo, en cuanto al tiempo para resolver litigios legales, la simplificación de los procesos judiciales y un mayor uso de las TIC en el sistema judicial), aún existen limitaciones significativas como la prevalencia de una burocracia más onerosa que en el país promedio de la OCDE. Según los indicadores Doing Business del Banco Mundial, la posición relativa de Colombia en materia de creación de una empresa ha mejorado considerablemente en los últimos diez años, con reducciones sostenidas en el número de trámites, el tiempo que se necesita para iniciar un negocio y en el costo relativo de hacerlo. Más aún, se ha producido un notable enfoque en políticas sobre espíritu empresarial innovador, incluyendo actividades apoyadas por el MinTIC, Colciencias, SENA e Innpulsa. Sin embargo, como señala la evaluación económica reciente de la OCDE, el sistema fiscal y el marco regulatorio para la iniciativa empresarial se podrían mejorar aún más. Además, el análisis del indicador de regulación del mercado de productos (PMR) de la OCDE muestra que las cargas administrativas para las empresas de propietario único y para algunas start-up son relativamente altas en comparación con las economías de la OCDE.

La presión competitiva es uno de los incentivos más poderosos para innovar. En algunos sectores, sin embargo, la concentración excesiva constituye un obstáculo. En general, las limitadas presiones competitivas sobre las empresas colombianas pueden haber restringido significativamente la innovación. La Ley de Competencia de 2009 es parte de un esfuerzo para reformar las instituciones y los procesos que afectan a la competitividad y proporciona un nuevo marco. Aunque es demasiado pronto para evaluar su impacto, ya se ha vislumbrado la necesidad de fortalecerla.

El gobierno está trabajando actualmente para aumentar la eficiencia y la transparencia del sector público y reconoce el papel decisivo que desempeñan las TIC en este sentido. Como parte de un extenso programa de gobierno en línea, muchos de los servicios para los ciudadanos y las empresas se ofrecen por Internet y se han desarrollado mecanismos para fomentar la participación de los ciudadanos en actividades del gobierno. La plataforma "Urna de Cristal" fue desarrollada para aumentar la transparencia de las actividades gubernamentales y servir como canal de comunicación entre los ciudadanos y el gobierno. Además, se ha establecido un programa para mejorar el uso de las TIC y la buena gobernanza a través de ellas en el sector público y se ha suscrito un acuerdo para un centro de innovación de gobierno en línea entre el Ministerio y el Departamento de las Naciones Unidas para Asuntos Económicos y Sociales (DAES).

La nueva red nacional de fibra óptica proporcionará conectividad de red troncal en todo el país y representa un paso importante en la construcción de una economía digital. El despliegue hacia municipios remotos puede ayudar a cerrar la brecha digital entre las zonas rurales y urbanas. La troncal actúa como mecanismo de transporte de alta capacidad entre municipios; el siguiente paso será ampliar el alcance del acceso a Internet de alta velocidad a todas las empresas y los hogares.

- *Establecer y mantener un entorno macroeconómico favorable*, fomentando la inversión en ciencia, tecnología e innovación.
- *Continuar el proceso de reforma regulatoria*, que ha dado algunos frutos y ahora se centra en el fortalecimiento de las instituciones.
- *Mejorar el atractivo de Colombia para la inversión en actividades innovadoras*. Las áreas de atención incluyen la carga administrativa que enfrentan algunas empresas, los obstáculos de las pequeñas y medianas empresas (PYMEs) para obtener financiación y los problemas para financiar inversiones de mayor riesgo, incluso a través de fuentes públicas.
- *Aumentar la eficiencia del sector público a través de un mayor uso de las TIC en todos los ministerios y a nivel nacional y regional y promover la innovación en esta área*. Se debe fortalecer y ampliar la función de coordinación del MinTIC y su habilidad de promover innovación relevante. El nombramiento de un segundo viceministro, quien se desempeña como jefe nacional de servicios informáticos (CIO- por sus siglas en inglés) para coordinar el uso de las TIC a lo largo del sector público colombiano y supervisar todas las iniciativas de gobierno en línea es un paso prometedor.
- *Continuar aumentando el número de servicios de gobierno en línea y controlar la calidad del servicio*. El gobierno ha aumentado rápidamente los servicios de gobierno en línea en los últimos años. Estos esfuerzos deben continuar; se debe incluir la posibilidad de pagar impuestos por Internet. Además de monitorear la

cantidad de servicios electrónicos ofrecidos, se debe evaluar la calidad de los mismos e implementar mejoras cuando resulte necesario.

- *Estimular la competencia en el sector de las telecomunicaciones.* Esto será clave para un mayor acceso y uso de los servicios de banda ancha. La subasta de espectro electromagnético de 2013 aumentó el número de operadores de telefonía móvil y la de 2014 brindará una oportunidad para aumentar la competencia en este mercado.
- *Seguir promoviendo la adopción de la banda ancha por las empresas y los hogares* y conectando más empresas y hogares, también en las zonas remotas y más allá de los municipios. Continuar con el despliegue de puntos de acceso a Internet, tales como quioscos y puntos “Vive Digital”.
- *Garantizar el acceso a Internet de bajo costo*, especialmente para la población de menores ingresos. Se deben mantener medidas para facilitar el acceso a la banda ancha, incluso a través de los servicios fijos e inalámbricos. Además, se deben de reducir las barreras al acceso de los dispositivos portátiles, especialmente los teléfonos inteligentes (*smartphones*), de manera de incrementar acceso a los servicios de comunicaciones.
- Asignar suficiente espectro electromagnético para servicios de comunicaciones móviles para lograr satisfacer la creciente demanda de datos móviles.

Reforzar la contribución del sistema de propiedad intelectual a la innovación

Los derechos de propiedad intelectual (DPI) efectivos fomentan la invención en el área de la tecnología (patentes), el sector empresarial (marcas registradas), las artes, el software (copyright) e incluso en sectores tradicionales (indicaciones geográficas). Los sistemas nacionales de PI pueden alentar a las empresas nacionales a inventar, a las universidades nacionales a transferir conocimientos y a firmas extranjeras a implementar o conceder licencias de nuevas tecnologías. Los regímenes de PI también determinan la capacidad para acceder a los conocimientos existentes de manera eficiente. Las universidades organismos públicos de investigación utilizan instrumentos de propiedad intelectual para aumentar el impacto económico de su investigación, no sólo como una posible fuente de ingresos sino, lo que es más importante, como una carta de presentación para fomentar una colaboración más estrecha con la industria.

Actualmente, la Superintendencia de Industria y Comercio (SIC) otorga la protección de la propiedad industrial y también se encarga de regular la competencia. El Instituto Colombiano Agropecuario (ICA) se ocupa de proteger las variedades vegetales y la Oficina de Derechos de Autor maneja lo concerniente al *copyright*. Varias iniciativas recientes para mejorar el funcionamiento del sistema de PI de Colombia prometen elevar su calidad (por ejemplo, con la adopción de medidas para reducir los retrasos y la concesión de facultades jurisdiccionales a las oficinas de PI para mejorar su aplicación). Un análisis del sistema colombiano de propiedad intelectual (OCDE, 2014) concluye que el compromiso con la reforma del sistema de PI debe continuar, de manera que la calidad de dicho sistema invite a la innovación. El impacto general del sistema de PI en la innovación dependerá de la coordinación de las políticas de innovación y de PI.

- Asegurar que la Comisión Intersectorial de Propiedad Intelectual hace avanzar la agenda de “propiedad intelectual para la innovación”. Para su éxito también será necesario un enfoque explícito en la innovación, la participación del sector

privado, dotarse de políticas de alto nivel y la aplicación de decisiones por parte de las entidades públicas.

- Además de las patentes, apoyar el uso de instrumentos como marcas registradas, derechos de autor, derechos de diseño, modelos de utilidad y protección de conocimientos tradicionales e indicadores geográficos. Estos instrumentos proporcionan oportunidades para incluir a un grupo más grande de innovadores, en particular las PYMEs y las empresas de los sectores tradicionales. Colombia también debe seguir apoyando las indicaciones geográficas con mayor potencial a través de asociaciones con capacidad para convertir identificadores geográficos en actividades con éxito comercial. Se debe corregir el uso deficiente de los modelos de utilidad, posiblemente con medidas dirigidas a las partes relevantes del sector empresarial, puesto que pueden contribuir a las capacidades de innovación.
- Facilitar una mayor utilización del sistema de PI a través de servicios regionales para posibles usuarios fuera de Bogotá e invertir en campañas de sensibilización. Se pueden ofrecer servicios de asesoramiento que muestren cómo los servicios de PI pueden facilitar el desempeño en innovación. Los procedimientos simplificados y descuentos en los costos relacionados con la solicitud de PI son más efectivos si se combinan con políticas de apoyo a la innovación.
- *Fortalecer la comercialización de la PI existente.* Para ello será necesario brindar a los investigadores públicos más flexibilidad para participar en *spin-offs* y animar a las universidades públicas a cooperar con la industria. También requerirá el apoyo continuo a instituciones que presten servicios de evaluación de tecnología para identificar áreas de investigación con potencial de comercialización y ayuden a vincular las universidades con la empresa privada.
- *Simplificar los programas de apoyo.* Los programas de apoyo para fomentar el uso de la propiedad intelectual tendrán un impacto mayor si los procedimientos de aplicación se simplifican y acortan y si los requisitos de información eliminan el temor de ciertos actores a compartir información crítica sobre sus invenciones.

Intensificar la diversificación de la producción

La creciente concentración de exportaciones de minerales en la última década, junto con la considerable apreciación de la moneda, destaca la necesidad de una diversificación de la producción más acelerada hacia manufacturas y servicios comerciables de mayor valor agregado. En general, se trata de una cuestión de política de larga data, tanto en Colombia como en América Latina. Históricamente, en Colombia y en la región, la diversificación generalmente se enmarca en términos de manufacturas, mientras que a menudo se descuidan los servicios.

La política de diversificación reciente en Colombia le apunta poco a ciertas industrias "estratégicas" (como aquellas consideradas de alta tecnología, incluyendo, en general, actividades en CTI, la biotecnología, la industria farmacéutica y la industria aeroespacial, etc.), pues se centra más en identificar posibles nuevas industrias y actividades que se encuentran "cerca" a las áreas existentes de ventajas comparativas y ofrecen oportunidades para el desarrollo de nuevas áreas, como base para las exportaciones. Existe una dependencia considerable en la facilitación; las agencias gubernamentales interactúan con empresas para identificar áreas de diversificación. A lo largo de una serie de periodos de gobierno, se han implementado varios de estos planes. El PND (2010-14) hizo hincapié en este tipo de iniciativas al enfocar el primero de cinco motores de

crecimiento y el desarrollo en los supuestos sectores basados en la innovación; el Programa de Transformación de la Producción del Ministerio de Comercio, Industria y Turismo (MCIT) desempeña actualmente un papel destacado en el impulso de este esfuerzo.

La experiencia en otros lugares sugiere dos tipos de limitaciones en este enfoque. La primera es la concentración en la diversificación de la fabricación (y no a través de todos los sectores, entre ellos los servicios) y una estrecha gama de modos de innovación. La segunda es el fuerte énfasis en la selección previa de objetivos sectoriales para la diversificación en lugar de en mecanismos para fortalecer las actividades y capacidades de innovación de las empresas que generan diversificación y el sistema general que las soporta.

El enfoque en la fabricación puede restringir innecesariamente las oportunidades de diversificación en servicios e industrias basadas en recursos naturales. Australia, Canadá, Nueva Zelanda y otros países de la OCDE con bases significativas de recursos se han beneficiado claramente de ellos, a pesar de los posibles efectos negativos en otras partes de la economía. Lo han hecho, en diversos grados, actualizando conocimientos e invirtiendo en industrias que dependen de recursos, aprovechando las bases de recursos en industrias afines e invirtiendo en la creación de conocimiento a través de infraestructuras para su desarrollo. Aunque comúnmente se cree que los efectos adversos del crecimiento están asociados con un alto nivel de especialización en la producción de materias primas o productos básicos, cada vez más estudios de economías desarrolladas y en desarrollo indican que las consecuencias negativas del crecimiento, lejos de ser inevitables, están supeditadas a otros factores como los bajos niveles de inversión en capital humano y la ausencia de instituciones que faciliten la adopción y creación de nuevas tecnologías. Más aún, la política colombiana se centra en modos de innovación que implican características tales como la investigación basada en la innovación de productos, el uso intensivo de redes de conocimientos de nivel doctoral con universidades e institutos de investigación, la aplicación de la innovación a través de start-ups (nuevas empresas), a menudo mejor adaptadas a parques científicos o viveros de empresas, y la alta dependencia del acceso a financiación de alto riesgo para nuevos emprendimientos. Estos tipos de innovación obviamente son importantes. Pero, incluso en el espectro de los modos de innovación utilizados en la fabricación, se concentran en el extremo intensivo en ciencias e I+D. Tienden a tener relativamente poca relevancia para el tipo de innovación requerida para la diversificación de los servicios intensivos en conocimiento, el sector de las infraestructuras y los proveedores de las grandes industrias con base en procesos, como la minería y el petróleo y sus actividades downstream inmediatas (refinación, venta y distribución).

Sin embargo, son estas actividades y capacidades las que impulsan la diversificación de los sistemas dinámicos de innovación desde el punto de vista tecnológico. En este respecto, la experiencia de Corea resulta ilustrativa. Las capacidades que impulsaron la rápida diversificación de las empresas coreanas entre finales de los años 60 y principios de la década del 90 se describen como capacidades de "ejecución de proyectos" (o "capacidades de inversión"). Se diferencian de las capacidades fundamentadas en gran medida en I+D requeridas para formas más novedosas de innovación, pero condujeron a actividades casi idénticas a aquellas comúnmente descritas como un "autodescubrimiento" de oportunidades de diversificación en áreas con potencial de ventaja comparativa. Además, las políticas deben prestar mucha atención a la capacidad de cambio del sistema, en su totalidad y a su habilidad para tratar las transiciones hacia nuevos sectores, nuevas tecnologías y otros desarrollos globales respondiendo a las

necesidades emergentes en términos de educación, ciencia, servicios de apoyo y reglamentos y normas que abarquen los límites disciplinarios, tecnológicos y sectoriales tradicionales.

- *Inclinar la balanza hacia la identificación y explotación de oportunidades de diversificación por parte de la empresa.* Este cambio de orientación debe implicar el alejarse de la gran dependencia de procesos facilitados por políticas que buscan identificar oportunidades de diversificación para las empresas y acercarse a medidas de políticas que refuercen la capacidad "autónoma" de las empresas para identificar y explotar oportunidades de diversificación, a través de la intensificación de actividades de I+D e innovación. Este cambio depende necesariamente de los avances en las empresas en cuestión de I + D y actividades relacionadas con innovación de las empresas.
- *Pensar en diferenciar los incentivos de innovación,* de manera que el apoyo público se incline hacia innovaciones que impulsen la diversificación, las cuales implican fallas en términos de mercado y coordinación mucho mayores que otros tipos de innovación.
- *Garantizar que las medidas de la política de diversificación* abarcan una gama más amplia de modos de innovación que la cubierta por el énfasis actual en innovaciones intensivas en contenido científico y basadas en la investigación.
- *Acelerar la exploración de oportunidades para iniciativas de grupos o "clusters",* especialmente, pero no sólo de aquellos relacionados con las cadenas de suministro para las industrias extractivas y energéticas y los sectores de la infraestructura y la construcción.
- *Brindar apoyo para la ampliación de la orientación sectorial de la política,* proporcionar incentivos significativos para la I+D y otras actividades de innovación de las grandes empresas de estos sectores y sus principales proveedores de primer nivel. Para esto, la experiencia de Noruega podría proporcionar información de particular utilidad.

Fomentar la innovación en el sector empresarial

La transformación del sistema de innovación se debe centrar en el sector empresarial. Sin dejar de fortalecer ciertos roles y áreas de investigación en institutos públicos de investigación y universidades, Colombia debe intentar alcanzar, en el curso de una década, un incremento bastante significativo de la proporción del gasto en I+D (GERD por sus siglas en inglés) financiado y ejecutado por las empresas. Actualmente, hay una falta de equilibrio en términos de las organizaciones responsables de la financiación y la realización de actividades de CTI. En particular, las empresas juegan un papel mínimo en relación con los demás actores principales (universidades, organizaciones gubernamentales y una serie de instituciones sin ánimo de lucro, muchas de las cuales financian el gobierno en gran medida).

Esto requiere atención porque -a pesar de las diferencias entre sectores- en lo que respecta a las actividades de CTI de las empresas comerciales para impulsar sistemas de innovación dinámicos e interconectados, se destacan tres hechos: i) las empresas desarrollan una parte importante de su innovación sobre la base de sus capacidades y actividades internas (in-house) de innovación, sin aportes significativos de otros actores; ii) cuando obtienen conocimientos de otros actores para sus procesos de innovación, por lo general se basan fundamentalmente en las actividades innovadoras de otras empresas, y

iii) cuando acuden a universidades e institutos de I+D, generalmente se trata de actividades de la empresa, tales como el diseño, la ingeniería, el desarrollo tecnológico y la investigación que son la fuente de enlaces con estas fuentes externas de conocimiento. Esto, en esencia, significa que resulta difícil, si no imposible, el compensar las capacidades de innovación débiles en el sector empresarial solo mediante la financiación de la investigación pública.

A pesar de su importancia, la escala relativa de innovación basada en la empresa difiere entre las economías desarrolladas de la OCDE y las economías emergentes y en desarrollo de África, Asia y América Latina. Las empresas colombianas parecen no estar en posición de impulsar el sistema de innovación. Las encuestas de innovación de EDIT indican que más del 40% de las empresas manufactureras no emprendieron ninguna innovación en los últimos años. Además, la actividad de I+D en empresas comerciales representó una proporción mucho menor del I+D total en Colombia, en comparación con economías desarrolladas de la OCDE y también con varias economías emergentes de Asia.

También se trata de una cuestión de cambios a lo largo del tiempo. Una característica notable de las economías asiáticas de rápido crecimiento en las últimas 4 décadas ha sido la rápida transformación de la estructura de sus sistemas de innovación. La investigación y el desarrollo impulsados por empresas comerciales ha pasado de aproximadamente un 30-40% del total de I+D a más de un 70% en Corea y China, y a un 65% en el Taipéi Chino. El nivel de 25-30% que ha tenido Colombia en los últimos años es más o menos similar al nivel de Corea en la década de 1970 o de China a mediados de la década de 1980. Lo que Colombia necesita es algo así como el cambio de equilibrio radical de I+D gubernamental y empresarial que se logró como parte del rápido crecimiento de I+D total en Corea entre mediados de 1970 y mediados de 1980 o en China entre finales de 1980 y finales de 1990. Un cambio a más del 50% dentro de una década podría ser un objetivo viable.

Durante la transformación, Colombia debe evitar un enfoque limitado a formas de innovación intensivas en I+D o basadas en la ciencia. No sólo en la manufactura sino en toda la economía, se deben tomar medidas para elevar la actividad innovadora de las empresas a través de los diferentes modos de innovación. Se debe reducir la cuota de empresas no innovadoras motivando su salida o su evolución, al menos hacia tipos de innovación nuevos para la empresa. La intensidad de esta innovación en todas las empresas debería aumentar. Se debe inducir a una parte significativa de innovadores hasta el momento nuevos para la empresa a participar en innovación nueva para el mercado y ayudar a diversificar la estructura productiva hacia direcciones más intensivas en exportaciones. Se debe motivar a los innovadores hasta ahora nuevos en el mercado para que crucen el umbral hacia una innovación que apoye la exportación y sea nueva para el mundo.

- *Eliminar las aparentes limitaciones de la financiación pública de I+D en las empresas que parecen surgir de preocupaciones sobre la corrupción e irregularidades similares en la administración de los fondos públicos:*
 - En la medida en que la restricción se deba a la prohibición de dicha financiación, es importante *considerar cómo cambiar aspectos relevantes de la normativa*, con otras medidas para abordar más directamente las preocupaciones sobre corrupción e irregularidades administrativas.

- En la medida en que la restricción obedezca a malos entendidos o incertidumbre acerca de los requisitos legales vigentes, *iniciar acciones vigorosas para aclarar esos malos entendidos o incertidumbre* y eliminar lo que parece ser un impedimento significativo para la financiación pública de actividades privadas de I+D y otras actividades relacionadas con claros beneficios sociales.
- *Facilitar el desarrollo de actividades de I+D a través de la transferencia de personal investigador con experiencia* (personas o equipos) de los institutos tecnológicos públicos a las empresas, con acuerdos para combinar fondos públicos y privados que cubran los costos laborales. Por ejemplo, estudiar la manera de:
 - Brindar apoyo a personas por períodos fijos compartiendo gastos de empleo durante el período.
 - Motivar la transferencia a largo plazo de grupos expertos para apoyar un paso hacia actividades nuevas para la economía o la industria, con una transferencia completa y gradual de costos laborales al sector privado.
- Asegurar que el tratamiento fiscal de I+D sea coherente con la maximización de la actividad innovadora en la industria.
- *Estimular sustancialmente a las organizaciones públicas para que contraten actividades de I+D del sector privado*, a manera de proyectos independientes para satisfacer las necesidades públicas o como componentes explícitos de los contratos para la compra de bienes y servicios.
- *Continuar y ampliar las actividades que publicitan y fomentan una cultura de la innovación*, tales como campañas publicitarias, reportajes de medios de comunicación sobre ejemplos interesantes y lucrativos de innovación (especialmente en Colombia) y concursos de innovación.
- *Instar a las universidades a incluir en más de sus programas un componente de innovación y emprendimiento*, especialmente en carreras relacionadas con ciencia y tecnología. Entre algunos ejemplos internacionales se encuentra el Stockholm School of Entrepreneurship, que opera a través de las universidades de dicha ciudad.
- *Prestar mucha atención a la evolución de las necesidades en cuanto a competencias en el sector empresarial*, principalmente en profesiones relevantes para la innovación, como la ingeniería, el diseño, el marketing y las TIC.

Fortalecer el papel de Internet y el sector de las TIC como plataforma para la innovación empresarial

El Internet y las TIC desempeñan un papel determinante en la innovación empresarial, al aumentar la eficiencia y servir como plataforma para una innovación que conduzca al crecimiento de la productividad. En todos los sectores de la economía, Internet y las TIC reducen las barreras de entrada al mercado. Tales empresas ahora llegan fácilmente a públicos globales y escalan de forma rápida y sencilla. El sector de las TIC, como tal, es una fuente de innovación y acarrea efectos multiplicadores en otros sectores.

El sector de Internet y las TIC en Colombia está creciendo, aunque a partir de niveles bajos en algunas áreas. Además, se está desarrollando un ecosistema de emprendedores en este ámbito, especialmente para aplicaciones y servicios. Las empresas start-up señalan algunas barreras como la falta de un entorno de business angels (inversores informales o providenciales) y el difícil acceso al capital, especialmente al capital semilla. En general, la adopción y el uso de Internet y TIC por parte de empresas es mucho menor que en países de la OCDE. Existe una gran brecha entre el uso de las TIC por parte de empresas grandes y empresas pequeñas, así como en el uso de Internet por grupos de alto y bajo nivel de ingresos.

El Gobierno colombiano es consciente de la relevancia de Internet y las TIC para la economía y entiende que las medidas de política pueden ayudar a abordar las deficiencias actuales y, por ende, a desarrollar aún más la economía de Internet. La estrategia "Vive Digital" del MinTIC es un conjunto integral de políticas proactivas de Internet y TIC que aborda los cuatro pilares de la economía de Internet (infraestructura, servicios, aplicaciones y usuarios), así como la oferta y la demanda de TIC.

- *Llevar a cabo una exhaustiva evaluación de impacto de las diversas políticas de TIC de la estrategia Vive Digital y su eficacia para mejorar el acceso y el uso de Internet y las TIC en todo el país (por ejemplo, monitoreando la eficacia del programa dirigido a pequeñas empresas o el impacto de los laboratorios de Vive Digital).*
- En términos de gasto público, aunque el enfoque actual en el acceso y la conexión de personas y empresas a Internet está justificado, el siguiente paso se debe centrar en el desarrollo de servicios y aplicaciones de TI como un sector prometedor para el desarrollo económico, a partir de las iniciativas existentes. Promover el desarrollo de una comunidad business angel (inversores informales) y atraer capital local y extranjero para la creación de empresas (start-ups) y empresarios. Los esfuerzos de asesoramiento empresarial por parte del gobierno, como en el caso del programa Apps.co y su reevaluación de las barreras para la inversión a pequeña y gran escala pueden contribuir a ello.
- *Promover el desarrollo de las habilidades TIC en todo el espectro de habilidades (entrenamiento en el trabajo, formación vocacional, educación superior), puesto que éstas son vitales para la creación de nuevos empleos. Continuar los esfuerzos significativos ya realizados en programas como "Talento digital". Conectar a los beneficiarios de este programa con empresarios. Fomentar el desarrollo de habilidades técnicas (programación y codificación) desde una edad temprana, por ejemplo al integrar el desarrollo de estas habilidades en el programa "Computadores para Educar".*
- *Ampliar el uso de Internet y las TIC por parte de pequeñas empresas y microempresas a fin de estimular la innovación y la eficiencia empresarial. Los programas actuales se podrían ampliar. Las prioridades deben ser las habilidades en las PYMES, para propiciar un mejor desarrollo de contenidos y uso de las TIC en estas empresas.*
- *Fomentar el desarrollo de contenidos y aplicaciones locales que atiendan necesidades específicas de negocios, incluidas las de las pequeñas empresas, con miras a un sector de servicios y contenido que atienda a todo el mercado latinoamericano y aliente a las empresas a utilizar Internet y TIC de manera sistemática. Se podrían ampliar iniciativas como Apps.co.*

- *Desarrollar una plataforma nacional de información del sector público (PSI)* para poner el contenido digital público a disposición de las empresas y los hogares, en un formato electrónico legible, a fin de mejorar el acceso. La plataforma también puede servir como impulsor de aplicaciones innovadoras.
- Analizar el mercado colombiano de “hosting” (servicio de alojamiento web) y establecer las condiciones adecuadas para el alojamiento de contenidos y aplicaciones. Gran parte del contenido colombiano, incluido el contenido del sector público, se encuentra alojado fuera del país. El promover el hosting (servicio de alojamiento web) local de contenido fomentaría el sector de las TIC de Colombia y crearía ahorros en tráfico internacional de datos. En este contexto, se recomienda estudiar la posibilidad de crear más puntos de intercambio de Internet en Colombia y aumentar los incentivos para intercambiar tráfico dentro del país.

Fortalecer y diversificar el desarrollo de los recursos humanos para la ciencia, la tecnología y la innovación

La inversión en aumentar los recursos humanos que estarán disponibles para el desarrollo futuro progresó bastante durante la última década. En 2002, la Revolución Educativa del gobierno prometió un importante programa de mejoramiento educativo. La expansión de la educación superior se percibió como una parte importante de esta revolución, junto con mejoras en la calidad y la accesibilidad. Estos objetivos se apuntalarían con planes aún más ambiciosos para elevar la escala, la calidad y la accesibilidad de la educación secundaria. Recientemente, el gobierno hizo hincapié en sus anhelos de elevar el desempeño del país en educación a niveles característicos de los países de la OCDE.

Aunque se han alcanzado varios logros, aún existen problemas importantes, sobre todo en la educación primaria y secundaria. Las ineficiencias organizacionales, tales como la ausencia de un centro nacional de recolección y administración de solicitudes de ingreso a la universidad, dificultan el paso del colegio a la universidad. La falta de consenso sobre el valor de las diferentes formas de educación superior y la ausencia de un sistema de créditos para cursos compatibles dificulta el paso de la formación técnica o vocacional a la educación universitaria. La desigualdad de los ingresos también afecta de manera adversa a las oportunidades de recibir educación superior.

En general, los flujos de recursos humanos cualificados parecen insuficientes para satisfacer las necesidades del sistema de innovación y tienden a limitar su desarrollo. Se están haciendo esfuerzos para producir más doctores (PhD), principalmente para el sector de la educación superior, pero también para el sector empresarial. Sin embargo, hay una oferta escasa de habilidades de nivel medio. El equilibrio entre la educación técnica y la educación superior también es problemático, ya que la educación superior (a menudo conocida como “blanda”) es más popular.

La tarea de elevar el nivel de I+D en el sector empresarial requerirá una inversión significativa en la construcción de una base de capital humano orientado hacia la innovación en las empresas. A su vez, la creación de una base más sólida para una diversificación autónoma, orientada por la empresa hacia actividades que impliquen un mayor valor agregado, requerirá la ampliación de sus “capacidades de diversificación”. Estas varían a lo largo de todos los sectores, pero, en general, incluyen elementos significativos de capacidades no relacionadas con I+D. Esto significará una expansión sustancial de las principales vías convencionales para la creación de estos recursos: i) el sistema de educación superior, que

abarca la formación tecnológica y técnica, así como la educación universitaria; ii) la gran inversión de Colciencias en el desarrollo de capacidades de investigación a nivel de doctorado, y iii) las amplias actividades de formación del SENA y de algunas organizaciones privadas de formación que se han enfocado primordialmente en diversas habilidades de nivel medio o productivo.

El capital humano relacionado con la innovación de Colombia revela desequilibrios y brechas. Tal vez la más llamativa ha sido la "pirámide invertida": niveles relativamente bajos de educación tecnológica y técnica profesional frente a un volumen mayor de educación universitaria. Sin embargo, el problema principal parece ser la poca importancia que se atribuye al papel de las empresas como creadoras de capital humano relacionado con la innovación que emplean, especialmente en lo que se refiere a competencias de nivel medio y superior y el bajo aprovechamiento de oportunidades para aumentar estas habilidades en un esfuerzo conjunto con los proveedores de servicios, bienes y tecnología para grandes proyectos de inversión. Además, los organismos de tecnología e investigación financiados con fondos públicos parecen desempeñar un papel limitado en la transferencia de tecnología a las empresas mediante el movimiento de capital humano.

- Reducir las ineficiencias en la transición entre el colegio y la universidad y, en particular:
 - *Establecer un centro nacional para la administración de solicitudes de ingreso a las universidades*, con el objetivo de reducir las asimetrías en términos de información y vincular buenos candidatos con las opciones disponibles de manera más efectiva.
 - *Garantizar becas y préstamos para abordar la demanda de educación universitaria*. Dada la importancia del acceso a la educación superior para la movilidad social y la magnitud de otros de sus beneficios sociales en los países de renta media, esto se debe convertir en una prioridad nacional. El sistema puede dar prelación a la ciencia, la tecnología, la ingeniería y las matemáticas (STEM, por sus siglas en inglés) y otras asignaturas que presentan carencias.
- Extender la educación superior en disciplinas técnicas y, sobre todo:
 - Asegurar que las ofertas de educación técnica superior se encuentren en línea con las necesidades actuales y futuras de la industria y con las mejores prácticas internacionales. Colombia ha hecho un buen uso de las oportunidades de aprendizaje que ofrece el sistema alemán y lo puede seguir haciendo.
 - *Desarrollar una mejor comprensión* de por qué la demanda de títulos profesionales es mucho mayor que la demanda de educación de índole más técnico, teniendo en cuenta que el sistema actualmente produce más diplomas universitarios de los que la economía puede absorber, pero sólo alrededor de la mitad de las titulaciones técnicas/profesionales.
 - *Aumentar la financiación para la educación técnica superior*. Puede resultar razonable el trasladar algunos recursos de cursos universitarios de pregrado, o que algunas universidades impartan este tipo de educación y formación.

- Desarrollar un portafolio de incentivos y mecanismos de financiación para compensar las fallas en términos de coordinación y de mercado que llevan a la escasa inversión de las empresas en capacidades de innovación de nivel medio y alto. Posibles medidas:
 - *Programas competitivos de becas* para cofinanciar proyectos empresariales de formación y aprendizaje, con la envergadura y las facilidades para gestionar la inversión.
 - *Programas para motivar a los (grandes) bancos a destinar fondos para inversión en capital humano y otros tipos de capital basado en conocimiento*, junto con sus fondos destinados para capital físico en los principales proyectos de infraestructura, instalaciones mineras y de petróleo, energía, agua y otros proyectos de servicios públicos y fabricación. Establecer medios para subvencionar los costos de endeudamiento de las empresas y cubrir los riesgos de los bancos al financiar inversiones inmateriales.
- *Desarrollar programas para sensibilizar a los altos directivos frente al valor de los proyectos de inversión en capital humano*, especialmente en las áreas pertinentes a los motores de desarrollo del Plan Nacional. Éstos deben reconocer los beneficios privados y sociales de la inversión en capital humano relacionado con la innovación; contribuir a la elaboración de planes para contrarrestar los problemas de las externalidades y ampliar este tipo de inversión; dar mayor prioridad a la intensificación de la inversión en capital humano orientado hacia la innovación que utilizan en sus grandes de inversión, y conceder mayor importancia a la incorporación de actividades de este ámbito en sus contratos con proveedores para proyectos de envergadura.
- Intensificar los esfuerzos para motivar las filiales de las empresas multinacionales para que aumenten su inversión en recursos tecnológicos, gerenciales y otros recursos humanos relacionados con innovación, con iniciativas centradas en la creación de valor social dentro del marco de sus actividades de responsabilidad social corporativa. Prever, en ciertas circunstancias, la creación de asociaciones público-privadas para el desarrollo del capital humano, involucrando elementos de "contratación" pública de servicios de formación por parte de las empresas multinacionales.
- Reforzar la función de los institutos de investigación y tecnología con financiación pública en la tarea de contribuir al desarrollo de recursos humanos relacionados con la innovación para las empresas:
 - Redefinir sus mandatos para abarcar la responsabilidad de desarrollar capacidades de recursos humanos en áreas tecnológicas seleccionadas, con el fin de transferir estas competencias a las empresas. Llevar a cabo pruebas piloto en este ámbito.
 - Establecer líneas de financiación dirigidas a estas actividades para ofrecerlas bajo un esquema competitivo.
 - Considerar la creación de una unidad de alto nivel dentro de Colciencias u otra entidad apropiada para coordinar todos los análisis exploratorios, la identificación de las necesidades en cuanto a competencias (en este sentido, puede servir de ejemplo la experiencia de algunos países de la OCDE), las pruebas y la ejecución de programas en estas y otras actividades enfocadas en

la creación de recursos humanos relacionados con la innovación (en sentido amplio) para las empresas, principalmente dentro y por parte de las empresas.

- Proporcionar incentivos para que los institutos cooperen con las universidades en procesos de investigación y programas doctorales, y vincularlos con las necesidades industriales de capital humano y conocimiento.
- *Fortalecer la demanda de competencias de alto nivel en el mercado.* Como se destaca en la Estrategia de Habilidades de la OCDE, esto se puede lograr mediante el fomento de la diversificación económica, facilitando la inversión extranjera y recompensando las ambiciones empresariales y las normas laborales. El brindar apoyo a redes entre empresas, centradas en las grandes firmas (por ejemplo, en el sector petroquímico) ha resultado útil en otras economías emergentes

Fomentar la masa crítica, la excelencia y la pertinencia en las universidades y en institutos públicos de investigación

La creación de Colciencias en 1968 provocó cambios internos en las universidades encaminadas hacia un mejor aprovechamiento de las oportunidades externas de financiación de la investigación. Mientras que las universidades se perciben a sí mismas dentro de la tradición “Humboldtiana” de combinar la investigación independiente con la educación, el volumen de investigaciones realizadas hasta hace poco era modesto y la mayoría de los doctores se formaban en el exterior. Anteriormente, las universidades eran primordialmente instituciones para la enseñanza; hoy en día, poseen capacidades más amplias. Cuentan con varios grupos pequeños de investigadores. En muchas áreas de la ciencia se requieren grupos más grandes. Colciencias clasifica los grupos de investigación formalmente registrados en función de la calidad y la cantidad de los resultados de su investigación (documentos, patentes, diseños, etc.) y busca capturar tanto su valor científico como su valor para la sociedad. Los grupos de mayor rango se concentran en las grandes ciudades. La producción bibliométrica indica que la capacidad de investigación se concentra en seis universidades (de un total de 81) que representaron más del 60% de las publicaciones internacionales en 2000-11. La existencia de muchos grupos de investigación y el modesto desempeño general a nivel bibliométrico son típicos de un sistema que crece rápidamente. El aumento de la financiación y de la competencia mejorarán en cierta medida el desempeño; sin embargo, también existe una sed de incentivos para la consolidación en centros de excelencia, centros de competencia o programas similares.

Sólo una pequeña parte de docentes en educación superior cuenta con un doctorado; la proporción es mucho mayor en las universidades líderes. El hecho de que muchos de ellos cursaron su doctorado en el exterior significa que los vínculos internacionales de investigación son buenos, tal como lo evidencia una cantidad significativa de publicaciones conjuntas (co-publicaciones).

El Observatorio de Ciencia y Tecnología (OCyT) comenzó a clasificar y monitorear institutos públicos de investigación y aquellos sin fines de lucro fuera de las universidades. Los institutos están concentrados en las ciudades principales y son muy diversos en términos de objetivo, financiación, capacidades y producción científica. El OCyT cubre 85 centros y proporciona un recurso importante para estudiar la manera de desarrollar políticas en el sector institucional. Puede existir una necesidad no sólo del tipo

de información estadística generada por el OCyT sino también de evaluación de su relevancia y utilidad industrial.

Las organizaciones de investigación y tecnología (OIT) industriales ofrecen una mezcla de investigación, desarrollo y otros servicios técnicos, tales como pruebas. Algunas parecen tener más éxito que otras. Su gobernanza se encuentra estrechamente ligada a su sector industrial; en gran medida, tienden a depender de trabajo contractual y no de financiación estatutaria. Aunque no todas son organizaciones de investigación y tecnología en el sentido clásico, están claramente muy especializadas. Por lo general, los acuerdos en un ramo de actividad se enfocan en el trabajo a corto plazo y necesitan apoyo de las universidades para establecer programas de investigación y capturar los resultados del trabajo más fundamental y de largo plazo. Las empresas involucradas son muy conscientes de que pagan por la investigación y tienden a ser sensibles a cualquier señal que sugiera que sus recursos se están desviando hacia asuntos que no consideran relevantes en el presente inmediato.

La falta de desarrollo profesional para las carreras científicas dentro de la administración pública, supone un impedimento para que algunos institutos puedan mantener una dotación de investigadores a tiempo completo; muchos dependen de contratistas. Los institutos con frecuencia se centran en un solo sector o una sola necesidad, dando lugar a una proliferación de instituciones independientes y una relativa fragmentación en el sector en su conjunto. Los vínculos con las universidades parecen estar aumentando, pero las restricciones administrativas limitan su libertad de acción en el trato con otras organizaciones, y pueden dificultar la producción de conocimiento en beneficio de la industria o la innovación en general.

A nivel internacional, existe una fuerte tendencia a fusionar aquellos institutos con enfoque sectorial para redirigir su atención hacia la tecnología y desviarla de los sectores específicos de la industria. Las OIT se tornan cada vez más multidisciplinarias con el fin de satisfacer las necesidades de sus clientes en lo concerniente a resolución de problemas. Los laboratorios estatales y las OIT están convergiendo; cada vez más, los laboratorios asumen funciones de las OIT y las contratan para realizar trabajos del gobierno. El Centro de Investigación Técnica (VTT) de Finlandia y la Organización para la Investigación Científica Aplicada (TNO) de Holanda abarcan ambas funciones con el fin de utilizar los recursos con mayor eficacia a través de diferentes tecnologías y funciones sociales. En comparaciones internacionales, el sistema colombiano parece fragmentado. Podría lograr una mejor utilización de recursos y ofrecer un mejor servicio a los clientes, mediante una mayor coordinación y coherencia, por ejemplo, reagrupando algunas OIT en entidades más grandes o creando medios de cooperación.

- Apoyar a las universidades en su transición desde centros primordialmente de enseñanza a instituciones de enseñanza cimentada en la investigación, a través de la implementación de los cambios necesarios dentro de la estructura interna. Colciencias y el Ministerio de Educación deben promover este objetivo de la siguiente manera:
 - Crear y financiar "centros de excelencia" que construyan masa crítica y escala en investigación y enseñanza (incluso a nivel de doctorado).
 - *Alentar a las universidades a desarrollar sus estrategias a lo largo de líneas temáticas* (más allá de la "búsqueda de la excelencia" no especificada). Esto se puede hacer a través de negociaciones entre universidades, una política de

financiación de la infraestructura nacional para una investigación adecuada e incentivos en forma de programas de investigación y desarrollo tecnológico.

- *Seguir financiando a profesores universitarios para que cursen un doctorado*, si no cuentan con uno, a fin de desarrollar la capacidad de dirigir una universidad de investigación.
- *Construir vínculos duraderos entre la universidad y la industria*. Estos dependen de las relaciones personales entre miembros de dichas organizaciones y de la creación de estructuras institucionales que favorezcan la cooperación:
 - Desarrollar relaciones mediante un esquema de financiación "bilateral" que patrocine la investigación en universidades o institutos para apoyar la innovación empresarial, mientras se actualiza el sistema existente de apoyo a la colaboración para promover vínculos de esta naturaleza.
 - *Financiar "centros de competencia" más a largo plazo* -bajo el modelo de Centros de Investigación de Ingeniería (ERC) de la Fundación Nacional de Ciencias (NSF)- que reúnan los consorcios industriales y la investigación académica para trabajar en áreas de relevancia para la investigación industrial. El modelo ERC requiere capacidades tecnológicas muy avanzadas y actualmente puede resultar excesivamente ambicioso para Colombia. Sin embargo, a menor escala se han desarrollado esquemas menos rigurosos desde la perspectiva tecnológica, por ejemplo por parte de la Fundación de Conocimiento (*Knowledge Foundation*) en Suecia y la Agencia de Promoción de la Investigación (*Research Promotion Agency*) FFG, en Austria.
- En términos más generales, reflejar la aparición de prioridades temáticas nacionales (incluso si éstas aún no se encuentran bien definidas y están sujetas a interpretación) en la asignación de algunos de los esfuerzos de financiación de I+D de Colciencias para crear incentivos con el objeto de alinear la investigación del sector público con las prioridades nacionales.
- Examinar las condiciones de empleo y las trayectorias profesionales y eliminar los obstáculos que impidan la cooperación entre la investigación y la industria, en universidades y laboratorios estatales.

Incrementar y diversificar las fuentes de conocimiento para las empresas

La evidencia internacional indica que la fuente más importante de innovación empresarial proviene de los propios esfuerzos de las empresas. En efecto, aunque parte del conocimiento utilizado se produzca externamente, es poco posible innovar sin interiorizar y desarrollar ese conocimiento. Las fuentes externas de conocimiento, por lo tanto, complementan los esfuerzos internos de innovación. Incluso cuando el conocimiento externo representa un aporte significativo, la innovación se debe producir de manera conjunta. Sin embargo, los institutos de investigación y las universidades pueden, y de hecho con frecuencia lo hacen, apoyar innovaciones individuales y ayudar a las empresas a aumentar sus capacidades internas con el tiempo.

Mientras que las empresas avanzadas tienen acceso directo a la ciencia mundial, muchas otras sólo pueden acceder por la mediación de socios en universidades e institutos de investigación (locales). Además de la producción de capital humano, estas organizaciones deben participar en el ámbito de la ciencia mundial a fin de acceder al conocimiento. Esto significa que deben funcionar con niveles relativamente altos de

calidad científica y tecnológica. En este sentido, y a pesar de la introducción de un elemento de medición de desempeño para determinar la financiación central de las universidades, Colombia necesitará hacer un esfuerzo para lograr una producción científica de calidad lo suficientemente alta.

El aumento del nivel de financiación externa desde mediados de la última década y el nuevo ímpetu por la investigación y la innovación parecen haber impulsado el crecimiento del número de doctorados a nivel nacional, además de haber animado a las universidades a profesionalizar la gestión de la investigación con vicerrectores de investigación, oficinas de transferencia de tecnología (OTT) y otras funciones especializadas que cada vez se tornan más comunes.

A pesar de estas mejoras, la cantidad y la calidad de los enlaces académico-industriales son limitadas. Encuestas de innovación de países de la OCDE muestran que las empresas innovadoras son más propensas que otras a mantener alianzas con actores dentro de la investigación. Por eso es importante permitir que se desarrollen estas relaciones, para eliminar los obstáculos burocráticos y poder comercializar los resultados de la investigación. Puesto que el profesorado de las universidades públicas no puede cobrar más de un salario, no se le permite constituir empresas derivadas o spin-off.

Muchos vínculos académico-industriales son de pequeña escala e informales y, por lo tanto, difíciles de percibir. No obstante, existen indicios (especialmente en las grandes ciudades fuera de la capital) de que están surgiendo vínculos más formales y sustanciales, aunque su potencial de innovación -y el potencial de la industria para indicar sus necesidades a las universidades- se encuentra claramente subutilizado. El sistema se beneficiará de un mayor interés e incentivos por construir dichos enlaces. Colciencias ya financia algunos proyectos conjuntos, pero dentro de su enfoque hay cabida para más esquemas que aporten a la industria personas con títulos profesionales y a nivel de maestría, además del programa que financia doctorados industriales. La experiencia internacional también muestra que el hecho de explotar las relaciones entre profesores y alumnos a medida que los estudiantes se trasladan a la industria es una poderosa herramienta para incrementar la capacidad de absorción de las empresas e intercambiar conocimientos.

Es posible que los intereses particulares de aquellas partes interesadas que gobiernan (y a veces financian) los institutos de investigación dificulten el responder a las necesidades cambiantes de la industria y hacer frente a la naturaleza cada vez más "horizontal" y multidisciplinar de la investigación. Por tanto, parece que dentro del alcance cabe considerar el hacer una fusión de una serie de organizaciones de investigación y tecnología (OIT) y laboratorios estatales, tal como se ha hecho en varios países europeos. Esto no sólo implicaría reorganizar y fusionar, sino también reconsiderar los mecanismos de financiación de los institutos. El modelo sueco de consolidar OIT y laboratorios estatales en grupos enfocados temáticamente puede resultar atractivo, puesto que soluciona el asunto de la diversidad para obtener financiación. También es posible adoptar soluciones más centralizadas, al estilo holandés o finlandés.

- *Organizar un estudio integral y una revisión de los institutos de investigación, por parte de Colciencias, con un enfoque en sus funciones y misiones, así como en la identificación de oportunidades para satisfacer mejor las necesidades de la industria y el desarrollo económico y social a través de la reorganización y el ajuste de sus tareas. La revisión debe abordar los medios para *aumentar la disponibilidad de los servicios de extensión industrial.**

- Explorar las posibilidades de que la diáspora colombiana preste asistencia y asesoramiento técnico y de marketing a las empresas colombianas durante periodos cortos. Esto se debe llevar a cabo como parte del proceso de avivar y reequilibrar iniciativas previas de Colciencias de movilizar a la diáspora colombiana para apoyar el desarrollo de competencias relacionadas con la innovación y facilitar la internacionalización del sistema de innovación colombiano.
- Determinar lo adecuadas que resultan las medidas para facilitar el acceso de las empresas a fuentes extranjeras de conocimientos técnicos -desde capacitación impartida por expertos de universidades, hasta el apoyo a colaboradores extranjeros- al enviar inversión extranjera directa (IED) a puestos técnicos remotos ubicados estratégicamente en el exterior, ricos en conocimiento avanzado.
- Definir mecanismos para facilitar la prestación de asesoramiento y apoyo técnico por parte de filiales de empresas multinacionales, para mejorar la eficiencia de los procesos o el rendimiento productivo de proveedores locales; por ejemplo, siguiendo las líneas del esquema LIUP utilizado con éxito en Singapur hace unos años.
- Aumentar aún más el uso de Internet y las TIC como plataformas de conocimiento en las empresas.

Seguir extendiendo, simplificando e integrando la estructura de gobierno de las actividades de CTI

La organización del sistema nacional de Colombia difiere de la mayoría de países de la OCDE, que generalmente asignan la responsabilidad principal de las universidades y la investigación básica al "Ministerio de Educación", y la financiación de la innovación y de, la investigación más claramente relevante para la industria al "Ministerio de Industria". Los demás ministerios de "sector" o "misión" organizan la investigación que requieren para su sector y, a veces, también juegan un papel en la construcción y preservación de la capacidad nacional de investigación. Durante los últimos 30 años, esto se ha hecho principalmente a través de agencias. Los ministerios de educación e industria delegan la financiación para la investigación y la innovación a agencias de innovación y consejos de investigación, que llevan a cabo concursos y adjudican financiación a los mejores proyectos. Los ministerios sectoriales varían en términos del grado en que funcionan con agencias especializadas de financiación, pero la gran mayoría cuenta con laboratorios estatales o institutos de investigación públicos que suministran la investigación que requieren (y, con frecuencia, también proporcionan otros servicios técnicos).

A nivel nacional, el Departamento Nacional de Planeación de Colombia ofrece la coordinación general de la política gubernamental para el desarrollo económico y social. El proceso de planeación parece ser incluyente: las organizaciones individuales contribuyen al mismo, en lugar de actuar sobre la base de un documento impuesto desde "arriba". El director de Colciencias responde directamente al presidente de Colombia y Colciencias tiene su propio rubro en el presupuesto nacional. El Ministerio de Comercio, Industria y Turismo también cuenta con importantes actividades relacionadas con la innovación, al igual que el Ministerio de Tecnologías de la Información y las Comunicaciones.

Las regiones (32 "departamentos") proporcionan otra dimensión importante de gobernanza. Tienen autonomía para producir e implementar sus propias políticas regionales de innovación y desarrollo; esta autonomía se encuentra reforzada por el nuevo sistema de regalías. El gobierno central no puede imponer una división del trabajo ni la cooperación entre

las regiones. El ingreso por concepto de regalías se distribuye a las regiones a través de una fórmula basada en población y riqueza relativa, de manera que las regiones más pobres reciban un mayor ingreso per cápita que las más ricas (aunque, como señala el plan nacional, existen desigualdades de ingresos muy grandes dentro de cada región). Cada región tiene su propio consejo asesor para la ciencia, la tecnología y la innovación (CODECTI), normalmente presidido por el gobernador, con la participación de la industria regional, instituciones educativas y de investigación y representantes regionales de Colciencias y el SENA. Cada región cuenta también con una comisión regional de competitividad.

La experiencia inicial de distribuir el 10% de las regalías dedicadas a ciencia, tecnología e innovación (CTI) pone de manifiesto algunas de las dificultades con respecto a la coordinación a nivel regional y nacional. Las propuestas de proyectos se desarrollan y priorizan a nivel regional antes de pasar a Colciencias, donde se evalúan para determinar su conformidad con las normas, su calidad y su viabilidad. Finalmente, un ente de gestión colectiva y toma de decisiones, integrado por representantes nacionales, regionales y municipales, da la aprobación final de estas propuestas a nivel nacional. Sin embargo, actualmente la capacidad de utilizar las regalías para actividades de CTI se encuentra restringida. En la primera ronda, no hubo suficientes proyectos de CTI para absorber todo el dinero (la experiencia de los Fondos Estructurales Europeos puede resultar ilustrativa en este sentido). Es necesario aumentar la capacidad de absorción. Aunque las regalías tienen el potencial de contribuir enormemente a mejorar la capacidad del sistema de CTI, no son suficientes por sí solas para permitir que Colombia se ponga al día con respecto al nivel de inversión en países más desarrollados, incluidos sus países vecinos (por ejemplo, Brasil). Con el tiempo, se necesitarán inversiones adicionales en CTI del presupuesto "normal" y, paralelamente, expandir la capacidad de absorción.

La capacidad regional para elaborar e implementar planes de desarrollo varía considerablemente (de modo que parte del presupuesto de Colciencias se destina a la creación de capacidades regionales). Las regiones con capacidad limitada para CTI experimentan dificultades en la formulación de proyectos de CTI y, con frecuencia, proponen inversiones y otros proyectos que caen fuera de la misión del fondo de regalías para CTI. Aunque el fondo fomenta la cooperación interregional, hay pocas propuestas. Las regiones optimizan a nivel local, con el objetivo de gastar todas las regalías disponibles dentro de sus fronteras. Como resultado, se pierden oportunidades de desarrollar capacidades entre regiones, los proyectos se fragmentan y se tiende a perder oportunidades de generar masa crítica y recursos que sigan los límites de los recursos naturales o los grupos industriales y no los límites administrativos. En general, la combinación de políticas de innovación pone en riesgo la coherencia, especialmente cuando no se expanden otros tipos de financiación junto con la financiación proveniente de las regalías.

Además de manejar su propio presupuesto, Colciencias hace uso de sus habilidades y experiencia en la financiación de investigación para evaluar los proyectos de investigación e innovación financiados por otras fuentes, en particular un fondo para la investigación médica y las regalías. Proporciona un lugar natural para la coordinación en el sistema de gobierno, ya que, en menor o mayor medida, maneja una proporción sustancial de la financiación estatal para la innovación y la investigación.

Las reformas recientes requieren que los ministerios gasten al menos el 1% de su presupuesto en I+D. La experiencia en otros lugares sugiere que esto los animará a desarrollar estrategias más claras y priorizar la investigación y la innovación, sobre todo si el gasto se evalúa de manera vigorosa. Sin embargo, en ausencia de evaluaciones, los objetivos con base en el gasto pueden conducir a un uso ineficiente de mayores recursos.

Colciencias desempeña un papel clave de coordinación, al proporcionar secretarías a diversos comités de alto nivel en una estructura de gobierno que está parcialmente duplicada y parece demasiado compleja. En efecto, la innovación tiene dos sistemas de gobierno paralelo: uno, desde la óptica de la investigación y otro, desde la de la competitividad. Al parecer, muchas personas asisten a comités en ambas estructuras, lo cual reduce la posibilidad de que surjan políticas contradictorias. A pesar de que los ministerios sectoriales participan en la Comisión Nacional de Competitividad e Innovación, también mantienen estrategias individuales e independientes. El proceso de coordinación horizontal a través de Colciencias y los ministerios sectoriales para abordar cuestiones más amplias como el cambio climático y otros problemas que, cada vez más, se tratan como "grandes desafíos" parece estar en una fase relativamente temprana.

Hay indicios de que ciertos aspectos de la planeación regional y sectorial se podrían mejorar para facilitar la coherencia nacional. Hasta el momento, existe una coordinación limitada entre las regiones y no sólo en cuanto a sus proyectos de regalías. El Consejo Privado de Competitividad recientemente analizó la innovación regional y las prioridades de la industria y encontró un total de 80. También a nivel nacional proliferan las prioridades estratégicas. El PND establece cinco "locomotoras" prioritarias. El Programa de Transformación Productiva del Ministerio de Comercio, Industria y Turismo definió gradualmente 16 sectores prioritarios. En la práctica, por ende, no es claro hasta qué punto existen prioridades temáticas nacionales fuertes.

El DNP propuso una estrategia nacional de innovación. Esta considera inadecuado el desempeño nacional, en términos de innovación, e identifica una necesidad de intervenir para mejorar el desempeño en materia de innovación de las empresas, así como la producción de capital humano para ciencia y tecnología. Asigna responsabilidades de implementar las mejoras necesarias a determinados ministerios y agencias, incluidas las regiones. Sin embargo, la cuestión de las prioridades temáticas debe abordarse a nivel nacional, respetando las necesidades y la autonomía de las regiones.

- Considerar la integración de la ciencia, la tecnología y la innovación (CTI) dentro del cuerpo del próximo Plan Nacional de Desarrollo. La CTI debe ser parte integral de una política más amplia y los diversos ministerios sectoriales la han de entender como tal. El proporcionar una lógica fuerte para el rol de la CTI en el desempeño macroeconómico y el cambio estructural y social a largo plazo puede ayudar a mejorar su reconocimiento en el gobierno.
- Al desarrollar estrategias nacionales y pertinentes de CTI que aborden los principales retos para la sociedad, proporcionar un alcance de subconjuntos (geometría variable) de ministerios, a fin de alinear sus esfuerzos y enfrentar estos desafíos a través de estrategias multi-ministeriales específicas, en lugar de esperar que Colciencias las programe centralmente y por completo. Esto ya ocurre hasta cierto punto, pero se debe hacer un esfuerzo por mejorar la definición de problemas y la capacidad de ejecución, mientras se apoya la función general de coordinación de Colciencias.
- Idear acuerdos de planeación más colectivos, para que se pueda dar una discusión de "muchos a muchos" entre regiones, acerca de los posibles polos de cooperación, plataformas, grupos o tecnologías, en lugar de que solo haya negociaciones de "muchos a uno" entre las regiones y el Estado. La inspiración para posibles mecanismos de coordinación se puede buscar en los enfoques de "especialización inteligente" de la política regional de CTI, populares en Europa. Esto es fundamental para el uso efectivo del ingreso por concepto de regalías,

puesto que muchas inversiones relacionadas con CTI serían más eficientes a escala suprarregional. La dimensión espacial es especialmente importante en Colombia, puesto que la multiplicidad de regiones con diferentes dotaciones naturales de recursos y en diferentes etapas del desarrollo tienden a fragmentar el esfuerzo nacional de innovación.

- Integrar los "sistemas" de innovación y competitividad e incorporar mejor los intereses de otros ministerios sectoriales en la formulación y ejecución de la estrategia nacional. En general, la estructura actual de gobernanza de CTI tiende hacia la complejidad y la duplicidad. Se debe fomentar la alineación a través de una mayor interacción y el establecimiento de una visión común.
- *Pensar en la posibilidad de programar conjuntamente la intervención de políticas.* Colciencias demostró su capacidad de manejar múltiples fuentes de financiación, realizar evaluaciones y gestionar programas. Aunque los acuerdos resultantes de "múltiples mandatarios" implican ciertos riesgos (en particular, de *lock-in* (dependencia) de los mandatarios o directores), los ejemplos del Consejo de Investigación de Noruega (RCN) y la Agencia de Promoción de la Investigación FFG en Austria demuestran que la programación conjunta o co-programación de las intervenciones puede generar sinergias útiles. En un país donde la capacidad de desarrollar e implementar programas CTI puede ser escasa, existe un mayor incentivo para que una organización común se encargue de realizar estas tareas.
- *Integrar los diferentes concursos públicos en una plataforma digital.* Para promover y financiar la innovación, muchas partes del gobierno abren licitaciones públicas ("convocatorias"). Puesto que éstas se reparten entre agencias públicas como Colciencias, Innpulsa o Fonade, puede ser difícil que las empresas, especialmente las más pequeñas, y otros empresarios estén al corriente de tales licitaciones, que generalmente sólo permanecen abiertas durante un tiempo corto. El gobierno debe crear una *plataforma digital* nacional para enumerar todas las licitaciones; esta debe permitir una búsqueda fácil al usuario. Además, se debe implementar un canal de comunicación, fuera de línea, para aquellas entidades sin conexión a Internet.

Desarrollar el rol de Colciencias

Colciencias realiza funciones de ministerio de ciencia, consejo de investigación y agencia de innovación; además coordina la innovación y la política de investigación de todo el gobierno. Por tanto, su desempeño es muy importante para el éxito del sistema de investigación e innovación.

Esta institución opera una amplia gama de instrumentos de financiación de innovación e investigación, algunos de ellos bien establecidos, y parece ejercer una fuerte influencia sobre las comunidades de innovación e investigación. Como se señaló anteriormente, Colciencias (junto con otros actores del sistema de financiación de la innovación) parece prestar mucha atención a la imitación de aspectos de lo que se podría denominar un modelo tipo "MIT / Stanford" de generación de spin-offs y derechos de propiedad intelectual, impulsado por la investigación y que no necesariamente se encuentra bien adaptado a una economía emergente que, para "ponerse al día", necesitaría estar construyendo capacidades tecnológicas y fortalezas de innovación dentro de las industrias existentes. En cambio, se deben recalcar las funciones más habituales de las agencias de innovación, como el apoyo al desarrollo de capacidades de innovación dentro de las empresas y la financiación directa para la innovación, lo que resultaría atractivo para una proporción mucho mayor del sector empresarial colombiano.

Las comunidades beneficiarias, como en otros lugares, preferirían ver menos burocracia y papeleo y procesos de evaluación más cortos. La tasa de éxito de las propuestas de investigación de las universidades es muy baja (alrededor del 7-8%), ya que el presupuesto de Colciencias no ha crecido: el crecimiento real -y significativo- de la financiación proviene del sistema de regalías.

Colciencias debe:

- *Desenredar la mezcla de funciones de formulación de políticas y su implementación dentro de Colciencias.* Estas funciones se deben, al menos, separar internamente de modo que haya, por una parte, una función de formulación de políticas y de coordinación para abordar las necesidades nacionales y poder llegar a los departamentos ministeriales y, por otra parte, una relación mandante-mandatario explícita y transparente en la implementación de políticas.
- Equilibrar la creciente atención sobre actividades relacionadas con la innovación (para el desarrollo) con su misión de utilizar la competencia para preservar la calidad de la ciencia colombiana. Cierta grado de financiación tradicional ascendente ("bottom-up") de la investigación "básica" iniciada por investigadores sigue siendo importante para la salud de todo el sistema y Colciencias debe contar con los recursos para financiarla más generosamente de lo que parece posible hoy en día.
- *Superar su renuencia a apoyar el desarrollo de capacidades de innovación en el sector empresarial.* La misión de una agencia de innovación va más allá del apoyo a la ciencia y la generación de mecanismos conectivos en la periferia de las instituciones públicas. El apoyo al sector empresarial para la inmensa mayoría de empresas colombianas debe ser más directo, tomar diferentes formas y -sin comprometer la calidad-, preocuparse más por la innovación que sea nueva para la empresa y para el mercado que por desplazar la frontera del conocimiento global. Se deben apoyar también la creación y la circulación de habilidades y los cambios permanentes en las capacidades en el interior de las empresas colombianas. Entre otras formas de apoyo se pueden encontrar la financiación directa de la innovación, nueva también para la empresa y para el mercado, y el respaldo de vínculos entre empresas (además de los esfuerzos actuales de generar vínculos entre universidades y empresas), para aprovechar el desarrollo de capacidades. Si Colciencias no puede asumir las funciones de una agencia de innovación hasta tal extremo, entonces se debe considerar el establecimiento de una agencia independiente que opere a distancia, con un mandato explícito alrededor del apoyo a la innovación.
- Del mismo modo, crear incentivos que conecten la investigación con las prioridades temáticas nacionales y las agrupaciones industriales, en lugar de enfocar todos los esfuerzos en las spin-offs, las OTT (oficinas de transferencia de tecnología) o las compañías start-up. Colciencias debe ser renuente a apostarle a empresas individuales y no a agrupaciones o redes, a menos que realmente se trate de "locomotoras"; es decir, que halen redes de otras empresas y faciliten el cambio estructural.
- Reequilibrar el enfoque actual de la educación a nivel doctoral para prestar suficiente atención a las competencias profesionales de nivel medio. Aunque la formación doctoral es un elemento importante del portafolio de intervenciones, ésta se enfatiza en exceso. Existe una necesidad de complementar políticas actuales con medidas, según el principio rector de equilibrio enunciado anteriormente. El línea

con este principio, el desarrollo de los recursos humanos no debe surgir a expensas del apoyo a la I+D y los programas y proyectos de innovación.

- Fortalecer el desarrollo de la innovación social como un componente cada vez más explícito y bien definido de todo el sistema de innovación. Colciencias debe establecer una unidad distinta para asumir la responsabilidad de enfatizar la innovación social dentro del Plan Nacional de Desarrollo y seguir los pasos iniciales adoptados en asociación con el DNP y la *Agencia Nacional* para la Superación de la Pobreza Extrema (ANSPE). Las actividades iniciales de esta unidad podrían incluir:
 - En consulta con los ministerios sectoriales a nivel nacional y con organismos similares a nivel departamental y municipal, *identificar los programas de innovación social y los proyectos que se incorporan en los diversos planes sectoriales asociados con los motores del PND*, y examinar el equilibrio relativo entre las iniciativas *bottom-up* (ascendentes) y *top-down* (descendentes).
 - Asegurar, en la medida de lo posible, que estas y otras actividades de innovación social no queden marginadas durante la implementación de estos programas de desarrollo.
 - Asegurar que, en su inicio, las actividades de innovación social incorporen dimensiones significativas de habilitación y empoderamiento y que éstas se sostengan con el tiempo para que, en el futuro, los grupos menos favorecidos puedan estar en capacidad de hacer exigencias frente al sistema de innovación y participar en proyectos asociados.
 - *Desarrollar un programa de encuestas para inspeccionar las actividades de innovación social*, a fin de reunir indicadores de innovación social para complementar las compilaciones existentes de indicadores de CTI. Los primeros pasos en esta dirección se podrían centrar en la recopilación de datos sobre los canales por los que la demanda social incide en el sistema de innovación.
- Fortalecer el desarrollo de otras áreas de conocimiento para apoyar las políticas, en particular:
 - *Apoyar el desarrollo del trabajo que, con base en indicadores, realiza el OCyT sobre CTI* y alentarle para producir más análisis comparable a nivel internacional dentro de sus compilaciones principales de indicadores y considerar la realización de estudios complementarios que mejoren el valor de los datos relacionados con políticas, derivados de las encuestas de desarrollo e innovación tecnológica (EDIT).
 - *Desarrollar un programa de apoyo financiero para estudios en áreas importantes de la ciencia, la tecnología y la innovación -CTI-*, sobre las cuales no hay mucha información disponible. Esto incluiría estudios para identificar los roles relacionados con innovación y desarrollo de: i) proveedores de servicios con un alto componente de conocimiento, especialmente aquellos vinculados con las TIC y varias formas de diseño, ingeniería y consultoría; ii) los grandes y crecientes sectores de las industrias extractivas, la energía y los servicios públicos; la industria de la construcción y la agricultura, y iii) evaluaciones en el campo científico para complementar los estudios bibliométricos de desempeño, puesto que pueden generar recomendaciones matizadas y específicas para el desarrollo.

- *Desarrollar un programa de estudios sobre innovación social* que complemente las iniciativas generales relacionadas con los indicadores señalados anteriormente, al monitorear y analizar las características organizacionales y de proceso que influyen en los resultados de la innovación social.
- Buscar la forma de agilizar la evaluación de propuestas de proyectos para reducir los retrasos y mejorar la comunicación y la satisfacción de las partes interesadas.

Seguir mejorando la base de conocimientos para apoyar las políticas

Con el fin de intervenir de manera inteligente, selectiva y eficaz, es importante contar con una amplia base de conocimientos que apoye la formulación y aplicación de políticas. Aunque existe una superposición de categorías, es posible distinguir por lo menos tres tipos de conocimientos:

- Estadísticas e indicadores que describen el sistema de innovación e investigación.
- Evaluaciones y estudios de evaluación que utilizan la experiencia en la intervención, de manera sistemática:
 - Para la rendición de cuentas, al comprobar si las intervenciones marcan la diferencia.
 - Con el fin de aprender cómo desarrollar y mejorar las políticas y las intervenciones individuales.
- Estudios prospectivos o de visión a futuro que exploren oportunidades y políticas.

El primero de ellos consta de compilaciones y análisis de indicadores estadísticos comparables a escala internacional, referentes a las características esenciales de los sistemas de CTI. Pueden ayudar a identificar al menos las líneas generales de los problemas que se deben abordar en la agenda política y a establecer *benchmarks* (puntos de referencia) para algunos aspectos del desarrollo del sistema, frente a los objetivos determinados a nivel local y la experiencia internacional en contextos comparativos. Al parecer, Colombia se puede dar por bien servida en cuanto a la producción de información sobre el sistema nacional, pero sólo hay una cantidad limitada de datos comparables a nivel internacional. El OCyT recopila una amplia gama de estadísticas relacionadas con CTI y proporciona síntesis mediante un conjunto integral de indicadores, disponible a través de diversos medios. Ha desempeñado un papel primordial en el desarrollo de las estadísticas de CTI en la región y participa activamente en la Red Iberoamericana e Interamericana de Indicadores de Ciencia y Tecnología (RICyT). Además, el Departamento Administrativo Nacional de Estadística (DANE) realiza encuestas periódicas de innovación que cubren la industria manufacturera; dicha institución también compila conjuntos de datos a los cuales se puede tener acceso. Estos los utilizan el OCyT, investigadores colombianos y algunos organismos como el Banco Interamericano de Desarrollo (BID), en estudios internacionales.

Un área que requiere desarrollo es el muy corto alcance de la información disponible en I+D e innovación, centrada en la innovación en el sector manufacturero, y el trabajo analítico que se apoya en dicha información para profundizar el entendimiento sobre innovación manufacturera. Aparte de algunos datos y análisis referentes a la innovación agrícola, parece que actualmente hay muy poca información sobre la innovación en otras áreas de la economía, aunque se están haciendo esfuerzos en esa dirección que requerirán mejores registros estadísticos.

En cuanto a la brecha en la comprensión de la ciencia, la tecnología y la innovación, más allá del sector manufacturero y agrícola, hay dos dominios que parecen de suma relevancia. Uno es el de los servicios relacionados con innovación y aquellos con un alto contenido de conocimiento, actividades que son cada vez más importantes. El segundo dominio (y mucho más grande) es la ciencia, la tecnología y la innovación en los componentes no manufactureros de la industria, que representan aproximadamente una cuarta parte de la economía -las industrias extractivas, el sector energético y el de servicios públicos y la industria de la construcción-, que crecieron vertiginosamente en las últimas décadas. Las brechas en el entendimiento alrededor de las políticas en estas áreas no son exclusivas de Colombia, ya que en otros países también prolifera un bajo nivel de entendimiento. Sin embargo, la información disponible muestra que existen diferencias sustanciales en las características claves de la innovación en estos sectores y en la fabricación.

Es probable que en el escaso entendimiento de aspectos importantes de la ciencia, la tecnología y la innovación en Colombia, se encuentre otro tipo de restricción en el ámbito de la innovación social. En particular, a pesar de que por muchos años y en muchos países se adoptaron una gran variedad de enfoques participativos para la innovación, especialmente en el área de la agricultura, ha existido muy poco seguimiento sistemático de procesos y resultados asociados a nuevas iniciativas en esta área. Este también parece ser el caso en Colombia. En consecuencia, hay un entendimiento apenas básico sobre cómo conseguir diferentes resultados, en diferentes contextos. Dada la importancia otorgada actualmente a estos modos de innovación, sería muy importante obtener una mejor comprensión de sus características organizacionales y en términos de procesos.

La segunda categoría –los estudios evaluativos- está menos desarrollada en Colombia. Existe una tradición de análisis cuantitativos de las intervenciones que afectan a las empresas, normalmente a partir de encuestas y técnicas econométricas. Generalmente los realizan organismos financieros internacionales, especialmente el BID, y son valiosos a efectos de rendición de cuentas. Sin embargo, no están diseñados en la actualidad para generar la comprensión necesaria de los mecanismos de intervención, los medios alternativos para alcanzar las metas deseadas, ni la identificación de nuevas necesidades de intervención. Se deben complementar con enfoques más cualitativos y "blandos" que faciliten el aprendizaje. La evaluación se debe incorporar mejor a la práctica nacional.

La tercera categoría –los estudios prospectivos- se abordó en la última década a través de una serie de estudios de futuro, incluyendo un programa nacional de prospectiva o visión a futuro. Al parecer, esto no quedó bien integrado en los procesos de planeación nacional de años recientes. Sin embargo, se está haciendo un esfuerzo en esta dirección. Se requerirán esfuerzos renovados para desarrollar una visión común e integrarla de manera adecuada dentro de las políticas de CTI.

- Invitar al OCyT y a la agencia nacional de estadística (DANE) a ampliar la recolección, difusión y análisis de datos e información relevantes para la ciencia, la tecnología y la innovación, y proporcionar los recursos necesarios. En particular, la base de indicadores y análisis que aportan conocimientos relevantes para la política debería extenderse más allá del sector manufacturero. Esto implicaría preferiblemente más datos comparables internacionalmente e indicadores en el marco de la OCDE de manuales estadísticos de CTI. La adopción de normas internacionales también puede mejorar la capacidad de OCyT para servir a intereses de política nacional, por ejemplo para el desarrollo de políticas de innovación en los servicios.

- Desarrollar y ampliar las prácticas actuales de evaluación ex post (de Colciencias y otros actores de políticas) para involucrar elementos que faciliten la rendición de cuentas y permitan adquirir aprendizaje en torno a las políticas.

Tabla 0.1. Análisis DOFA

FORTALEZAS	OPORTUNIDADES
<ul style="list-style-type: none"> • Alto rendimiento económico en la mayor parte de la última década. • Un fuerte compromiso político con la educación y tasas crecientes de participación. • Un fuerte compromiso con el fortalecimiento de la innovación, como motor sostenible e incluyente del desarrollo. • Algunas instituciones de investigación tienen grandes capacidades de investigación y vínculos internacionales. • Confianza, entusiasmo y voluntad de innovar entre los líderes de la política nacional de CTI. Características similares a nivel departamental y municipal en algunas zonas. • Un fuerte compromiso político para hacer crecer la economía digital colombiana y el despliegue de una red troncal de fibra en todo el país. 	<ul style="list-style-type: none"> • Más seguridad y mejores condiciones marco para la innovación y el compromiso de seguir integrando a Colombia en la economía global. • Enfocar las políticas en hacer del sector empresarial el principal impulsor del sistema de innovación. • La perspectiva de un aumento en los niveles de financiación, derivados de las regalías, para actividades de CTI. La inclusión de un espectro más amplio de partes interesadas en la asignación de recursos y el desarrollo de capacidades en todas las regiones. • Proporcionar incentivos a las empresas para mejorar el desarrollo local de las competencias operativas y las capacidades innovadoras. • Establecer una infraestructura de laboratorios estatales, organizaciones de investigación y tecnología y universidades que interactúen cada vez más con la empresa. • Iniciativas recientes de elevar la calidad y la capacidad del sistema colombiano de propiedad intelectual, para fomentar la innovación.
DEBILIDADES	AMENAZAS
<ul style="list-style-type: none"> • Bajos niveles de productividad y capacidad de innovación empresarial y una larga "cola" de empresas débiles. • Una creciente dependencia de commodities o materias primas minerales y la lenta diversificación hacia nuevas actividades económicas. • Altos niveles de desigualdad de ingresos y oportunidades, en particular en lo que se refiere al acceso a la educación superior. • La pequeña escala del sistema de innovación formalmente organizado y su concentración en una "isla" de instituciones académicas y de investigación. • Limitaciones de capital humano y recursos en las organizaciones de investigación que resultan en un nivel bajo (aunque está creciendo) de resultados de investigación, de calidad variable. • Deficiencias en cuanto a capacitación y aprendizaje tecnológico y técnico en las empresas de producción. • Una gran necesidad social de innovación, que no está lo suficientemente articulada en términos de demanda, ni vinculada con la oferta de innovación. • Una combinación de políticas de CTI desequilibrada, sesgada hacia el fomento de una estrecha gama de modos de innovación de poca relevancia para la mayoría de las empresas y la innovación social. • Una coordinación limitada de políticas entre los ministerios y en las regiones. 	<ul style="list-style-type: none"> • La falta de diversificación e incursión en segmentos de mayor valor, para aprovechar las oportunidades upstream (ascendentes) y downstream (descendentes) del auge de los minerales. • El no incorporar la innovación de manera global en las empresas y en el tejido social. • El no reorientar las políticas de CTI para que aborden una amplia gama de empresas con diferentes necesidades y proporcionen un apoyo más directo. • Procesos engorrosos de solicitud de proyectos y procedimientos extensos de toma de decisiones que debilitan la movilización de recursos y los impactos del proyecto. • Insuficiencias en términos de movilización de capital humano y capacidades para explotar la ventana de oportunidades que ofrece el fondo de regalías para CTI. • Incapacidad para actualizar suficientemente los conocimientos y la calidad, a fin de apoyar las necesidades generales del sistema de innovación, en materia de capital humano y conocimiento. • El no llevar a cabo programas que atienden las necesidades más generales de la sociedad y la economía.

Bibliografía

OCDE (2014), *National Intellectual Property Systems, Innovation and Economic Development with Perspectives on Colombia and Indonesia* (Sistemas nacionales de propiedad intelectual, innovación y desarrollo económico con perspectivas en Colombia e Indonesia), OECD Publishing. doi: 10.1787/9789264204485-en.