



CIENCIA, TECNOLOGÍA E INNOVACIÓN

Pieza de rompecabezas faltante con brillo claro, concepto de negocios para completar la pieza final del rompecabezas



INTRODUCCIÓN

1

EL SISTEMA NACIONAL DE CIENCIA,
TECNOLOGÍA E INNOVACIÓN Y SUS ACTORES

2

LA DÍADA EMPRESA-ACADEMIA
PARA LA INNOVACIÓN

3

INNOVACIÓN ABIERTA: ¿DE QUÉ SE TRATA?

4

INSTITUCIONALIDAD Y LA CTI
EN EL PND 2022-2026

5

SÍNTESIS DE RECOMENDACIONES

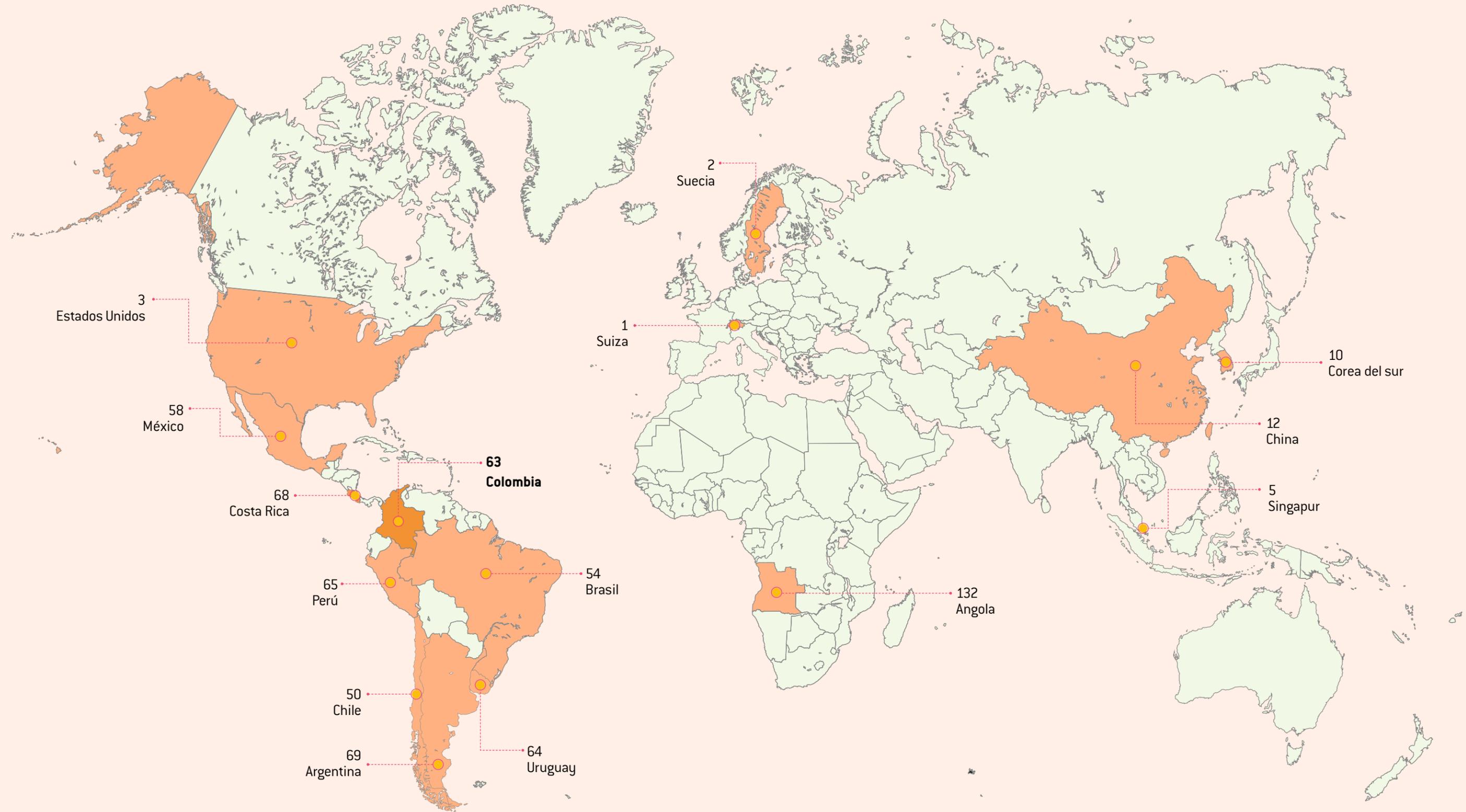
6

BIBLIOGRAFÍA

7



MAPA DE UBICACIÓN



Índice Global de Innovación. Puesto entre 132 países.
Fuente: Organización Mundial de Propiedad Intelectual-OMPI [2023].

PERFIL DE COLOMBIA

Tema	Indicador	Valor Colombia	Ranking en América Latina	Mejor país en América Latina [valor]	Promedio OCDE (Valor)	Fuente
Demanda por conocimiento y tecnología	Pilar de investigación y desarrollo (índice de alistamiento)	0,4	5 de 17	Brasil (0,61)	0,5	UNCTAD (2023)
	Investigadores por millón de habitantes	88,0 ¹	9 de 11	Argentina (1236,9)	4074,4	Unesco (2023)
	Colaboración multiactor para desarrollar investigación	45,4	3 de 17	Costa Rica (46,6)	56,9	WEF (2019)
Oferta de conocimiento	Artículos en revistas científicas y tecnológicas por cada 100.000 habitantes	18,3	5 de 17	Chile (46,5)	139,2	Banco Mundial (2023)
	Patentes en vigor otorgadas a residentes por millón de habitantes	13,0	5 de 17	Chile (68,8)	1287,3	OMPI (2023); Banco Mundial (2023)
	Pagos por uso de propiedad intelectual (% total de comercio exterior)	1,12	2 de 17	Chile (1,36)	1,03	Banco Mundial (2023)
	Inversión en ACTI (% del PIB)	0,32 %	7 de 8	El Salvador (1,75 %)	-	RICYT (2023)
	Inversión en I+D (% del PIB)	0,20 %	7 de 12	Brasil (1,17 %)	2,71 %	RICYT; OCDE (2023)
Innovación	Índice mundial de innovación	29,2	4 de 15	Chile (34)	32,4	OMPI (2022)
	Tasa de eficiencia de la innovación ²	0,49	7 de 15	México (0,65)	0,72	OMPI (2022)

Nota: La información acá reportada corresponde al último valor disponible.

1. Información para el año 2017.

2. Calculada como la razón de resultados de innovación/insumos de innovación.

1 INTRODUCCIÓN

En septiembre de 2022 el *Harvard Business Review* (HBR) publicó un artículo que se titulaba “Confianza: moneda de la innovación”. En él se plantea que solo cuando existe confianza se puede avanzar hacia lo desconocido (HBR, 2022). El artículo plantea que la cultura de innovación en una empresa se construye fundamentada en la confianza de los empleados, en esa certidumbre y solidez de una nueva idea que se lanza en el mercado. Al sumar la confianza de los empleados, los consumidores, los inversionistas y demás grupos de interés, se encuentra que las empresas generan nuevas ideas, las llevan a buen puerto y logran escalarlas. Precisamente, esa licencia para innovar se alcanza, entre otros, con confianza y transparencia entre los participantes³.

Cuando hay confianza es posible alinear esfuerzos y construir un capital social que de otra manera no logra aparecer y estimula el desarrollo económico y social. Por esta razón, identificar, utilizar y producir nuevo conocimiento y tecnología para afrontar los retos y problemas económicos, sociales y ambientales del país es una tarea conjunta de todos: la sociedad, la academia, el sector productivo y el sector público (Consejo Privado de Competitividad [CPC], 2022)⁴, y debe serlo porque parte de nuestra capacidad de confiar los unos en los otros.

En repetidas ocasiones este informe ha planteado la discusión alrededor de la *debilidad en la gobernanza de los actores del Sistema Nacional de Ciencia, Tecnología e Innovación (SNC-TI)*, que a su vez deriva en un problema de coordinación y de

cooperación entre los agentes. En el ámbito de la ciencia, la tecnología y la innovación (CTI), enfrentamos diversos obstáculos que resultan en indicadores persistentemente bajos, y muchos de ellos podrían resolverse si se lograra generación de confianza y cooperación entre los diferentes actores que deben interactuar y colaborar.

Así las cosas, una percepción generalizada es que “la falta de confianza como elemento cultural en Colombia ha hecho que los procesos sean tediosos y se invierta con frecuencia más tiempo y presupuesto en administración y control que en ejecución” (Batz, comunicación personal, 2023). Esto, que es cierto en muchos ámbitos de la realidad nacional por una baja confianza personal e institucional (Programa de las Naciones Unidas para el Desarrollo [PNUD], 2023), puede ser particularmente costoso dentro del ecosistema de CTI, como se indica en la premisa del artículo mencionado al inicio de esta introducción.

La CTI es un motor para potenciar la productividad e impulsar la competitividad del país (CPC, 2022), y debería guiar la estrategia de desarrollo de Colombia. Existen diversos documentos que plantean estrategias posibles, como la hoja de ruta de la política de CTI 2021-2030 consignada en el documento CONPES 4069 y el de propiedad intelectual (documento CONPES 4062). Hay asimismo elementos propuestos en la Misión de Sabios y recomendaciones de la Misión de Internacionalización, así como otros documentos CONPES de políticas de largo plazo aprobados en los últimos años. Más recientemente, se encuentra el Plan

3. “Innovamos para construir confianza y construimos confianza para innovar” (HBR, 2022, p. 2), se generan innovaciones con diferentes objetivos: la salud de consumidores y su seguridad, seguridad de datos y privacidad, asegurar conveniencia y facilidad de uso, impacto positivo en sociedad y medio ambiente.

4. En efecto, en una ciencia con impacto y utilidad social se busca que la sociedad también participe de la definición de sus prioridades, pues precisamente esta es la receptora última de las innovaciones que generan los distintos actores que las producen.

Nacional de Desarrollo (PND) 2022-2026 “Colombia, potencia mundial de vida”, que propone la priorización de acciones de política a través de la innovación orientada por cinco misiones estratégicas⁵ y plantea que el conocimiento y la armonía con la naturaleza sustentan la transformación productiva contemplada en el instrumento.

Sin embargo, persiste la pregunta de si este tipo de planteamientos pueden en efecto materializarse sin que haya un mayor reconocimiento de los actores que participan en este ecosistema. A pesar de las buenas intenciones, resulta evidente que el país no logra dar el salto cualitativo que se esboza en este tipo de documentos y otros anteriores. En consecuencia, hay otros elementos que tienen que transformarse si queremos ser exitosos.

Este capítulo plantea la necesidad de que el tipo de colaboración que se encuentra en todos los nodos del sistema evolucione. En primer lugar, se establece cuáles son los actores

reconocidos dentro del SNCTI, la manera como se logran concretar apoyos entre ellos y el rol de los investigadores. Luego se profundiza en la diada empresa-academia para la innovación y en la gestión de la propiedad intelectual, y se destaca un caso exitoso a nivel empresarial sobre la cultura de innovación y la confianza. En la sección cuatro se explora la innovación abierta y su panorama en Colombia, y se exponen otras formas de construir confianza en el ecosistema de CTI que podrían replicarse. El capítulo finaliza con una sección sobre la institucionalidad como una herramienta para la construcción de confianza para la innovación.

La versión 2022 del capítulo incluyó 20 recomendaciones, de las cuales una fue acogida. En la presente edición se formulan 15 recomendaciones relacionadas con la construcción de confianza que buscan contribuir a la mejora en la gobernanza de los actores del ecosistema -su articulación y coordinación- para aumentar los niveles de innovación⁶.

5. Estas son: (1) bioeconomía, ecosistemas naturales y territorios sostenibles; (2) derecho humano a la alimentación; (3) energía eficiente, sostenible y asequible; (4) autonomía sanitaria y bienestar social, y (5) paz y ciudadanía.

6. Las otras cuatro recomendaciones se incluyen en el cuadernillo de recomendaciones que acompaña este INC 2023-2024.

2 EL SISTEMA NACIONAL DE CIENCIA, TECNOLOGÍA E INNOVACIÓN Y SUS ACTORES

Es importante comprender quiénes son los actores principales del SNCTI y entender sus roles en el proceso de investigación, desarrollo e innovación y en la generación y oferta de conocimiento. Esta red es fundamental para lograr que la agenda avance y se logre un entorno de verdadera confianza entre el sector público, el sector productivo, la academia y la sociedad [CPC, 2022]⁷.

El SNCTI fue creado con la Ley 1286 de 2009⁸ y en los últimos años tuvo importantes ajustes en su institucionalidad que se mencionaron en el **INC 2022-2023**: la Ley 2162 de 2021, que creó el Ministerio de Ciencia, Tecnología e Innovación (Minciencias); la reglamentación del SNCTI a través del Decreto 1666 de 2021, y la puesta en marcha del Consejo Nacional de Políticas de CTI (CONACTI) y del Consejo Científico Nacional (CCN). Actualmente, Minciencias también viene trabajando en la actualización de las instancias departamentales del SNCTI, los Consejos Departamentales

de Ciencia, Tecnología e Innovación (CODECTI), pues en abril de 2023 se volvieron a recibir comentarios sobre un nuevo proyecto de decreto⁹.

Los actores reconocidos por el Ministerio que hacen parte del SNCTI, con corte a julio de 2023, se muestran en la Tabla 1. De estos, la gran mayoría están ubicados en Bogotá-Distrito Capital (35,6%), seguido por Antioquia (22,1%), Valle del Cauca (10,1%), Caldas con una participación cada uno de 6,7% y Atlántico con 4,7%. Ahora bien, uno de los problemas más preponderantes en torno a la CTI en el país es la debilidad en la *gobernanza y poca articulación de los actores del sistema*, que se deriva en un problema de coordinación y, en últimas, de cooperación entre los agentes. En Colombia necesitamos ser capaces de que el ecosistema de innovación genere productividad y competitividad de manera efectiva.

Tabla 1. Listado de actores reconocidos, julio de 2023¹⁰.

Actor reconocido	Número	Participación (%)
Centros de investigación	49	31,8
Unidad de i+D+i de empresa	25	16,8
Centros de ciencia	20	13,4
Instituto público	16	10,7
Centros de innovación y productividad	12	8,1
Centros de desarrollo tecnológico (CDT)	10	6,7
Oficina de transferencia de resultados de investigación (OTRI)	9	6
Empresa altamente innovadora (EAI)	6	4
Incubadora de empresas de base tecnológica	2	1,3
Total	149	100

Fuente: elaboración propia con base en Minciencias (2023d).

7. A continuación, se hace una revisión de los actores reconocidos dentro del SNCTI según el Ministerio de Ciencia, Tecnología e Innovación (Minciencias); en particular, aquellos ejecutores y generadores de conocimiento, pero no se incluye el detalle de otras entidades e instituciones habilitadoras dentro de este ecosistema como lo son Bancóldex, ProColombia, el Servicio Nacional de Aprendizaje (SENA), el Icetex o las cámaras de comercio.

8. Valga la aclaración, ya desde los noventa [Ley 29 y el Decreto 1767 de 1990 y Decreto 585 de 1991] se había establecido el Sistema Nacional de Ciencia y Tecnología que había sido diseñado para incrementar la colaboración entre el Gobierno, la academia y los sectores industriales, pero no se definió claramente el objetivo de dicha cooperación.

9. La gobernanza de la innovación y la de la competitividad han coexistido durante varias décadas. En algún momento incluso se intentó fusionarlas, pero ese arreglo institucional no fue exitoso.

10. En el **INC 2022-2023** se mencionaba el reconocimiento de grupos de investigación e investigadores, a través del cual se puede “conocer las actividades y los resultados que ellos han logrado y así tener claridad sobre las capacidades, las fortalezas, las debilidades y las potencialidades de quienes integran el SNCTI” (CPC, 2022, p. 491).

Actualmente existe un vacío de conocimiento sobre las funciones y actividades de los actores mencionados, quizá también asociado a la poca claridad en el cumplimiento de sus roles. Por eso, la Tabla 2 proporciona información detallada sobre ocho actores, incluidas sus actividades principales, de investigación, desarrollo e innovación o complementarias, junto con los resultados previstos de acuerdo con los lineamientos de Minciencias según su escala de madurez tecnológica (TRL). Al respecto, cabe mencionar que en los últimos años se han elaborado directrices específicas para facilitar el proceso de reconocimiento (guías con actividades y requisitos) que el Ministerio está revisando. Utilizar la actividad nuclear como base permite una distinción más clara entre cada actor, pues se especifica(n), para cada uno de ellos, la(s) etapa(s) de alistamiento o madurez de la tecnología de la que se ocupan, así como el potencial para su introducción en el mercado. No obstante, al coincidir en actividades similares, algunos actores se vuelven competidores por recursos y no se fomenta la articulación entre ellos.

Mientras los centros e institutos de investigación se dedican a la generación de conocimiento fundamental para el país mediante proyectos de investigación científica básica o aplicada en líneas de investigación específicas, las unidades de i+D+i de las empresas realizan actividades, proyectos de investigación (principalmente aplicada), de desarrollo tecnológico o de innovación para la empresa a la que pertenecen, y su propósito es fortalecer sus capacidades tecnológicas, incrementar la productividad y su competitividad (Minciencias, 2021).

Los centros de ciencia, por una parte, tienen usualmente una planta física abierta al público de manera permanente, y la apropiación social de la CTI (ASCTI)¹¹ es parte integral de su misión; pueden ser bioespacios (ej.: zoológicos); espacios para las ciencias exactas, físicas, sociales y la tecnología (ej.: planetarios); espacios de construcción ciudadana en CTI (ej.: espacios *makers*), y espacios mixtos (parques temáticos). Por otra parte, los centros de innovación y productividad buscan contribuir al mejoramiento de la competitividad y de la productividad a nivel local, regional o nacional, induciendo la demanda por conocimiento científico, desarrollo tecnológico o innovación entre actores clave, así como promoviendo la interacción y el flujo de información entre ellos (Minciencias, 2021).

Los CDT desarrollan proyectos de investigación aplicada, tecnología propia y actividades de transferencia que respondan a necesidades u oportunidades de desarrollo social y económico del país, sus regiones o ciudades. Las oficinas de transferencia de resultados de investigación (OTRI), entretanto, promueven la transferencia de conocimiento y tecnología a organizaciones productivas o sociales que los demandan, mientras que las empresas altamente innovadoras (EAI) realizan, de manera sistemática, actividades conducentes a la innovación mediante procesos claramente establecidos, recursos asignados y resultados verificables. Por último, las incubadoras apoyan la creación de empresas de base tecnológica, aceleran el crecimiento y viabilizan proyectos empresariales innovadores (Minciencias, 2021).

Tabla 2. Actividad nuclear de los actores reconocidos.

Actor reconocido	Actividad principal	Actividades de I+D+i o complementarias	Resultados principales
Centros e institutos de investigación	Investigación básica, Investigación aplicada (TRL 1 al 6).	Desarrollo tecnológico, apoyo en la formación de capital humano para la investigación, prestación de servicios científicos especializados y divulgación científica.	Productos de generación de conocimiento: artículos de investigación o científicos, libros y capítulos de libro resultantes de investigaciones, productos tecnológicos patentables, obras resultantes de la investigación en artes, arquitectura y diseño, nuevas variedades animales y vegetales.
Unidad de i+D+i de empresa	Investigación aplicada, desarrollo tecnológico e innovación (TRL 2 al 9).	Transferencia de tecnología, servicios científicos y tecnológicos.	Nuevos productos certificados o validados, secretos industriales, innovaciones de producto, servicio o proceso, licenciamiento.

11. La ASCTI fomenta "el uso, la valoración, la gestión y la apropiación del conocimiento por parte de la sociedad en general" (CPC, 2022, p. 485).

Actor reconocido	Actividad principal	Actividades de I+D+i o complementarias	Resultados principales
Centros de ciencia	Apropiación social del conocimiento mediante gestión e intercambio del conocimiento, participación ciudadana, comunicación de la relación ciencia, tecnología y sociedad [soporte a TRL del 1 al 9].	Servicios científicos y tecnológicos, demostración y fabricación no compleja de artefactos de prueba o de juego, divulgación de la CTI, gestión del conocimiento.	Participación ciudadana en CTI e intercambio de conocimientos: - Proyectos con comunidades, eventos, documentos, videos y otros productos construidos colaborativamente con comunidades. Gestión del conocimiento: - Cursos y talleres; documentos, boletines u otros productos divulgativos; puestas en escena; exposiciones permanentes, temporales o itinerantes; semilleros o clubes; unidades itinerantes; proyectos museológicos o museográficos; proyectos arquitectónicos. Comunicación ciencia, tecnología y sociedad: - Generación de contenidos impresos como libros y revistas; generación de contenidos multimedia, crossmedia o transmedia; generación de contenidos; audiovisuales; generación de contenidos de audio; diseño de juguetes, juegos o videojuegos; diseño de artefactos y/o prototipos; diseño de salas museales; interiorismo, arquigrafía, infografía y similares.
Centros de innovación y productividad	Asesorías, consultorías, asistencia técnica, capacitación [soporte de TRL 4 a 9].	Servicios científicos y tecnológicos, extensión tecnológica, divulgación científica, estudios especializados.	Metodologías, modelos, políticas públicas, dinamización de redes, publicaciones.
Centros de desarrollo tecnológico	Investigación aplicada y desarrollo tecnológico (TRL 3 al 8).	Prestación de servicios científicos y tecnológicos, formación de personal para la investigación, asesoría y consultoría.	Productos tecnológicos certificados o validados; regulaciones, normas, reglamentos o legislaciones; licencias, contratos de comercialización de tecnología, nuevas variedades animales y vegetales.
Oficina de transferencia de resultados de investigación	Transferencia de tecnología [TRL 6 al 9].	Asesoría y consultoría, servicios científicos, licenciamientos, asistencia técnica, acuerdos de codesarrollo, creación de <i>spin-offs</i> , entrenamientos y capacitaciones, articulación universidades-centros de investigación-empresas, gestión de proyectos de investigación colaborativa.	Tecnologías incorporadas en el aparato productivo, licenciamientos de tecnología, procesos de patentamiento, contratos de desarrollo con el sector privado, y creación de <i>spin-offs</i> y startups.
Empresa altamente innovadora	Introducción en el mercado de productos o servicios nuevos o significativamente mejorados [TRL 7 al 9].	Investigación básica o aplicada, desarrollo tecnológico, vigilancia tecnológica, estudios de factibilidad.	Innovaciones de producto/servicio, proceso, de mercado u organizacionales.
Incubadora de empresas de base tecnológica	Asistencia técnica, asesoría, consultoría. [soporte de TRL 6 al 9].	Servicios tecnológicos, gestión de recursos financieros para emprendedores y gestión de la innovación.	Planes de negocio, nuevas empresas innovadoras y/o de base tecnológica en el mercado.

Fuente: elaboración propia con base en Minciencias (2021).

Si bien hay distinciones entre cada uno de los actores, es aún más importante saber si están cumpliendo con su objetivo misional. Es necesario reconocer y aprovechar las complementariedades entre ellos para poder llevar a cabo procesos colaborativos de investigación, desarrollo e innovación en Colombia que permitan mejoras en productividad e incrementos en su competitividad.

A pesar de la aparente fortaleza del marco institucional del sistema, su articulación y coordinación no rinden los frutos esperados, lo que a su vez mina la confianza en el andamiaje que se ha construido y amenaza con permanecer en un constante estado de cambio que no lleva a ningún resultado. En efecto, “para superar estos obstáculos, es imperativo establecer mecanismos eficaces que fomenten la sinergia y la cooperación entre los actores. Cultivando una cultura de colaboración y optimizando la utilización de los puntos fuertes de cada actor” (Batz, comunicación personal, 2023).

Es clave tener en cuenta que la política de actores del SNCTI, el reconocimiento de investigadores y el modelo de medición de grupos de investigación se están revisando actualmente, y se espera tener una nueva política en el año 2024. En este sentido, es importante que el Minciencias defina mejor los incentivos para que estas instituciones perciban efectivamente el mayor beneficio de recibir un reconocimiento formal del Ministerio. Esto debe ir en línea con la aprobación del artículo 171 del PND 2022-2026 sobre democratización de la ciencia, y el compromiso del Gobierno nacional de implementar la Política Nacional de Ciencia Abierta.

El objetivo es “revisar y ajustar los modelos de evaluación, las métricas e incentivos en busca de la implementación de modelos prácticos de evaluación responsables de la investigación” (Minciencias, 2023a) en un proceso de apertura, diálogo, inclusión y responsabilidad social con los actores generadores de conocimiento del país que tendría lugar entre el segundo semestre de 2023 y en el primer semestre de 2024. En este sentido, es relevante que la nueva estructura tenga en cuenta las idiosincrasias del relacionamiento entre actores y la cultura de la colaboración, y que además se incluya como criterio de evaluación el relacionamiento de los actores con el sector productivo. En suma, “un enfoque estratégico en la coordinación efectiva y el aprovechamiento de las complementariedades impulsará el ecosistema de innovación de Colombia a nuevas alturas, asegurando un impacto positivo en su desarrollo y éxito general” (Batz, comunicación personal, 2023).

Ahora bien, hay dos componentes de la institucionalidad que quizá permitan ir destrabando la falta de articulación y colaboración efectiva del sistema. En primer lugar, la regulación. En el

capítulo de **CTI del INC 2022-2023** señalamos que en Colombia hay un andamiaje regulatorio que puede resultar excesivo y abrumador en el proceso de innovar. El hábito regulatorio de definir todas las posibilidades taxativamente hace -casi por construcción- imposible que surjan propuestas que no sean las que hayan sido imaginadas por el regulador. Por este motivo “la estricta naturaleza taxonómica de la norma transforma las posibles lagunas en obstáculos, en lugar de espacios que podrían explorarse para el desarrollo de nuevos productos, servicios o proyectos” (Batz, comunicación personal, 2023). En la medida en que el estándar es dicha definición taxativa, los vacíos no son espacios que puedan ser aprovechados, sino impedimentos para el desarrollo de productos o servicios o, incluso, realizar proyectos¹².

Simplificar y optimizar la normatividad en Colombia, mitigando los riesgos principales pero abandonando la pretensión de regular cada espacio, es una parte del camino para potenciar la productividad a través de la CTI e impulsar la competitividad del país. Aunque estos verbos se utilizan a menudo, no son en realidad los que se practican. “Simplificar” y “optimizar” no quiere decir necesariamente desregular, sino generar lineamientos generales que atenúen los riesgos gruesos de forma práctica y contemplen alternativas a los procesos que carecen de éxito. Sin embargo, en la medida en que como sociedad no admitamos que la innovación conlleva algunos riesgos, que debe existir tolerancia al fracaso y que en lugar de propender a resultados se debe velar por contar con procesos adecuados que aprendan de los fracasos, será imposible avanzar hacia una sociedad que, como dice el PND, esté “basada en el conocimiento”. Para conocer hay que explorar, aprender y fracasar.

En segundo lugar, se encuentra la dimensión regional, que es como en Colombia hemos querido designar a aquello que no ocurre en su capital. Este año comenzó la ejecución de una acción del documento CONPES 4069 relacionada con definir “un plan de acción para regionalizar la oferta de instrumentos de las entidades públicas del orden nacional que hacen parte del SNCTI y el Sistema Nacional de Competitividad e Innovación (SNCI) en materia de CTI” (DNP, 2021a), lo cual se esperaría contribuya a una mejor y más efectiva articulación entre los actores y los instrumentos disponibles para llevar a cabo proyectos de CTI en las distintas regiones del país. El rol de la asociatividad y fortalecer las capacidades a nivel regional son claves para generar innovación. A continuación, se profundizan algunos datos sobre las relaciones de apoyo existentes en el ecosistema de innovación.

12. Puede tratarse de problemas en el diseño e implementación de la regulación o también dificultad o desconocimiento de los actores del SNCTI para superar las barreras regulatorias.

RELACIONES DE APOYO CON ENTIDADES DEL SNCTI PARA INNOVAR

Los resultados más recientes de la Encuesta de Desarrollo e Innovación Tecnológica (EDIT) que publica el Departamento Administrativo Nacional de Estadística (DANE) mostraban el número de empresas con algún nivel de innovación que habían buscado apoyo para la realización de actividades de CTI (ACTI) en alguna entidad del SNCTI^{13,14}. Los resultados identificados para las empresas del sector manufacturero (bienio 2019-2020) y para el sector servicios y comercio (bienio 2018-2019) se presentan en la Tabla 3.

Los hallazgos son interesantes. Las “universidades públicas” ocupan el primer lugar como fuente de apoyo para el sector servicios y comercio, pero el quinto para la industria manufacturera. Sucede algo similar con los “otros ministerios”, pues mientras para servicios y comercio están en el tercer lugar, para la industria manufacturera se ubican en el puesto 11. En contraste, el SENA es la institución con la que se establecieron más relaciones de apoyo entre las empresas de la industria manufacturera y ocupa el segundo lugar para las empresas de servicios y comercio; entretanto, las “agremiaciones sectoriales y cámaras de comercio” ocupan el segundo lugar para la industria manufacturera¹⁵.

Finalmente, en tercer lugar aparece el Instituto Colombiano de Normas Técnicas y Certificación (Icontec) para la industria manufacturera y en sexto para servicios y comercio. Los CDT, los centros de investigación autónomos y los centros regionales de productividad aparecen bastante abajo en la tabla.

El Minciencias aparece también en este listado de 22 entidades del SNCTI con las que las empresas se relacionan: en el quinto lugar para servicios y comercio, y en el sexto para la industria manufacturera. Mientras tanto, el Ministerio de Comercio, Industria y Turismo (Mincomercio), iNNpulsa, ProColombia y Bancóldex aparecen en las posiciones 12, 13, 17 y 18 para servicios y comercio, y en 15, 9, 8 y 12 para la industria manufacturera, respectivamente. Como se evidencia, las relaciones de apoyo tienen lugar, aunque en un muy bajo porcentaje, con las diferentes entidades consideradas.

La colaboración de las empresas con entidades del SNCTI tiene lugar en un nivel considerablemente bajo, como se reporta en la EDIT, situación que puede ser resultado del desconocimiento mismo de cómo acceder a estas instancias¹⁶. Por ejemplo, Ordóñez-Matamoros *et al.* (2022) explican que el reconocimiento de la existencia del otro es el primer nivel en la escala de intensidad del relacionamiento sobre la que discuten. Infortunadamente, no hay cómo establecer confianza si no se ven resultados concretos de la interacción entre la innovación con la productividad, y para ello es clave que la investigación se materialice en victorias de los actores con un fin común que comparten¹⁷. Sin duda, en Colombia se necesita escala para que el sueño de la sociedad del conocimiento se convierta en una realidad y para que el rol transversal de la CTI sea apropiado en todos los sectores, tanto en el público como en el productivo, en la academia y en la sociedad misma.

13. Aquí se incluyen empresas innovadoras, potencialmente innovadoras y con alguna intención de innovar. Según la EDIT, una empresa innovadora introdujo en el mercado “un producto [bien o servicio] nuevo o mejorado, o la implementación de un proceso nuevo o mejorado, que difieren significativamente de aquellos productos o procesos realizados previamente por la empresa” (DANE, 2021). Las empresas potencialmente innovadoras “en el momento de diligenciar la encuesta no habían obtenido ninguna innovación en el período de referencia; pero que reportaron tener en proceso o haber abandonado algún proyecto de innovación, ya fuera para la obtención de un producto nuevo o mejorado en el mercado internacional, en el mercado nacional, o para la empresa; o la implementación de un proceso nuevo o mejorado” (DANE, 2021). Las empresas con la intención de innovar, “tuvieron la intención de realizar algún proyecto para la introducción de bienes o servicios nuevos o mejorados, y/o la implementación de un proceso nuevo o mejorado” (DANE, 2021).

14. Valga la aclaración, este conjunto de 22 entidades que considera la EDIT incluye un grupo de actores más grande que los reconocidos por el Minciencias.

15. Por ejemplo, los Tecnoparques del SENA son cercanos al empresariado de la industria manufacturera por las condiciones que ofrecen en términos de equipos y apoyo técnico.

16. En relación con esto, en las bases del PND 2022-2026 se plantea que se impulsarán programas para dinamizar los actores del SNCTI y para fortalecer las infraestructuras de investigación, desarrollo tecnológico e innovación.

17. Los territorios innovadores y socioecológicamente resilientes (Tisere) tienen un esquema de gobernanza “que promueve la confianza entre los actores, garantiza el adecuado manejo de la información y vela por el reparto equitativo de los beneficios derivados de la innovación” (Martínez *et al.*, 2020).

Tabla 3. Empresas con alguna relación de apoyo con entidades del SNCTI (%).

Entidad del SNCTI	Servicios y comercio	Industria manufacturera
Universidades públicas	13,5	7,9
SENA	13,3	11,7
Otros ministerios	10,8	4,3
Agremiaciones sectoriales y cámaras de comercio	10,3	9,4
Minciencias	9,8	7,5
Icontec	9,2	9,0
Consultores en innovación y desarrollo tecnológico	9,0	7,0
Superintendencia de Industria y Comercio	8,6	7,9
Entidades de formación técnica y tecnológica (distintas al SENA)	4,7	3,7
Dirección Nacional de Derechos de Autor	4,5	1,4
Centros de Desarrollo Tecnológico (CDT)	4,5	3,5
Mincomercio	4,4	3,4
iNNpulsa	3,9	5,7
Centros de investigación autónomos	3,3	2,1
Consejos Departamentales de Ciencia y Tecnología (CODECyT)	3,0	0,5
Comisiones regionales de competitividad	2,7	0,8
ProColombia	2,7	6,1
Bancóldex	2,7	3,7
Parques tecnológicos	2,3	1,2
Centros regionales de productividad	2,0	1,4
Incubadoras de empresas de base tecnológica	1,8	0,6
Colombia Productiva	1,8	5,3

Nota: Estos porcentajes se calculan respecto al total de las respuestas de empresas innovadoras, potencialmente innovadoras y que tuvieron la intención de innovar. Específicamente, 3.298 empresas del sector servicios y comercio, y 2.171 de la industria manufacturera (no son repuestas únicas sobre cada entidad; pudo haber apoyo de más de una entidad, así que la tabla no suma 100 %). Están ordenadas de mayor a menor según las respuestas de servicios y comercio.

Fuente: DANE (2020; 2021).

INVESTIGADORES Y SU SECTOR DE EMPLEO, UNA MIRADA A COLOMBIA Y LA REGIÓN

La colaboración y la construcción de confianza, como todas las actividades humanas, requieren incentivos. Con frecuencia se encuentra que los actores del SNCTI no logran llegar a acuerdos de propiedad intelectual, no pueden cerrarse fácilmente los contratos de innovación, ni posteriormente llegar a transferencia de tecnología. Esto, de hecho, impide dinámicas fluidas que podrían facilitar el desarrollo de los sistemas regionales de innovación a nivel nacional.

Si el anterior es un diagnóstico persistente, más del esfuerzo de todos los actores del sistema debería invertirse en que se logren cerrar estos acuerdos y le den victorias tangibles. Así, los actores del ecosistema de innovación (reconocidos o no por Minciencias) que se enfocan en promover y facilitar tales cierres podrían ejercer un rol como generadores de confianza para las diferentes partes que intervienen en los procesos de transferencia, conocimiento y resultados de investigación (Connect, comunicación personal, 2023).

Según las cifras más recientes de la Organización de las Naciones Unidas para la Educación, la Ciencia y la Cultura (Unesco, 2023) sobre el número de investigadores por millón de habitantes, Colombia tiene resultados significativamente bajos respecto a los observados para el promedio de la Organización para la Cooperación y el Desarrollo Económicos (OCDE) y en comparación con países de referencia en la región. Específicamente, mientras que en 2017 este indicador para Colombia era de 88 investigadores por cada millón de habitantes, para el promedio de la OCDE los resultados más recientes ascienden a 4.464 para 37 países (y si no se incluye a los países de América Latina,

ese promedio se incrementa hasta 4.966 investigadores). Ahora bien, un indicador que data de hace seis años no nos permite saber si hoy queremos más investigadores pues no tenemos idea de cuál ha sido su evolución en los últimos años y cómo se compara internacionalmente.

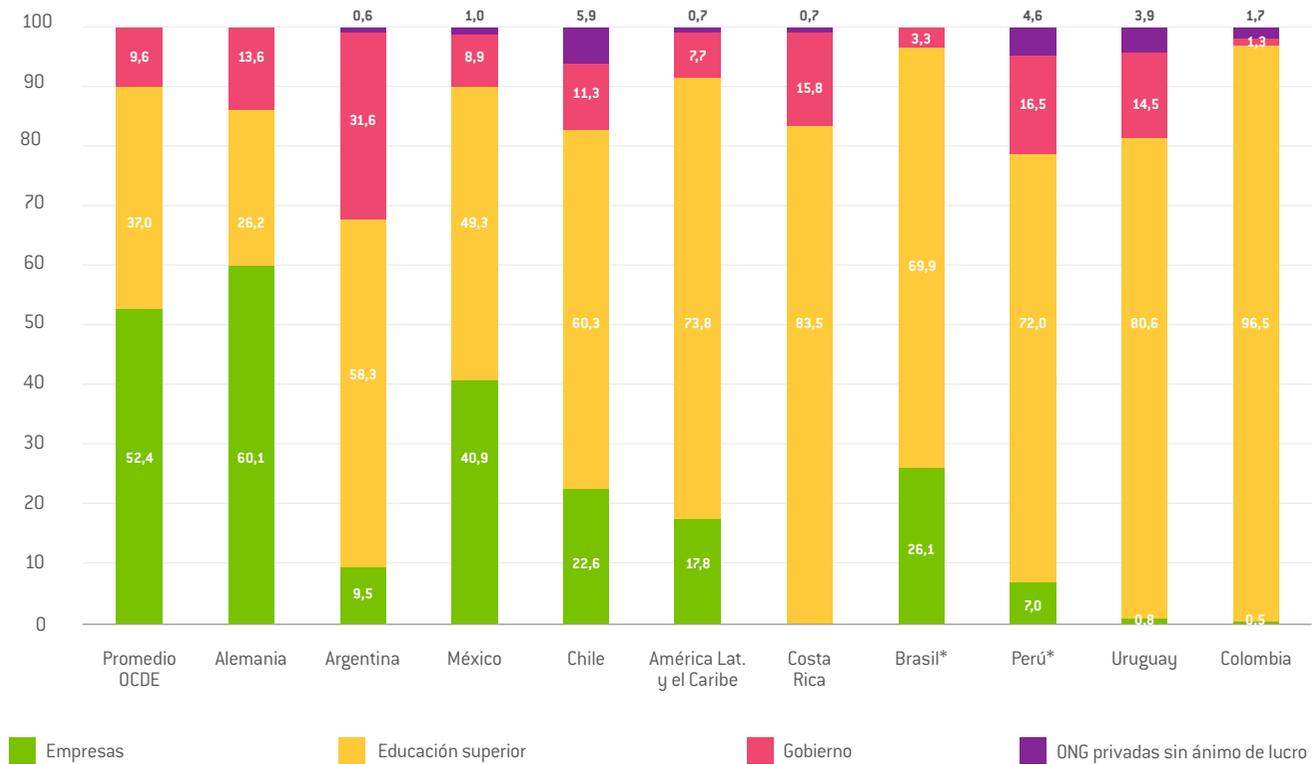
Dentro de América Latina, Colombia exhibe números muy bajos de investigadores de acuerdo con las cifras disponibles de la Unesco en el proceso de elaboración de este capítulo. En Uruguay esta cifra se ubicó en 795,4 investigadores por millón de habitantes en 2021; en México ascendía a 348,7 en 2020, y en Chile alcanzó 510,3 en 2019. El número de investigadores por millón de habitantes en Colombia en 2017 se encontraba incluso por debajo de Honduras (189,9 en 2017) y Paraguay (129,8 en 2020).

La Gráfica 1 muestra el sector de empleo de los investigadores para un grupo de países incluyendo a Colombia. En la región, la participación de los investigadores en las empresas es cerca de la tercera parte de lo observado para el promedio de la OCDE (17,8 % vs. 52,4 %), y México es el único país en la región que podría asemejarse a lo observado precisamente en la OCDE¹⁸, si bien con un número de investigadores relativamente bajo. En contraste, la participación de los investigadores en la educación superior en América Latina y el Caribe es cercana al doble de la observada en la OCDE (73,8 % vs. 37 %). Esto nos sugiere que tenemos una concepción particular de para qué se investiga, que parece estar arraigada tanto en el investigador como en la empresa y en las universidades. También es importante recordar que no todos los investigadores tienen el título de doctores (PhD), y se observan diferencias importantes en el interior de los países.

18. Esta situación obedece en gran medida al tipo de empresas instaladas allí, y también a la cercanía con EE. UU. y su mercado. Las multinacionales que operan en México, muchas de la industria automotriz, tienen grandes centros de investigación y desarrollo que acompañan las líneas de producción instaladas de alto nivel técnico, lo que hace que sea más rentable para ellas tener su ingeniería en México que en otras partes del mundo (Gómez, comunicación personal, 2023).

Gráfica 1. Investigadores por sector de empleo (participación, %). Colombia y países de referencia, diferentes años.

En Colombia, en 2019 el 2,5 % de los investigadores trabajaba en las empresas o en el sector productivo y el 95,7 % lo hacía en la academia. Esto contrasta con lo observado en la OCDE: 52,4 % y 37 % respectivamente.

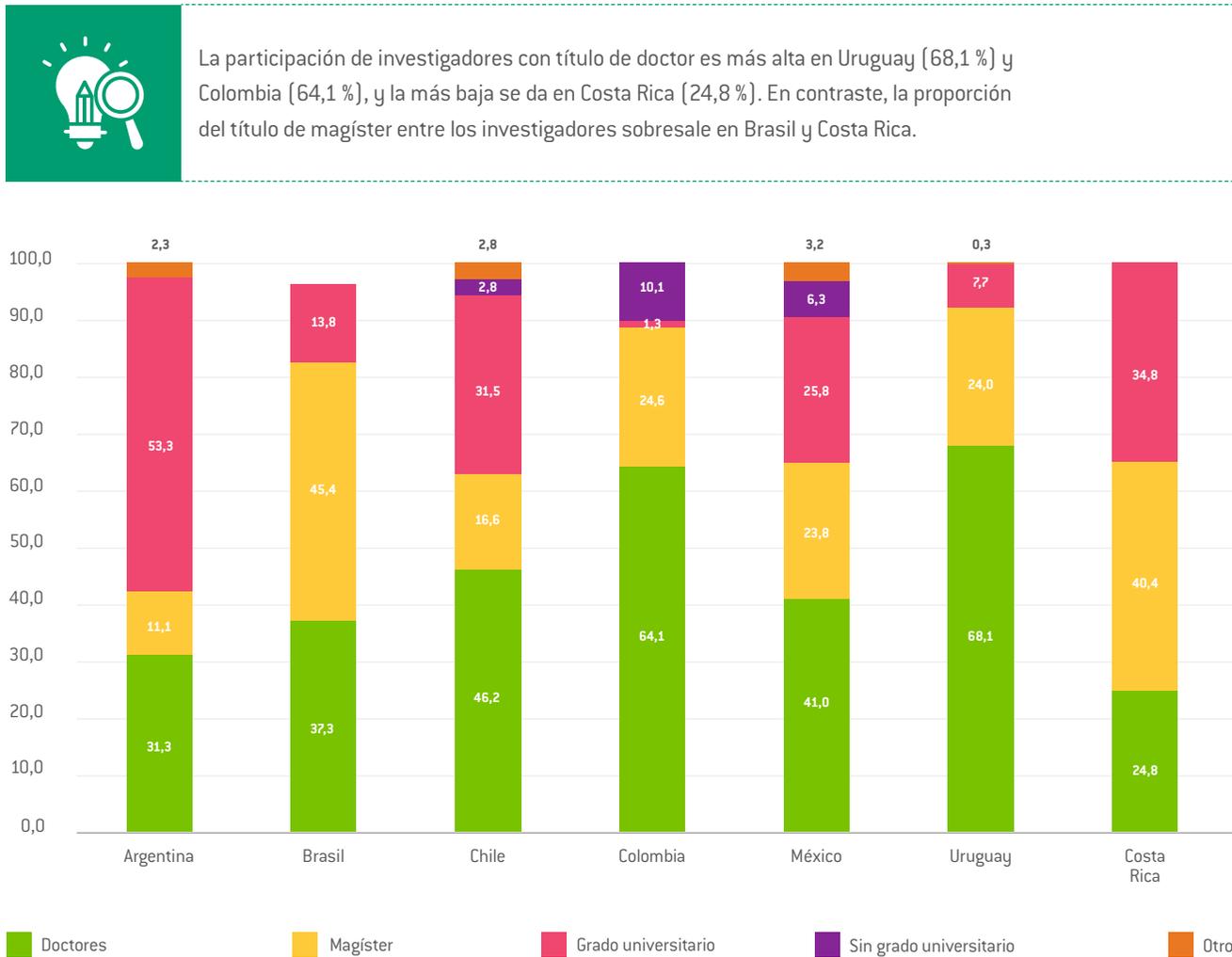


Nota: Esta gráfica se construyó con la información más reciente disponible. La información para Argentina, México, Uruguay y América Latina es de 2020; para Brasil, de 2014; para Colombia, de 2017, y para Costa Rica, de 2018. El promedio de la OCDE se calculó con la información más reciente para 34 países.

Fuente: elaboración propia con base en OCDE (2023) y Red de Indicadores de Ciencia y Tecnología (RICYT, 2023).

La Gráfica 2 muestra el detalle sobre la participación de los títulos de los investigadores para los países de América Latina de la Gráfica 1 con la información más reciente disponible. Uruguay y Colombia son los países que proporcionalmente tienen más doctores (aunque los órdenes de magnitud son significativamente diferentes ya que el número de investigadores en Colombia era cerca de la novena parte de los investigadores en Uruguay, según la información disponible). Brasil es el país que proporcionalmente tiene más títulos de magíster, seguido por Costa Rica y Colombia. Por su parte, el país con mayor proporción de grado universitario que se identifica en este grupo de países es Argentina.

Es importante anotar que no se requiere ser un investigador para ser innovador y que, según la vocación de la investigación en América Latina, esta labor no está enfocada en generar innovación. Si no examinamos el trasfondo cultural de esta tendencia tan marcada, difícilmente lograremos alinear mejor los incentivos para tener países más productivos. En las bases del PND 2022-2026 se propone consolidar un ecosistema de educación superior pública que tenga vínculos con el SNCTI para “fomentar la formación y vinculación de talento para atender las perspectivas y necesidades de investigación” (DNP, 2023, p. 113). Sin embargo, no es claro qué relación podrían tener estas necesidades de investigación con el sector sector productivo que deberían directa o indirectamente apoyar.

Gráfica 2. Investigadores según título en América Latina (participación, %).

Nota: Esta gráfica se construyó con la información más reciente posible. La información para Argentina, México y Uruguay es de 2020; para Brasil, de 2014; para Chile y Costa Rica, de 2018, y para Colombia, de 2019.

Fuente: elaboración propia con base en RICYT (2023).

Además, es importante recordar que se necesita un mayor número de investigadores insertados en el sector productivo colombiano que estén conectados con la ciencia del resto del planeta. Esta conectividad puede poner a disposición una ciencia

con base en la cual también sea posible innovar. Se requiere un desarrollo de la ciencia que contribuya efectivamente en mejoras de productividad y competitividad del país¹⁹.

19. Esperamos en versiones posteriores de este informe profundizar en diplomacia científica e internacionalización de la ciencia.

RECOMENDACIONES



Nueva recomendación



Recomendación relacionada



Recomendación priorizada



Revisar y escalar la estrategia para la vinculación de doctores en empresas.

Alinear los requerimientos del sector productivo y los de los investigadores es una de las formas de conectar a los actores del SNCTI²⁰. Una alternativa para el emparejamiento “perfecto” que sería deseable está orientada a abordar problemáticas estructurales de sectores desde el trabajo doctoral de forma que se terminen beneficiando las empresas²¹. La necesidad de generar confianza entre los investigadores y las empresas también es primordial, lo cual pasa por: (1) reconocerse como actores complementarios y fomentar una cultura de innovación; (2) dar señales claras sobre los conocimientos que el sector productivo busca; (3) establecer el tipo de problemas internos que se busca resolver y precisan de ese talento humano especializado, y (4) comunicar las habilidades que se demandan facilitarían una coordinación entre las partes.

Si los investigadores logran diseñar y desarrollar los proyectos de investigación mientras se encuentran inmersos en empresas, la relevancia para la industria es definida desde el comienzo, y se podría acercar al futuro talento doctoral a preguntas y desafíos concretos del sector privado. Por más obvio que suene, muchas veces

la información no fluye, es baja la comunicación, y cuando la hay no es lo suficientemente clara entre las partes. A esto se le debe sumar la intención de cerrar la brecha de género que existe.

Por otra parte, la inserción laboral de los doctores una vez concluyen los estudios, al igual que el acompañamiento posterior, es fundamental (CPC, 2022). En ese orden de ideas, es importante visibilizar los posibles efectos del decreto que buscaba otorgar un beneficio tributario, o crédito fiscal, para la vinculación de personal con título de doctorado después de tres años de su aprobación, validando si esta medida sí ha sido realmente utilizada por las empresas²².

En línea con lo anterior, las bases del PND 2022-2026 persiguen un objetivo similar mediante el fortalecimiento de “los programas nacionales de doctorado incrementando el relacionamiento del Gobierno y del sector privado” (DNP, 2023, p. 174). En efecto, para garantizar la calidad de la formación, lo anterior debería incluirse como elemento primordial en la reforma a la educación cuya discusión inició durante proceso de elaboración de este capítulo, a principios del segundo semestre de 2023.



Vincular al sector empresarial en programas relacionados con la apropiación social del conocimiento (ASC) en el marco de la CTI.

Acercar al sector productivo para participar de las diferentes iniciativas y programas asociados a la política de ASC puede ser uno de los vehículos que permitan continuar construyendo confianza entre el empresariado y la sociedad, contribuyendo al tejido social²³.

Este objetivo se puede alcanzar usando la CTI para atender las grandes problemáticas del país, generando programas, proyectos y oportunidades de investigación conectados a ellas, como se ha hecho en algunas de las convocatorias del programa “Ideas para

20. Incluyendo a aquellos actores que aún no han iniciado su proceso de reconocimiento y que necesitan una mayor articulación en este ecosistema.

21. En efecto, para que la formación de investigadores contribuya de mejor manera al desarrollo del país, debería estar enfocada en resolver problemas nacionales.

22. Decreto 1011 de 2020, por el cual se reglamenta el artículo 256-1 del Estatuto Tributario, adicionado por el artículo 168 de la Ley 1955 de 2019, y se adiciona el Capítulo 4 al Título 2 de la Parte 8 del Libro 1 del Decreto 1625 de 2016, Único Reglamentario en Materia Tributaria.

23. Precisamente esa apropiación se produce a partir de la relación de la ciencia, la tecnología y la sociedad con la “participación activa de diversos grupos sociales” que tienen la capacidad de generar conocimiento.

el Cambio” de Minciencias, en las que se han motivado ese tipo de alianzas estratégicas para atender necesidades locales²⁴.

En efecto, la ASC es una política que lleva en funcionamiento varios años, formalmente cerca de dos años y medio, a través de la Resolución 0643 de 2021 de Minciencias. También, las bases del PND señalan el propósito de promover y fortalecer los proce-

sos de ASC e innovación social a través de un programa institucional (DNP, 2023). La ASC es un elemento relevante en el marco de las discusiones sobre confianza por el potencial de esta aproximación para generar las condiciones en donde los actores de la cuádruple hélice logran confiar para articularse y sacar adelante los proyectos a partir del uso de la innovación.



Escalar programas de cofinanciación de proyectos de desarrollo tecnológico e innovación empresarial.

Los modelos de cofinanciación (o *matching grants*, muy utilizados en EE. UU., Europa y Asia) permiten el desarrollo conjunto de programas y proyectos de I+D+i entre empresas y universidades o centros de investigación (CPC, 2021), logrando así disminuir los riesgos tecnológicos asociados a los proyectos de innovación. Esta forma de alianza es también un medio para materializar la confianza que se crea entre los actores que tienen un objetivo o propósito común, en el que se puede considerar la realización juntamente con universidades.

Para poder escalar estos programas de cofinanciación, es necesario conocer el impacto generado por programas existentes, reconociendo la eficiencia y efectividad de la cofinanciación, así como revisar posibles barreras administrativas que pueden desincentivar la participación de empresarios²⁵. De hecho, las bases del PND 2022-2026 men-

cionan que se buscará la implementación de “incentivos y estrategias para atraer y movilizar cofinanciación” de este tipo.

Sin embargo, la acción de “rediseñar e implementar el instrumento de cofinanciación de programas y proyectos de I+D+i (*matching grants*) enfocado en fomentar el desarrollo de proyectos de I+D+i y de innovación empresarial” del documento CONPES 4069 no mostró ningún avance con corte a diciembre de 2022 según SisCONPES²⁶. En contraste, la acción del documento CONPES 4011 de emprendimiento sobre el diseño de una estrategia para la implementación de *matching grants* en el financiamiento de emprendimientos innovadores y de base científica/tecnológica, que debería concluir finalizando 2023, mostraba un avance del 70 % respecto a sus metas finales al cierre de 2022.



Fortalecer y escalar el esquema nacional de vouchers de innovación²⁷.

Los vouchers de innovación se han otorgado en Colombia a través de las convocatorias de iNNpulsaTec. Estos instrumentos permiten “financiar la inversión en tecnología e innovación, a pesar de ser un apoyo de menor cuantía para solucionar algún problema u obstáculo” en el proceso de innovación (CPC, 2022, p. 487), por ejemplo, para fortalecer capacidades en las pymes. Teniendo

claridad sobre cifras y resultados de los instrumentos que se implementan para fomentar la innovación -conociendo si se está logrando cumplir con el objetivo de dichos esfuerzos-, es posible escalar este tipo de programas de vouchers de innovación.

Precisamente, las lecciones aprendidas de este programa -sobre los niveles de los montos cofinanciados y el tipo de

24. Ver la convocatoria “Pacífico Pura Energía” del año 2014, “que buscó dar soluciones a las necesidades de energía de las comunidades del Pacífico colombiano y en la que participó el sector privado de una forma activa como padrino tecnológico” (CPC, 2022, pág. 489).

25. Es fundamental revisar las cargas administrativas que se generan para las empresas en los procesos de ejecución de estos programas como parte del seguimiento pues, con frecuencia, se convierten también en una barrera de entrada. También es necesario considerar la gestión de la propiedad intelectual sobre los resultados de estos proyectos cofinanciados a la luz de los artículos 170 y 171 de la ley del PND, en relación con la publicación de los resultados de los proyectos financiados con recursos públicos bajo un enfoque de ciencia abierta.

26. Consulta hecha en mayo de 2023.

27. Los vouchers de innovación son “mecanismos de cofinanciación que vinculan a las empresas con proveedores de conocimiento, para prestar soluciones pertinentes a los retos en los procesos de innovación” (DNP, s. f.). 23. Ver la convocatoria “Pacífico Pura Energía” del año 2014, “que buscó dar soluciones a las necesidades de energía de las comunidades del Pacífico colombiano y en la que participó el sector privado de una forma activa como padrino tecnológico” (CPC, 2022, pág. 489).

proyectos que se pudieron realizar o que están en curso- servirían como insumo para ejecutar la acción del documento CONPES 4069 respecto a “estructurar un programa orientado a favorecer

el relacionamiento entre entidades generadoras de conocimiento y entidades de soporte con la demanda de servicios científicos y tecnológicos del sector empresarial” (DNP, 2021a).



Ejecutar acciones que impulsan el uso de la compra pública innovadora (CPI)²⁸.

Por medio de la CPI el Gobierno logra contribuir a la generación de demanda por innovación materializando la articulación entre la academia, la sociedad, la empresa y el Estado, noción que corresponde a la cuádruple hélice (esta ha ganado relevancia en las discusiones a nivel mundial de CTI, se ha venido impulsando en el país y se vería beneficiada de la actualización del marco normativo de modalidades contractuales de CTI). Precisamente, es importante conocer, después de un año de aprobado, los posibles efectos del decreto que promueve compras públicas de tecnología e innovación (ej.: qué tanto se ha utilizado la medida y el tipo de proyectos que se han podido comenzar a ejecutar)²⁹.

Relacionado con lo anterior, con corte al segundo semestre de 2022, se había avanzado 20% respecto a las metas finales de la acción

del documento CONPES 4069 sobre desarrollar e implementar una hoja de ruta para impulsar la CPI que concluye en 2025³⁰. Es necesario que la ejecución de esta acción continúe de acuerdo con las metas intermedias planteadas. De manera complementaria, se debe trabajar en la generación de una cultura innovadora en el interior de las entidades públicas para que sea posible, en efecto, apropiarse este instrumento.

Las bases del PND 2022-2026 plantean, precisamente, la implementación de pilotos de CPI dentro del fortalecimiento institucional como motor de cambio para recuperar la confianza de la ciudadanía y el fortalecimiento del vínculo Estado-ciudadanía (DNP, 2023, p. 205). La ejecución de este tipo de acciones debe estar acompañada de un monitoreo y seguimiento que permita evidenciar los impactos de la CPI³¹.



Realizar evaluaciones de resultados y de impacto de los instrumentos para CTI y hacer obligatoria la revisión de presupuesto asignado basada en los resultados.

Las evaluaciones de resultados e impactos de los instrumentos en el marco de la CTI son fuente de insumos para la toma de decisiones sobre escalar, reducir, potenciar o modificar los distintos instrumentos y proyectos cuya finalidad es la CTI (CPC, 2022, p. 503). De igual forma, el seguimiento y monitoreo de los documentos CONPES (a través de SisCONPES) es esencial para el propósito de evidenciar la efectividad de las políticas. Utilizar las lecciones aprendidas con la metodología de Articulación para la Competitividad (ArCo), así como aprovechar los resultados del seguimiento y evaluaciones que adelanta Sinergia, son instrumentos clave en este contexto.

En el **INC 2022-2023** se detallaron los resultados de tres evaluaciones claves sobre los instrumentos para CTI que se dieron a conocer en 2022³². Es imprescindible continuar evaluando cada uno de los instrumentos que se implementan e incorporar como componente de análisis la articulación o coordinación de los actores que participan del ecosistema a través de estos, dadas las dificultades en su relacionamiento que es menester abordar y solucionar.

Relacionado con lo anterior, en enero de 2023 comenzó la ejecución de la acción del documento CONPES 4069 sobre el diseño e implementación de “una estrategia para mejorar los esquemas

28. Este es uno de los instrumentos que permiten al Gobierno ser pionero y contribuir directamente como codesarrollador de tecnologías innovadoras (CPC, 2022).

29. Decreto 442 de 2022, “Por el cual se modifica el Decreto 1082 de 2015, Único Reglamentario del Sector Administrativo de Planeación Nacional, con el fin de reglamentar el artículo 2069 de 2020 en lo relativo a la promoción de las compras públicas de innovación”.

30. Información consultada en mayo de 2023 en el sistema de seguimiento de los documentos CONPES (SisCONPES).

31. A la fecha, la compra de tecnología e innovación se ha venido dando de formas alternativas al instrumento propuesto por Colombia Compra Eficiente y la ley de CTI, y en ese sentido es relevante conocer los resultados de su implementación y aprendizajes a la fecha.

32. Se trata de: (1) la evaluación del Fondo de Ciencia, Tecnología e Innovación del Sistema General de Regalías, hoy conocido como Asignación de CTI; (2) la evaluación del programa de créditos condonables (PCC) para formación doctoral 1992-2018 de Minciencias, y (3) la evaluación de impacto de la herramienta de beneficios tributarios para los años 2012-2018 que se adelantó en el año 2020.

de monitoreo, seguimiento y evaluación de las intervenciones y proyectos de CTI financiados con recursos públicos” (DNP,

2021a), de la que aún no tenemos información y concluiría finalizando el año 2026.



Implementar el Marco de Inversión en Investigación y Desarrollo para lograr incrementar los recursos públicos hacia la I+D y la CTI, apropiando su rol transversal en los distintos sectores.

Una mayor inversión en CTI es una necesidad que se ha expresado desde hace décadas en el país. Los niveles de inversión observados en I+D Colombia (alrededor de 0,20 % del PIB) en comparación con América Latina (el más alto es el de Brasil, con 1,2 % del PIB) y el nivel mundial (el promedio de los países de la OCDE es cercano al 2,7 % del PIB) son considerablemente bajos. No obstante, elevar tales guarismos requiere direccionalidad y que todos los actores tengan claro lo que se perseguiría con una mayor inversión.

Lo anterior se espera lograr a través de las misiones estratégicas para la CTI propuestas en el PND “Colombia, potencia mundial de vida”. Hay que recordar que estas misiones no son solo un asunto del sector CTI propiamente, sino que se tratará de un esfuerzo intersectorial. Además, requieren un impulso fuerte de la inversión por parte del sector productivo, las empresas y sus asociaciones que permita aprovechar las condiciones para apropiarse

los altos retornos, tanto privados como sociales, a la innovación.

A través del artículo 258 del PND, precisamente se modificó el Marco de Inversión en CTI por el Marco de Inversión en I+D, y los resultados de la implementación del marco de inversión en el año de 2022 adelantados por el DNP muestran que en promedio los diferentes sectores invirtieron 1,3 %, identificándose una mayor inversión en sectores como CTI (34,3 %), Minas y Energía (2,1 %) y Comercio, Industria y Turismo (1,4 %) y 23 sectores no presentaron inversión en I+D en la vigencia 2022. Como mencionamos en el **INC 2021-2022**, para darle estabilidad a la implementación de este marco, es fundamental que los recursos del Presupuesto General de la Nación (PGN) para la implementación de la política de CTI de largo plazo no puedan ser inferiores a los invertidos en la vigencia inmediatamente anterior. La transversalidad de la CTI se pone de manifiesto en el PND, y es necesario procurar actuar de manera consecuente con estos planteamientos.



Realizar ajustes necesarios a la normativa de los procesos y condiciones habilitantes para la producción del conocimiento y las actividades de ciencia, tecnología e innovación (ACTI) para fomentar la investigación, innovación y comercialización de la I+D+i.

Algunas disposiciones del marco regulatorio actual para la CTI “hacen la investigación costosa, les restan competitividad a las empresas colombianas y muchas veces dificultan la transferencia de tecnología” (CPC, 2022, p. 486)³³. En ese sentido, generar un entorno de seguridad jurídica -soportado en buenas prácticas de mejora normativa (ver capítulo *Eficiencia del Estado*)- puede propiciar que más empresas inviertan en investigación y desarrollo en el país. Existe también la necesidad de armonizar los procesos en este contexto.

Luego de la consultoría realizada por la Universidad del Valle para Minciencias³⁴, y con otros insumos adicionales, se elaboró un documento que señala diferentes iniciativas normativas para una agenda regulatoria en CTI que es importante implementar, más aún cuando se menciona en las bases del PND que el marco

regulatorio para desarrollar actividades de CTI está en mora de actualizarse pues lleva más de treinta años sin ajustarse (DNP, 2023). Precisamente, la acción del CONPES 4069 de “definir e implementar una agenda regulatoria del sector CTI a corto y mediano plazo” estaba al día en su ejecución respecto al hito anual propuesto para 2022 y esperaríamos concluirse finalizando 2025.

En este contexto, se sugiere reconsiderar y revisar la definición del riesgo asociado a la inversión en CTI (si es que realmente existe)³⁵. No llegar a un resultado planteado no es equivalente a tener un detrimento patrimonial, por lo que los entes de control deberían apropiarse y comprender esta realidad. Es posible que, si tal raciocinio persiste, difícilmente se logren mayores tasas de inversión dada una alta aversión al riesgo.

33. Por ejemplo, en relación con la importación de equipos e insumos para la investigación, el licenciamiento y la certificación, la transferencia de tecnología, entre otros.

34. En la que se identifican “prioridades y requerimientos de corto, mediano y largo plazo del marco regulatorio de CTel” (Minciencias, 2022b, p. 6).

35. La definición de incertidumbre y riesgo en proyectos de CTel está ausente según lo han planteado Posada y Forero (2021).

3 LA DÍADA EMPRESA-ACADEMIA PARA LA INNOVACIÓN

Como se ha indicado, las relaciones entre los actores para la innovación son menos frecuentes y efectivas de lo necesario. Hace falta trabajo conjunto entre la universidad y la empresa, sin dejar de lado la interacción que debe darse con los otros actores del

ecosistema. En efecto, la desconexión entre academia y empresa continúa siendo la condición general, probablemente aún fruto del desconocimiento entre los actores mismos, lo cual infortunadamente desemboca en la *desconfianza de lo desconocido*.

¿CÓMO NOS VEMOS LOS UNOS A LOS OTROS Y QUÉ MÁS SUCEDE EN EL ENTORNO?

Algunos científicos tienen la percepción de que no se confía en la capacidad local de hacer innovación y en muchos casos se prefiere comprar tecnología afuera, como si la academia y los científicos colombianos no estuvieran en la capacidad de resolver los problemas del sector productivo del país³⁶. No obstante, hay ejemplos que muchas veces no se tienen en el radar y que, en contraste, demuestran que la empresa colombiana sí es capaz de exportar productos con alto valor agregado y desarrollados en el país. En este informe buscamos destacar ejemplos que puedan ir nutriendo esta relación de confianza en nuestras propias capacidades. **CI Hologramas Combustión Ingenieros S. A. S.**, por ejemplo, es una empresa bogotana pionera en realizar sellos holográficos que se exportan a países tanto de la región como a China y otros países asiáticos. También es el caso de muchos emprendimientos de base científica y tecnológica que han logrado expandirse de manera exitosa a otros países.

Se identifica también que no se logra hacer la transferencia efectiva del conocimiento que se genera en la academia, y hay desarrollos que no se conocen y que tampoco le llegan a la sociedad misma como receptora de las innovaciones^{37,38}. Ello, sin embargo, no debe desconocer la labor que han adelantado en la última década instituciones como **Connect**, **Tecnova** o algunas cámaras de comercio que realizan ruedas de innovación para visibilizar tecnologías y resultados de investigación ante el sector empresarial.

De hecho, el PND 2022-2026, en su artículo 171, plantea la *democratización de la ciencia*, en la que quienes adelanten o ejecuten proyectos I+D de CTI con recursos públicos “deben poner a disposición de la ciudadanía los resultados, productos, publicaciones y datos derivados de la investigación a través de infraestructuras y sistemas de información científicos estandarizados e interoperables que garanticen el acceso a los resultados científicos, tecnológicos e innovación del país” (Departamento Administrativo de la Presidencia de la República [DAPRE], 2023, p. 117).

De igual forma, la falta de absorción de las empresas del talento humano colombiano formado invita en efecto a buscar vías para reducir las brechas entre las necesidades del sector productivo y la oferta de la academia. Otro elemento crítico para que la empresa logre construir esa relación de confianza con la academia está relacionado con los tiempos que tienen las universidades para realizar un desarrollo, formular un proyecto en cooperación o simplemente cotizar un servicio: con frecuencia, estos lapsos no les funcionan a las empresas (Botero, comunicación personal, 2023). Trabajar colaborativamente entre empresa y academia sería una ruta obvia, pero estos actores necesitan conocerse y construir confianza para poder entablar relaciones duraderas para la innovación³⁹.

Por otra parte, es interesante reconocer que hay investigadores con ganas de hacer empresa en Colombia; no todos quieren estar dedicados a la academia. La importancia de romper ese

36. Las empresas grandes son una excepción a este patrón común pues muchas tienen sus propios laboratorios.

37. La Misión de Sabios (2020) ya había señalado la falta de mecanismos claros para transferir los desarrollos de las universidades o centros de investigación a la sociedad, como parte de esa falta de conexión entre los actores.

38. En este capítulo de CTI no se hace un estudio exhaustivo de cada uno de los mecanismos de transferencia, los cuales no se limitan a licencias o *spin-off*.

39. Además, también se requiere de un esfuerzo en las empresas para implementar, en la medida de lo posible, sus unidades de investigación, desarrollo e innovación (OWSD-capítulo Colombia, comunicación personal, 2023).

mito radica en que hay iniciativas que aún no se visibilizan en el gran panorama de la CTI en Colombia pero lentamente comienzan a desarrollarse. Por ejemplo, en el Gremio Doctoral Colombiano, que desde finales del año 2022 agremia a doctores colombianos

residentes y no residentes en el país, hay esfuerzos que buscan visibilizar el espíritu emprendedor y de empresarios que también poseen un número no desdeñable de profesionales colombianos que poseen el título de doctores (PhD).

LAS SPIN-OFFS: UNA FORMA DE CONECTAR

Las *spin-offs*, o empresas de base tecnológica, cuyo funcionamiento fue reglamentado por el Decreto 1556 de 2022, son un instrumento que las personas jurídicas pueden utilizar para participar en la creación de empresas de base tecnológica en conjunto con las instituciones de educación superior. En esa medida, representan una forma de relacionar a la academia con la empresa⁴⁰.

Sin embargo, a la fecha no hay claridad sobre las *spin-offs* que se encuentran actualmente funcionando de manera exitosa en el país -o la información disponible al público no permite evidenciarlo fácilmente-, ni tampoco se conoce cuál es la perspectiva que tienen de sostenibilidad en el mercado o cuáles son los casos de éxito que se podrían replicar en este ecosistema⁴¹. Valga la precisión, en el diagnóstico del documento CONPES 4062 se planteaba que “de las 57 instituciones de educación superior (IES) vinculadas al proyecto, solo siete *spin-offs* universitarias se han constituido y puesto en marcha, a cierre de 2019” (DNP, 2021c, p. 26).

Una opción para tener un diagnóstico sobre las *spin-offs* que hoy operan en Colombia es recurrir a cada una de las OTRI que existen en algunas universidades públicas y privadas, dada su función de promover la transferencia tecnológica y, en últimas, de lograr emparejar la demanda de tecnologías de las empresas con la oferta de las universidades y centros de investigación. No

obstante, debería haber una forma más expedita de poner esta información en conocimiento de los posibles interesados.

En esta sección sobre la díada de empresa-academia se identifica la necesidad de que la investigación universitaria sea más pertinente en relación con los requerimientos del sector productivo. Una forma de hacerlo es desarrollar programas de innovación abierta y transferencia de tecnología a partir de retos empresariales (*market pull*). Relacionado con esto, conviene revisar el documento final de la evaluación del Proyecto BIOB resultante de una cooperación reciente financiada por el Banco Interamericano de Desarrollo (BID) en Colombia, el cual demuestra que los procesos de transferencia de tecnología que son jalados desde la demanda tienen dos veces más probabilidades de éxito que los de *tech push* (Durán y Beatriz, s. f.).

En línea con lo anterior, señalábamos en el **INC 2022-2023** que la coordinación institucional nos permite ser más productivos en la sociedad y asentarnos en cadenas globales de producción. En este sentido, y a pesar de la existencia de los problemas de confianza en la díada academia-empresa, algunas iniciativas brindan lecciones sobre cómo superar los obstáculos que ocurren con regularidad. Los casos de éxito son el testimonio de que es posible trabajar mancomunadamente entre los actores del SNCTI que tienen un objetivo común y que es también posible replicarlos en el ecosistema de innovación.

40. Incluso, desde una perspectiva histórica hay disposiciones en el país de hace más de cuarenta años donde se hablaba de la creación de empresas como mecanismos de transferencia, pero es necesario evaluar qué ha pasado desde entonces y cuáles aprendizajes pueden ser útiles en el presente; por ejemplo, Labfarve (1984) y Biocultivos (2010) (Rojas, comunicación personal, 2023).

41. Incluso no se deben dejar de lado las dificultades de orden financiero y administrativo que tienen las *spin-offs* haciendo que los procesos de desarrollo de estas sean demoradas, no competitivas o sin recursos (OWSD-capítulo Colombia, comunicación personal, 2023).

CASO EXITOSO EN INNOVACIÓN, DESARROLLO DE CONFIANZA Y TRABAJO COLABORATIVO CON LOS ACTORES: ORGANIZACIÓN CORONA

Una realidad que debemos enfrentar como país es que la falta de investigación y desarrollo en las empresas no se soluciona a través de un agente externo o del Gobierno. Estas soluciones se construyen a través de la transformación organizacional de las empresas mismas, de la decisión de la alta gerencia de empoderar las áreas de innovación dentro de las organizaciones, de la formación y mejora en habilidades gerenciales para la innovación, y del manejo de incentivos resultantes de los instrumentos de política pública. En ese sentido, consideramos que existen casos de éxito que pueden servir como ejemplo para que otros los sigan, como el de la empresa Sumicol (perteneciente a la Organización Corona), en los que se ha logrado construir confianza en el ecosistema de innovación y la articulación entre actores.

Sumicol Industrial está actualmente reconocida como una de las seis empresas altamente innovadoras según la clasificación de Minciencias con corte a julio de 2023 y tiene su reconocimiento vigente hasta finales de octubre de 2024. Tener *un propósito superior compartido* ha sido un habilitador para tejer confianza con los actores para el desarrollo de proyectos de innovación. En esta entidad se declaró la innovación como un pilar de la estrategia de negocio en medio de un proceso de transformación organizacional que tomó varios años, junto a la fijación de metas específicas (una meta grande y ambiciosa que requiere crecimiento orgánico y altos niveles de innovación) (Ángel *et al.*, 2013). En efecto, parte de la decisión estuvo vinculada al “crecimiento vía innovación”, lo cual implicaba innovar tanto en procesos como en productos, creando áreas comerciales, enfatizando la orientación al cliente, y mejorando sistemas de información, entre otras medidas.

También se crearon departamentos de Investigación y Desarrollo (I+D) en las dos principales líneas de negocio: insumos industriales y materiales de construcción (Naranjo-Valencia y Calderón-Hernández, 2015) y se incorporó la innovación en todo lo que se hace en la organización, dejando de ser un proceso aislado. Para ello, fue esencial la construcción de una cultura innovadora para apropiarse dentro de la organización que ha favorecido los resultados en el corto, mediano y largo plazo y es motor de transformación continua.

El proceso descrito ha sido surtido por Sumicol desde hace más de una década, haciendo una evaluación de: (1) la cultura existente en su momento; (2) la cultura meta objetivo (es decir, la cultura de innovación deseada); y (3) la transformación actual que se debía propiciar para poder cerrar las brechas entre los puntos (1) y (2) mencionados. Corona hoy cuenta con un *modelo de innovación* que es un ejemplo para muchas empresas que quieren potenciar

su competitividad a través de la innovación: “fue la manera de coordinarse distinto”. En 2013 definieron trabajar “con especial énfasis en el incremento de la capacidad de confrontación, la aceptación del riesgo, la flexibilidad mental y una mayor orientación al mercado”.

En el documento de Naranjo-Valencia y Calderón-Hernández (2015) se destacan diez factores de gestión que resultaron fundamentales en el proceso de identificación de la cultura meta o rasgos de cultura deseados para el caso mencionado. Destacamos a continuación la “propiedad intelectual”, precisamente porque la gestión de esta resultó clave para la organización “por el énfasis que ha puesto la empresa en el relacionamiento con entes externos como fuente de innovación” (p. 234). Dicha propiedad intelectual es la fuente de algunos malestares identificados entre dos actores muy importantes del ecosistema de CTI -la academia y la empresa- que aún hoy persisten y se mencionan en la sección anterior y discuten en la siguiente.

En efecto, un gran aprendizaje de la experiencia de la Organización Corona es la forma como solucionaron “el obstáculo de la propiedad intelectual” sobre los hallazgos y desarrollos que pueden tener lugar en colaboración con otros actores externos. No fue un proceso inmediato, sino de largo aliento logrado a partir de protocolos, un proceso educativo interno amplio y también la elaboración de un *Manual de propiedad intelectual*. Así, en un documento de hace más de diez años se afirmaba: “Hoy se puede decir que no es posible madurar un sistema de innovación abierta si no se tiene un excelente manejo de la propiedad intelectual” (Ángel *et al.*, 2013, p. 74).

Otra estrategia clave adoptada por la Organización Corona en esta transformación cultural hacia la innovación está relacionada con la innovación abierta, en la que se trabaja con redes externas para consolidar la capacidad (Ángel *et al.*, 2013). Incluso se tiene un área encargada de coordinar la interacción con actores externos que son claves para el crecimiento de la organización con base en innovación (Ángel *et al.*, 2013). Esta dependencia tiene mapeados a todos los actores externos en quienes pueden soportarse para generar distintos productos de innovación, y además hace parte del Comité Universidad-Empresa-Estado (CUEE) Antioquia desde hace más de 15 años.

Como resultado de este modelo de innovación, hoy la Organización Corona genera el 22,64 % (indicador de vitalidad de portafolio de productos 2022) de sus ingresos derivados de la innovación, y en los últimos dos años (2021 y 2022) ha desarrollado 348 nuevos productos. Muchas de estas innovaciones han sido el fruto del relacionamiento con universidades y centros de investigación en

Colombia y en el extranjero. Asimismo, esta organización lanzó hace seis años (2017) años, con Sodimac-Corona, una aceleradora de emprendimientos donde ha también desarrollado nuevos negocios de la mano de *startups*.

En resumen, la transformación cultural hacia la innovación contempla una transformación de la cultura organizacional, en la que se requiere también ajustes en el talento humano existente:

para la empresa y todos sus integrantes debe ser claro el valor de innovar más allá de una nueva inversión. Se trata de posicionar y empoderar a quienes son los responsables de la innovación en la empresa, haciendo transformaciones en el interior de las organizaciones, y no solo designar a un funcionario más que permanece aislado; es, en últimas, una directriz desde la alta gerencia que han logrado apropiarse⁴².

LA IMPORTANCIA DE LA GESTIÓN DE LA PROPIEDAD INTELECTUAL

En el caso de éxito de Sumicol Industrial que se planteó en la sección anterior se lograron encontrar soluciones efectivas para la propiedad intelectual, lo cual muestra que hay vías para abordar y superar los obstáculos que se podrían enfrentar entre las partes, no de manera expedita, pero sí de forma transparente. En efecto, la gestión de la propiedad intelectual es uno de los factores de mayor importancia a la hora del relacionamiento entre los actores para alcanzar una fluida relación entre ellos y facilitar la innovación abierta en el país.

Distintas universidades han elaborado guías y manuales de temas de propiedad intelectual que permiten contar con reglas claras desde el principio, que además contribuyen a fortalecer los lazos de confianza entre los actores. Precisamente, dentro de las bases del PND 2022-2026 se señala como objetivo “el reconocimiento, aprovechamiento y uso responsable de los derechos de propiedad intelectual” (DNP, 2023, p. 123). A pesar de esto, muchas universidades aún deben generar una mayor claridad acerca de los derechos de propiedad entre investigadores y estudiantes y adoptar procesos más ágiles en torno a este tema.

Adicionalmente, vale mencionar dos acciones del plan de acción y seguimiento (PAS) del documento CONPES 4062: una de ellas relacionada con diseñar e implementar una estrategia para divulgar en el sector empresarial los servicios de información tecnológica y boletines de vigilancia tecnológica, y otra orientada a diseñar e implementar un programa orientado a las mipymes para la promoción, protección y explotación de la propiedad industrial para lograr su aprovechamiento efectivo (DNP, 2021b). Estas dos se encontraban al día respecto a los hitos anuales de 2022 (30 % y 20 % respectivamente, según SisCONPES) y se espera concluir las finalizando 2024. No obstante, la acción de dise-

ñar e implementar una estrategia apoyada en los aprendizajes de los programas implementados por las entidades del sistema de propiedad intelectual para facilitar la conexión entre la oferta de servicios y la demanda por parte de las empresas apenas había avanzado la mitad de lo propuesto para 2022 (20 % frente a una meta del 40 %) y concluiría finalizando 2025.

Continúa siendo necesario brindar claridad sobre la articulación de las hojas de ruta de propiedad intelectual con la política de CTI de manera que “los actores y la sociedad misma apropien la interrelación y complementariedad de esas dos políticas en el país” (CPC, 2022, p. 502). Esto resulta apremiante, en particular, dada la urgente necesidad de que las mipymes se conviertan en un actor activo receptor de la política de CTI, pues la estructura empresarial colombiana está soportada en ellas. En este contexto, un punto de partida clave es la adecuada valoración de la propiedad intelectual dentro de las empresas como habilitante para poder gestionarla y comercializarla (DNP, comunicación personal, 2023).

Es indiscutible que existen costos fijos altos para innovar y, considerando que la innovación es en gran medida específica al sector, tiene sentido la colaboración entre empresas y grupos de ellas. Es también evidente que la mayoría de las pequeñas empresas no alcanzan a tener la escala necesaria para pagar ese costo fijo en el que las tasas de fracaso son, asimismo, elevadas. En ese orden de ideas, colaborar para tener impactos sectoriales es la base para que con confianza se pueda producir innovación. Con frecuencia los Gobiernos suplen este tipo de funciones cuando crean institutos de investigación, pero una alternativa para considerar es cómo estos institutos se pueden impulsar más desde el sector productivo y académico propiamente.

42. En este capítulo de CTI describimos en detalle un solo caso de éxito, pero también hay muchos otros que podrían servir como ejemplo. Las enseñanzas de otras experiencias exitosas son un insumo valioso para las acciones futuras de empresas que quieren posicionar la CTI dentro de su cultura organizacional. Para mayor detalle sobre el caso de éxito de Essentia (2019), por ejemplo, y cómo esta ha sido un “apalancador que asegura la sostenibilidad de la organización”, que además permite conocer la contribución al desarrollo de la industria y la economía de su región y de Colombia, se puede consultar el siguiente enlace: <https://acortar.link/foHLFz>.

RECOMENDACIONES



Nueva recomendación



Recomendación relacionada



Recomendación priorizada



Fortalecer la relación universidad-empresa a través de alianzas público-privadas.

La relación de la diada academia-empresa es importante para lograr la innovación que requiere aumentar los niveles de productividad en Colombia. Distintos testimonios de cómo esta se ha realizado entre los actores del ecosistema de innovación se plasman a lo largo de este capítulo. Reiteramos el llamado a que el relacionamiento universidad-empresa mediado por la confianza continúa siendo imperante. Una vía para fortalecer dicho vínculo son las agendas de investigación y acuerdos interinstitucionales que también se planteaban en Núñez *et al.* (2022). Otra opción que se puede evaluar es la certificación de laboratorios de universidades para la prestación de servicios a las empresas.

De hecho, el Minciencias tiene entre sus funciones consolidar las relaciones entre universidad, empresa, Estado y sociedad para generar conocimiento, desarrollo tecnológico, innovación y la capacidad de transferencia de la tecnología y el conocimiento entre estos (Minciencias, s. f.). Aunque en el marco de Colombia Científica se ha promovido esa articulación y conexión de la cuádruple hélice, es obligatorio que haya una hoja de ruta desde el ente rector de la política de CTI de ese relacionamiento para llegar a resultados más efectivos, como ya lo habíamos mencionado en el **INC 2022-2023**. Incentivar ese relacionamiento debe incluir tanto a actores del sector público como a los del privado, en vías multidireccionales.



Fortalecer los institutos de investigación y centros de desarrollo tecnológico públicos y privados.

El fortalecimiento institucional implica incrementar capacidades científicas y tecnológicas de los actores, y en los últimos años se han tenido invitaciones del Minciencias para trabajar en este sentido (Minciencias, 2022a), lo cual debería propiciar mejoras en investigación básica y aplicada. Sin embargo, el financiamiento de estos actores continúa siendo uno de los elementos clave para su sostenibilidad. Los resultados de la convocatoria que cerró en enero de 2023 para el diseño de una propuesta de financiamiento basal deberían contribuir en esa dirección. Precisamente, en las bases del PND 2022-2026 se indica el fortalecimiento del “financiamiento basal de las insti-

tuciones propiciadoras de conocimiento, como los centros e institutos de investigación” (DNP, 2023, p. 174)⁴³.

De igual forma, para aumentar la productividad de la industria, así como para resolver desafíos sociales y ambientales a través de los institutos de investigación y centros de desarrollo tecnológico, es necesario que estos últimos se conecten mucho más con las necesidades del sector productivo y de la sociedad misma. Además, las expectativas de generación de conocimiento de cada una de las partes deben ser consistentes, generando soluciones pertinentes que permitan mover la frontera del conocimiento (Cardona, comunicación personal, 2023)⁴⁴. También, la relación con pares internacionales es una vía para

43. Con corte a julio de 2013 había 16 institutos públicos reconocidos por el Minciencias: cuatro en el sector salud, tres en el sector ambiente y los otros ocho divididos en diferentes sectores. La actividad principal de los centros o institutos de investigación es la investigación básica y aplicada (TRL 1 al 6). Entretanto, de los 10 CDT tres estaban en industria (dos empresarial y uno de alimentos), dos estaban en el sector de ingenierías y los restantes cinco, en sectores distintos. La actividad nuclear de estos es la investigación aplicada y el desarrollo tecnológico (TRL 3 al 8).

44. Infortunadamente, respecto a la acción del documento CONPES 4069 sobre diseñar y acompañar la implementación de una estrategia para fortalecer el ecosistema científico del país, mediante la formulación e implementación del plan estratégico para la integración de institutos y centros públicos de investigación, no se tenía información de reporte con corte a diciembre de 2022 a pesar de haber iniciado a principios de ese mismo año (según consulta de mayo de 2023 en SisCONPES).

aprender de experiencias exitosas sobre relacionamiento de estos con los actores, lo cual les ha permitido consolidarse en ecosistemas de innovación de otros países. En este contexto,

los componentes de diplomacia científica e internacionalización son claves para poder tener la conectividad con el resto del mundo que requiere la ciencia en el país.



Impulsar la implementación de la Ley 1838 de 2017 (Ley Spin-Off).

Es necesario tener claridad sobre cómo avanza la implementación de la Ley 1838 de 2017 (Ley *Spin-Off*), luego de su reglamentación hace más de un año a través del Decreto 1556 de 2022, en el que se definieron cuatro tipologías según la estrategia institucional para las empresas de base tecnológica: (1) independiente, (2) vinculadas, (3) alianza estratégica, y (4) subsidiarias. En esa norma también se determinó que docentes, investigadores o estudiantes, personas jurídicas y naturales, y entidades públicas, privadas o mixtas pueden participar en su creación.

Se necesitan cifras concretas sobre el número de beneficiarios, los empleos generados, la vinculación de los servidores públicos docentes y su articulación con los planes regionales de competitividad y con el SNCTI, pues las herramientas están a disposición de los posibles interesados, pero no se conocen los resultados de su utilización ni existe una estrategia de evaluación que permita monitorear y hacer seguimiento a los objetivos iniciales que se perseguían.



Diseñar y poner en marcha un sistema de vigilancia tecnológica orientado a cerrar las brechas tecnológicas de las empresas.

El cierre de las brechas tecnológicas entre las empresas según su tamaño, entre los sectores productivos y entre las regiones incrementaría los niveles de innovación del país (CPC, 2022). En las bases del PND 2022-2026 se plantea ese cierre de brechas tecnológicas en el sector productivo como parte de la *reindustrialización en actividades conducentes a la sociedad del conocimiento*.

El sistema de vigilancia tecnológica que en esta recomendación se propone está enfocado en la demanda por tecnología del sector productivo y puede funcionar como complemento de la acción de registro de necesidades específicas de I+D+i de los actores del SNCTI del CONPES 4069, que debía iniciar este año y finalizar en 2024⁴⁵. Precisamente, es relevante estar al tanto “sobre necesidades puntuales dentro del ecosistema de innovación se-

gún el actor que las expresa y generar soluciones efectivas para las múltiples barreras que se enfrentan” (CPC, 2022, p. 490).

En línea con lo señalado, una mayor claridad sobre las necesidades y los requerimientos tecnológicos del sector productivo de forma sistemática y permanente puede contribuir a que el conocimiento generado en el SNCTI responda efectivamente a la demanda manifiesta por el primero mencionado⁴⁶. Así es posible fortalecer los vínculos, mediados por la confianza, pues el claro entendimiento de las condiciones de esa relación y los beneficios asociados es vital para lograr cooperar y desarrollar proyectos de CTI juntamente con un propósito común entre las partes. De esta manera será más factible apropiar los retornos a la innovación en línea con los incentivos presentes para los involucrados en este ecosistema.

45. Es deseable que este sistema incluya a las micro y pequeñas empresas debido a la importancia de incentivar la innovación en todo el tejido empresarial, y considerando la enorme heterogeneidad que existe a nivel industrial.

46. Las asociaciones empresariales también tienen una tarea relevante desde el sector productivo en este sentido pues son las llamadas a hacer vigilancia tecnológica de su sector y, de forma complementaria, de su cadena de abastecimiento. Algunos institutos como los del caucho y el plástico, la caña y Cenicafé han venido cumpliendo con esta misión, que requiere coordinación y colaboración mediada por una confianza que no necesariamente responde a una mera actividad gremial.



Reformar los estímulos a la productividad académica para aumentar su calidad e impacto.

Se cumplen más de veinte años de la aprobación del decreto que establece el régimen salarial y prestacional de los docentes de las universidades públicas, que es usado como referencia en muchas universidades privadas (CPC, 2021)⁴⁷. La necesidad de actualizarlo se ha reiterado a lo largo de este tiempo, no solo en las publicaciones del INC, sino en diferentes instancias tanto a nivel académico como de política pública.

La forma de medir la productividad académica en Colombia, su calidad e impacto en la producción científica debería estar alineada y fundamentada en métodos objetivos que son aceptados internacionalmente. De hecho, este ajuste regulato-

rio podría incluir incentivos para mejorar la interrelación de la academia con la empresa, de manera que el rol de las universidades trascienda la docencia y facilite el flujo, la adopción y la adaptación de conocimiento y tecnología local o adaptada de otras latitudes. Conciliar los intereses de las partes involucradas exige también revisar el impacto fiscal del decreto mencionado y de los incentivos existentes para su régimen pensional especial actual (CPC, 2022)⁴⁸. Igualmente, es importante generar incentivos para que los investigadores participen en investigación aplicada, licenciamientos y creación de *spin-offs* y *startups* universitarios.

47. Decreto 1279 de junio 19 de 2002 del Ministerio de Educación (Mineducación), Por el cual se establece el régimen salarial y prestacional de los docentes de las Universidades Estatales.

48. Esta reforma también está relacionada con el modelo de reconocimiento de grupos e investigadores que realiza Minciencias (actualmente en revisión) y cuyos resultados se discutieron en el INC 2022-2023, pues entre los criterios de reconocimiento deberían incluirse “mediciones el impacto de las investigaciones, lo que haría posible evaluar cuánto de ese conocimiento producido está contribuyendo a resolver los problemas del país” (CPC, 2022, p. 491).

4

INNOVACIÓN ABIERTA: ¿DE QUÉ SE TRATA?

La estrategia de innovación abierta se refiere a realizar procesos de innovación a través del intercambio de conocimiento con actores externos a la organización en la que uno se encuentra (Ogink *et al.*, 2023), lo cual incluye proveedores, aliados, universidades o centros de investigación, o incluso el usuario al hacerlo partícipe de procesos de innovación y cocreación (Observatorio Colombiano de Ciencia y Tecnología [OCyT], 2021).

Diversos estudios, como el de Castillo *et al.* (2023), han demostrado que la innovación abierta es “una de las mejores estrategias para mejorar el desempeño innovador de las empresas” (p. 19). Por ejemplo, dichos autores concluyen que en Colombia hay una relación positiva y significativa entre la innovación abierta y la apropiación de retornos, y que además las empresas se encuentran “más dispuestas a cooperar con actores externos para llevar a cabo sus procesos de innovación cuando cuentan con algún mecanismo que les permita proteger sus activos de conocimiento claves”. En efecto, en la literatura se distingue entre mecanismos formales (que contempla patentes, diseños industriales, registro de marcas y derechos de autor) y otros estratégicos o informales, entre los que se encuentran “la complejidad en el diseño del producto, *lead-time* y *el secreto comercial*” (Castillo *et al.*, 2023, p. 4).

La innovación abierta es un modelo que trata de usar ideas internas y externas para que las firmas logren mejorar sus tecnolo-

gías, llevando a una cultura abierta y a un modelo de negocio abierto, que busca también desarrollar competencias internas y tiene una naturaleza colaborativa. En este caso, otros factores como la sinceridad, relaciones de largo plazo, cooperación de largo plazo y creación de valor mutuo están presentes (Salampasis *et al.*, 2014).

Precisamente, vale la pena analizar la confianza y la innovación abierta conjuntamente ya que, de acuerdo con Salampasis *et al.* (2014), la primera se convierte en “la condición sin la cual no se puede tener cualquier clase de interacción social, orientada hacia los negocios y cooperación” (p. 27). En efecto, estos autores sugieren que para lograr innovación abierta se necesita una confianza intraorganizacional anterior que impulse la confianza con actores externos a la organización. Esta es una condición similar a la que se mencionaba en la introducción de confianza como prerequisite para la innovación.

Ogink *et al.* (2023), por otra parte, identifican 15 mecanismos de innovación abierta que clasifican en cuatro categorías en relación con los contextos y resultados: (1) gobernanza y políticas; (2) interacciones del ambiente y las dinámicas; (3) conocimientos, habilidades y capacidades, y (4) aprender haciendo. La confianza colaborativa se ubica en la categoría 3, y en esta es donde justamente se busca crear consciencia y entendimiento de temas específicos de capacidades y experiencias.

INNOVACIÓN ABIERTA EN COLOMBIA: ¿EN QUÉ ESTAMOS?

Como se señaló en el **INC 2022-2023**, según los resultados más recientes de la EDIT en la industria manufacturera para el bienio 2019-2020, menos del 0,5 % de las empresas de dicho sector innovaban en sentido estricto, apenas 25,8 % lo hacían en sentido amplio y 70,9 % fueron clasificadas como no innovadoras (DANE, 2021)^{49,50}. En el caso del sector servicios y comercio, para el bienio 2018-2019, 0,1 % innovaron en sentido estricto; 28,9 %, en sentido amplio, y 67,7 % se calificaron como no innovadoras (DANE, 2020).

Si se desglosan los resultados de las pocas empresas que innovaban, la EDIT presenta un indicador que permite identificar algún indicio sobre el panorama de la innovación abierta entre las empresas manufactureras y del sector servicios y comercio para los bienios mencionados anteriormente. En la Tabla 4 se presenta la proporción de empresas innovadoras, potencialmente innovadoras y que tuvieron la intención de innovar, que utilizaron fuentes externas a la empresa como origen de ideas para innovar.

49. Cuando las empresas innovan en sentido amplio, “introdujeron un producto nuevo o mejorado en el mercado nacional, o para la empresa; o la implementación de un proceso nuevo o mejorado, que difieren significativamente de aquellos realizados previamente por la empresa” (DANE, 2021, p. 65).

50. Las empresas innovadoras en sentido estricto “obtuvieron al menos un bien o servicio nuevo o mejorado en el mercado internacional” (DANE, 2021, p. 65).

Tanto en la industria manufacturera como en el sector servicios y comercio, las primeras cuatro fuentes externas de ideas para innovar son las mismas: internet, clientes, proveedores y normas y reglamentos técnicos. En el puesto 12 aparecen para estos dos sectores las “empresas de otro sector”; en el puesto 16, “el Departamento de I+D de la empresa”, y en el último puesto, las incubadoras de empresas de base tecnológica.

Entre las 24 fuentes externas identificadas en la EDIT como origen de ideas para innovar las universidades, los

competidores u otras empresas del sector, las agremiaciones y/o asociaciones sectoriales, los centros de investigación, los CDT y los sistemas de información de propiedad industrial aparecen en posiciones cercanas (con una diferencia de máximo una posición entre los dos sectores). Parecería, según la EDIT, que es en el sector de servicios y comercio donde se usan mayores fuentes externas como origen de ideas para innovar.

Tabla 4. Fuentes externas utilizadas como origen de ideas para innovar (participación, %).

	Fuentes externas	Servicios y comercio	Industria manufacturera
1	Internet	39,7	44,7
2	Clientes	37,2	42,5
3	Proveedores	35,9	34,4
4	Normas y reglamentos técnicos	25,6	26,0
5	Seminarios y conferencias	22,4	17,9
6	Libros, revistas o catálogos	18,9	21,6
7	Consultores o expertos	18,2	14,3
8	Ferias y exposiciones	17,5	20,4
9	Instituciones públicas (ministerios, entidades descentralizadas, secretarías)	16,5	9,0
10	Universidades	14,2	10,6
11	Bases de datos científicas y tecnológicas	14,1	14,4
12	Empresas de otro sector	13,9	9,8
13	Cámaras de comercio	11,5	11,3
14	Agremiaciones y/o asociaciones sectoriales	10,4	7,8
15	Competidores u otras empresas del sector	10,1	7,9
16	Departamento I+D de otra empresa	7,4	6,4
17	Centros de Desarrollo Tecnológico	5,4	3,7
18	Sistemas de información de derechos de autor	5,3	2,4
19	Sistemas de información de propiedad industrial	4,0	5,2
20	Centros de investigación	4,0	2,8
21	Centros de formación o tecnoparques SENA	3,8	1,8
22	Parques tecnológicos	2,9	1,0
23	Centros regionales de productividad	2,8	2,0
24	Incubadoras de empresas de base tecnológica	2,2	0,6

Nota: Estos porcentajes se calculan respecto al total de las respuestas de empresas innovadoras, potencialmente innovadoras y que tuvieron la intención de innovar. Específicamente, 3.298 empresas del sector servicios y comercio y 2.171 de la industria manufacturera (no son repuestas únicas de cada fuente externa; pudo haberse contactado a más de una entidad como origen, así que la tabla no suma 100 %). Están ordenadas de mayor a menor según las respuestas de servicios y comercio.

Fuente: DANE (2020; 2021).

Precisamente, los clientes, los proveedores, los consultores y las universidades son algunos de los socios con los que las empresas innovadoras y potencialmente innovadoras han cooperado con diferentes objetivos para sus actividades de CTI, según la EDIT. La Tabla 5 y la Tabla 6 muestran el detalle con los resultados más recientes para seis de los doce socios y para seis de los diez objetivos que se incluyen en la encuesta, porque para estos fue mayor el número de empresas que lograron colaborar con ellos en cada sector respectivamente.

En el caso de servicios y comercio, las empresas se asocian con *proveedores*, sobre todo para tecnologías de la información y las comunicaciones (TIC), asistencia técnica y maquinaria y equipo⁵¹; con *consultores* para asistencia técnica, TIC e I+D, con *universidades* para I+D y formación y capacitación y asistencia técnica; con *otras empresas de su mismo grupo* para TIC, I+D y formación y capacitación; con *clientes* para TIC, I+D y asistencia técnica, y con el *Gobierno* para asistencia técnica, I+D y formación y capacitación.

Tabla 5. Objetivos de cooperación en ACTI según socio para empresas de servicios y comercio innovadoras y potencialmente innovadoras (%).

Socios/ Objetivo cooperación	TIC	Asistencia técnica	Maquinaria y equipo	Formación y capacitación	Ingeniería, diseño y otras actividades de trabajo creativas	I+D
Proveedores	8,34	6,08	5,75	4,75	3,89	3,26
Consultores	4,45	6,48	1,03	4,06	2,43	4,16
Universidades	2,93	3,46	0,66	5,45	2,16	5,72
Otras empresas de su mismo grupo	4,49	2,73	1,4	3,19	2,46	3,92
Clientes	3,89	3,22	1,06	2,86	2,16	3,29
Gobierno	2,03	3,13	1,53	2,79	1,13	3,06

Nota: Estos porcentajes se calculan respecto al total de las respuestas de empresas innovadoras y potencialmente innovadoras del sector servicios y comercio: 3.008. Los colores identifican los tres objetivos con mayor número de empresas que respondieron: verde para el primer lugar, amarillo para el segundo y rojo para el tercero.

Fuente: DANE (2020; 2021).

51. Este objetivo solo fue "alto" en la categoría de proveedores.

En el caso de la industria manufacturera, la Tabla 6 muestra que las empresas se asocian con *proveedores*, sobre todo para maquinaria y equipo⁵², asistencia técnica y consultoría, e I+D. Cuando cooperan con *empresas del mismo grupo*, lo hacen para I+D, asistencia técnica y consultoría e ingeniería y diseño. Con *consultores* persiguen asistencia técnica y consultoría, I+D y formación y capacitación. Con sus *clientes* colaboran para I+D, ingeniería y diseño y mercadeo de innovaciones. Con *universidades* el objetivo de asociación es I+D, seguido de asistencia técnica y consultoría e ingeniería y diseño. Por último, el *Gobierno* aparece como socio en los objetivos de asistencia técnica y

consultoría, I+D y, nuevamente, ingeniería, diseño y otras actividades de trabajo creativas.

Tanto en los sectores de servicios y comercio como en la industria manufacturera, los objetivos de actividades para el desarrollo de métodos organizativos, adquisición o uso de propiedad intelectual y edificaciones para actividades de innovación fueron identificados por menos empresas como motivo de cooperación para asociarse. No obstante, mientras que en la industria manufacturera el mercadeo de innovaciones sí fue un objetivo “relevante” para asociarse con clientes, TIC no apareció entre los primeros seis con mayor número de respuesta.

Tabla 6. Objetivos de cooperación en ACTI según socio para empresas de la industria manufacturera innovadoras y potencialmente innovadoras (%).

Socios/ Objetivo cooperación industria manufacturera	Maquinaria y equipo	Asistencia técnica y consultoría	I+D	Ingeniería, diseño y otras actividades de trabajo creativas	Formación y capacitación	Mercadeo de innovaciones
Proveedores	8,0	7,7	5,6	4,7	4,6	3,1
Otras empresas de su mismo grupo	2,1	3,0	4,6	3,1	2,5	1,4
Consultores	1,3	5,0	3,2	2,3	3,1	1,3
Clientes	0,9	2,3	4,9	3,6	1,5	4,7
Universidades	0,2	2,9	4,6	2,2	2,1	0,4

Nota: Estos porcentajes se calculan respecto al total de las respuestas de empresas innovadoras y potencialmente innovadoras de la industria manufacturera: 1.979. Los colores identifican los tres objetivos con mayor número de empresas que respondieron: verde para el primer lugar, amarillo para el segundo y rojo para el tercero.

Fuente: DANE (2020; 2021).

En este contexto, los resultados de la EDIT muestran que hay propósitos comunes entre las empresas y diversos actores que les permiten cooperar para la innovación. Sin embargo, los niveles de respuesta afirmativa sobre cooperación son considerablemente

bajos: ninguno de los objetivos de cooperación alcanza siquiera el 10 % de las respuestas, lo cual muestra que en todo caso la necesidad de escala continúa siendo imperante.

52. Este objetivo solo fue “alto” nuevamente en la categoría de proveedores.

EL RANKING DE INNOVACIÓN ABIERTA EN COLOMBIA

El *Ranking* de Innovación Abierta elaborado entre Connect Bogotá y 100 Open Startups (100 OS) da cuenta de otra forma en la que se ve reflejada la innovación abierta en el país, específicamente a través de las relaciones que tienen las *startups* y las grandes empresas en un ambiente de colaboración mutua. En efecto, este *ranking*, que se viene publicando desde el año 2021, sirve como referencia para empresas, inversionistas y el público en general. En el año 2023 tendrá su tercera lectura y se publicará de manera paralela a este informe.

Las *startups* se registran en una interfaz digital y se califican a través del número e intensidad de las relaciones declaradas. Se consideran indicadores en cuatro grupos: (1) posicionamiento; (2) plataforma y asociaciones; (3) desarrollo de proveedores, y (4) inversión (100 OS, s. f.). Si la *startup* ha establecido una relación con al menos tres empresas, es elegible para el *ranking top 100*. Además, su facturación anual no debe superar los USD 2,5

millones ni haber tenido una inversión superior a tal monto. Por su parte, las empresas, que también deben estar registradas en la interfaz mencionada, deben tener más de 100 empleados o haber facturado más de USD 20 millones el año anterior y registrar o validar datos de la relación con las *startups*.

En la más reciente edición del ranking, el top 100 de las *startups* que respondían a las necesidades de empresas grandes, aportando soluciones y modelos de negocios disruptivos, lo lideraban: 1) **Appinglab**, 2) **Guane Enterprises**, 3) **DataKnow**, 4) **Datup** y 5) **Selectum Club** (más detalle sobre el ranking, las categorías de las *startups* y su descripción se puede consultar en: <https://bit.ly/3M6mSe8>). Por su parte, el ranking de los 50 Open Corps 2022 estaba liderado por: (1) Ecopetrol; (2) Grupo Éxito, (3) Compensar, (4) Corona Industrial y (5) Telefónica-Movistar Colombia (el resto de las empresas medianas y grandes de este ranking se encuentra disponible en: <https://bit.ly/433MTSd>).

APRENDIENDO DE OTRAS FORMAS DE CONSTRUIR CONFIANZA EN EL ECOSISTEMA DE CTI

Redes de confianza (Asociación Nacional de Empresarios de Colombia [ANDI])

Las redes de confianza son una de las iniciativas que vale la pena traer a colación a propósito de la confianza como hilo conductor de los capítulos del INC 2023-2024. Desde 2017, la ANDI ha desarrollado en nueve regiones de Colombia el proyecto Innovación Más País, basado en el modelo de sistemas de innovación del Minciencias. El proyecto se ha implementado en cuatro fases. La primera incluyó los departamentos de Boyacá, Nariño y Cundinamarca (2017-2020); la segunda, a Risaralda, Caldas y Valle del Cauca (2019-2021); la tercera, a Bogotá D. C. y el departamento del Cauca (2019-2022), y la cuarta, a Antioquia (2022-2025).

El propósito de esta estrategia es lograr el fortalecimiento de las capacidades innovadoras de las empresas beneficiarias y, en particular a través de las redes de confianza, una actividad ejecutada directamente por la ANDI en el marco de Innovación Más País, impulsar el relacionamiento de las empresas beneficiarias con actores de su ecosistema de innovación regional.

Metodológicamente, las redes de confianza se abordan a partir de cinco sesiones o encuentros en los que las empresas y actores relevantes del ecosistema regional avanzan en el cum-

plimiento de lo que la ANDI bautizó “hitos de relacionamiento” a partir de barreras para la cooperación. Estos cinco hitos son: (1) conocer las capacidades propias y las existentes en el ecosistema; (2) tener claridad estratégica de lo que se quiere conseguir en el ecosistema y por qué; (3) alinear expectativas entre los aliados a través del trazado de un plan claro y concreto de éxito; (4) conocer y utilizar mecanismos eficientes de negociación, y (5) comunicar resultados del proyecto conjunto.

A partir de esta metodología desarrollada por la ANDI, que está sustentada en los pilares de estrategia y transparencia, se han materializado relaciones de confianza a nivel regional que han derivado en 52 proyectos colaborativos entre las empresas beneficiarias de los proyectos y los diferentes actores que hacen arte de sus ecosistemas. Cada sistema regional de innovación tiene sus características propias. A continuación, se puntualizan algunos aprendizajes en tres de los departamentos donde esta estrategia tuvo lugar:

• Nariño

Sistemas de Innovación Empresarial – Innovación más País es el ejemplo de una iniciativa en la que se articuló a actores a través

de la confianza, con resultados bastante positivos. Se trabajó con la voluntad de cooperar y trabajar conjuntamente entre gobiernos departamentales, el Minciencias y la ANDI (ANDI, s. f.). La red de confianza en Nariño, por ejemplo, incluyó alrededor de 19 instituciones que incluían a la academia, el SENA, las cámaras de comercio de Ipiales y Nariño, la Comisión Regional de Competitividad e Innovación (CRCI) de Nariño, Parquesoft Nariño, Secretarías TIC y de Planeación de Nariño, así como las 45 empresas beneficiarias del proyecto Innovación más País. La meta que compartían era acelerar la innovación en el departamento y “tejer relaciones de largo plazo en el ecosistema”. Adicional a la confianza, los acuerdos claros sobre cómo coordinarse y la persistencia permitieron articular a los actores de este departamento.

• Cauca

En el caso del departamento del Cauca, el programa de Innovación más País fue una iniciativa que comenzó en el 2019 financiada con recursos del Sistema General de Regalías (SGR) y se ejecutó de la mano de la ANDI, el Minciencias y la Secretaría de Desarrollo Económico y Competitividad del Cauca. Las lecciones y experiencias de alrededor de 15 empresas hicieron posible la elaboración de un *Manual de buenas prácticas*, útil para gestores de innovación, en el que se dio cuenta de “resultados concretos y beneficios para la región” (ANDI, 2022b, p. 14).

Destacamos, por ejemplo, la segunda lección que se plantea en el manual respecto a que la innovación es un compromiso institucional, y que debe integrarse al ADN de la empresa como resultado de una “decisión consciente y comprometida de la alta gerencia” (ANDI, 2022b, p. 22). Esto implica una cultura de innovación que debe ser apropiada por todos los integrantes de una empresa, y que permita cooperar entre distintas áreas hacia el objetivo de innovar.

Incluso, relacionada con la confianza, la tercera lección de este manual puntualiza que “la innovación es más fácil entre varios”, algo que, si bien suena lógico y quizás obvio, a veces no se ve reflejado en la práctica. En el caso del Cauca, se hizo posible articular a la empresa local pequeña con la empresa más grande, en el marco de la red de confianza que hacía parte del programa Innovación más País en la que se pudo conectar y posibilitar la cooperación. En este ejercicio, cuando se logró construir confianza, se crearon relaciones difíciles de romper. A su vez, es claro que los diferentes aprendizajes que comparten las empresas beneficiarias en este manual deberían servir como ejemplo para otras empresas que quieren innovar y, por ejemplo, incorporar estrategias de innovación abierta.

• Bogotá

Por último, en Bogotá el aprendizaje de la red de confianza fue muy similar, viéndola como una oportunidad de ser gestores de disrupción de las industrias y realidades, en donde fue posible generar relaciones de verdad. Parte del trabajo hecho durante más de 18 meses entre la ANDI, el Minciencias y la Secretaría Distrital de Desarrollo Económico se vislumbra en un manual de buenas prácticas en donde se plantean “pistas” para desatar la confianza y el poder del ecosistema de innovación en la capital (ANDI, 2022a). La primera de ellas se relaciona con “acortar la distancia al empresario”, sentimiento identificado también por la academia, a partir del cual se aprendió sobre la necesidad de tener un discurso “basado más en capacidades, casos de éxito reales y experiencias concretas que lo nutran realmente, en lugar del discurso estrictamente académico” (ANDI, 2022a, p. 21). Este tema en concreto se discute con mayor profundidad en la segunda sección de este capítulo.

La segunda pista se titulaba “de muchos, uno”, haciendo alusión a la necesidad de compartir una identidad común más allá de aglomerarse para poder cooperar. Para esto es clave que los empresarios y todos los actores se reconozcan dentro del ecosistema de innovación y se apropien de él. Diferentes testimonios que se condensan en este manual, como en el caso del Cauca, son un claro ejemplo de que innovar de manera articulada con los actores del ecosistema no es simplemente una ambición, sino una realidad que permite mejorar en competitividad.

Como se indicaba en una de las recomendaciones de las empresas beneficiarias del programa, “innovar es la única ventaja competitiva realmente sostenible en el tiempo”. Además, como también se destacaba en este manual, una tarea importante que seguro requiere trabajo y empeño es que las pymes “deben empezar a pensar de manera diferente y promover la cultura de la innovación de manera transversal en todas las áreas de la organización” (ANDI, 2022a, p. 46).

En este contexto, el proyecto del Distrito de Ciencia, Tecnología e Innovación de la ciudad de Bogotá (en el que confluyen la Alcaldía Mayor de Bogotá, la Cámara de Comercio de Bogotá y Corferias, con el apoyo del Gobierno nacional y la Gobernación de Cundinamarca) responde a esa necesidad de articular a todos los actores del ecosistema de innovación de la región (empresa, academia, sector público y sociedad). Se espera inaugurar esta iniciativa en 2025 para prestar “servicios de laboratorio, de *coworking*, *networking* y de transferencia de conocimiento” (ANDI, 2022a, p. 22). Este, entonces, debería ser el lugar por excelencia para facilitar las interacciones de los actores de manera permanente y así poder construir relaciones de confianza duraderas que permitan la colaboración y cocreación para la innovación, en Bogotá y el resto del país.

Comité Universidad-Empresa-Estado (CUEE)

En el INC 2022-2023 destacábamos la iniciativa del CUEE, cuyo desempeño no es uniforme a lo largo y ancho del territorio colombiano, pero sin duda sus enseñanzas y experiencias pueden enriquecer la forma como los actores se conectan en los sistemas regionales de innovación y a nivel nacional. En el reporte del índice departamental de innovación para Colombia (IDIC) 2021 se habían identificado 12 CUEE: Bogotá, Antioquia, Atlántico, Caldas, Bolívar, Magdalena, Huila, Nariño, Córdoba, Cesar, La Guajira y Vichada-Meta (DNP y OCyT, 2022). Los dos CUEE con personería jurídica que funcionan actualmente en Colombia son el de Bogotá (**Connect**) y el de Manizales (**Incubar**), lo cual hace que la efectividad en el accionar de esas organizaciones no sea la misma.

Por su parte, el CUEE Antioquia lleva cerca de 20 años funcionando y, con el propósito de aportar al desarrollo económico y social del departamento, abandera proyectos de CTI que integran a la academia, empresa y Estado. Sus miembros se han unido conectando voluntades basadas en la confianza y la cooperación (CPC, 2022). Sin embargo, un actor que hace falta en los CUEE es la sociedad civil, que también debe apropiarse de su rol en la CTI y participar activamente en estos espacios, de manera que la construcción de confianza sea más sólida con los receptores de la innovación.

Connect Bogotá

Connect Bogotá se define como articulador de los actores del ecosistema de innovación y está en operación desde hace doce años. Su objetivo principal es contribuir al mejoramiento de la competitividad y de la productividad a nivel nacional y regional. Esta corporación surgió a partir del CUEE de Bogotá, pero ha crecido más allá de las actividades características de esta clase de comités, pues son además operadores de recursos. Entre sus socios se encuentran universidades y empresas, y la organización ha sido reconocida como uno de los 12 centros de innovación y productividad según

la política de reconocimiento de actores del Minciencias. De hecho, a pesar de que el foco de su actividad estuvo inicialmente en Bogotá-región, ahora tiene la estrategia de ampliar su área de influencia al país entero. La organización elabora, en conjunto con 100 OS, el Ranking de Innovación Abierta sobre el cual profundizamos en la anterior sección, que da cuenta de la manera como startups y empresas grandes logran relacionarse para innovar.

Finalizando el primer semestre de 2023, Connect lanzó una aceleradora multcorporativa, llamada ClimaTech, que busca “impulsar el crecimiento de emprendimientos que respondan a los grandes problemas de las industrias y de nuestro planeta”. Esta aceleradora se enfoca en tres áreas principalmente: transición energética y descarbonización, economía circular y bioeconomía.

Multiplicar los casos de éxito planteados en las secciones anteriores (Corona Industrial-Sumicol, redes de confianza de la ANDI, CUEE y Connect Bogotá) es posible con un cambio de mentalidad. Encontrar un propósito común entre actores es factible cuando se ponen sobre la mesa las necesidades, las barreras y los objetivos que se persiguen, como se planteaba en las historias de confianza que quisimos unir en este capítulo, y se logra llegar a acuerdos que son transparentes para las partes involucradas.

Es necesario que conjuntamente confiemos en que el ecosistema innovador colombiano es capaz de generarnos competitividad; los esfuerzos individuales, si bien valiosos, no logran la escala que necesitamos a nivel de país, y la innovación abierta es un vehículo para que los actores trabajen de la mano. En línea con esto, la confianza de lo público-privado es esencial: no hay forma de desarrollar un sistema de ciencia o una economía basada en innovación solo desde lo público, ni tampoco hay forma de hacer lo uno o lo otro únicamente desde la esfera privada. El trabajo conjunto de todos los actores es vital. De igual forma, buscar mecanismos para replicar iniciativas que funcionaron y que podrían mantenerse en el tiempo sin necesidad de un habilitador que esté impulsándolas permanentemente es parte de los retos hacia adelante para el ecosistema de innovación y la articulación de sus actores.

RECOMENDACIONES



Nueva recomendación



Recomendación relacionada



Recomendación priorizada



Fortalecer las capacidades gerenciales para generar más confianza y potenciar la innovación en las empresas colombianas.

En las secciones anteriores de este capítulo se mencionaron algunos indicadores de relacionamiento de la EDIT para la industria manufacturera y el sector servicios y comercio, así como casos exitosos de empresas -y, si se quiere, regiones- que han logrado desarrollar proyectos de innovación con otros actores del ecosistema, superando obstáculos y construyendo confianza. Las capacidades gerenciales para la innovación dentro de las empresas, su cultura organizacional y la cultura de innovación misma son elementos necesarios para potenciar la innovación en el sector productivo⁵³.

Una vía para lograr ese fortalecimiento de capacidades gerenciales para la innovación es a través del escalamiento del programa de Fábricas de Productividad que apunta en esta dirección,

porque, para alcanzar las transformaciones organizacionales en el tejido empresarial colombiano que se requiere, el público receptor de este tipo de programas debe incrementarse considerablemente. En ese orden de ideas, se deben “desarrollar capacidades para: [1] capturar, mantener y transferir el conocimiento; [2] identificar, atraer y retener el talento esencial para innovar; [3] gestionar la innovación desde la idea hasta el producto; [4] utilizar señales de mercado e información del cliente, y [5] identificar y participar efectivamente en redes de colaboración” (CPC, 2022, p. 488). Para dicho fin es preciso que las empresas se apropien de la necesidad de construir esas capacidades, siendo conscientes del estado actual de ellas⁵⁴.



Fortalecer las capacidades de las entidades de enlace de transferencia del conocimiento y la tecnología (TCT) asegurando una financiación base y visibilizando el tipo de logros alcanzados.

Las OTRI, autónomas y dependientes, se dedican a promover transferencia de tecnología (TRL 6 al 9). Esto incluye lograr emparejar la demanda de tecnologías de las empresas y la sociedad con la oferta de las universidades y centros de investigación. Según los actores reconocidos por el Minciencias con corte a julio de 2023, había nueve OTRI en funcionamiento en Antioquia (4), Valle del Cauca (2), Bogotá (2) y Cundinamarca (1), y seis de ellas pertenecen a universidades⁵⁵.

Actualmente opera una red nacional de transferencia tecnológica llamada **Red Joinn**, pensada originalmente para las OTRI regionales, de la que hoy en día hacen parte **CienTech**, **Connect Bogotá**, **OTRI Estratégica de Oriente**, **Reddi Colombia** y **Tecnova UEE**. Se recomienda entonces hacer una evaluación de esta red y utilizar las lecciones aprendidas como ejemplo para otros actores del SNCTI, considerando la necesidad de que la TCT sea efectiva en todo sistema. Asimismo, se debe

53. En efecto, la acción del documento CONPES 4011 sobre el diseño de una estrategia para fortalecer las capacidades gerenciales y buen gobierno corporativo de los emprendedores, que se había planeado concluir finalizando 2022, había avanzado en 70 % respecto a su meta final en este año, mostrando un atraso importante.

54. Estas capacidades podrían estar asociadas a la rúbrica de Delgado (2022), que incluye capacidades de tipo general: (a) estrategia; (b) cultura; (c) procesos, y (d) instrumentos, que incluyen las siguientes subcapacidades en: (a) estrategia, visión, liderazgo y financiación; (b) gestión del conocimiento, gestión del talento, gestión de la innovación, crecimiento y redes; (c) procesos, ideación, validación, escalamiento, inteligencia competitiva, disrupción, y (d) metodologías, herramientas digitales y automatización (CPC, 2022).

55. Vale la pena destacar que en los últimos años algunas universidades han fortalecido sus oficinas de transferencia (ej.: Universidad de Antioquia, Universidad Nacional, Universidad Simón Bolívar y la Universidad de la Sabana) y han tenido algunos casos de éxito de licenciamiento o creación de *spin-offs*.

identificar el tipo de procesos que vale la pena potenciar, las acciones que es preciso ajustar para lograr realmente la transferencia de tecnología, que es el objetivo principal de estos actores, identificar qué complementariedades se pueden lograr

entre las OTRI existentes, (reconocidas y no reconocidas como actores de Minciencias), e incluso evaluar el talento humano existente en las OTRI y de qué manera puede enriquecerse para que sí funcionen como un bróker de innovación.



Incrementar el apalancamiento de contrapartidas en la asignación para CTI del SGR.

Incrementar el apalancamiento de contrapartidas en la asignación para CTI del SGR parte de mejorar la confianza entre los actores que permitan estrechar y fortalecer su relacionamiento. Entre 2012 y 2020 se apalancó por cada peso invertido en el anteriormente llamado Fondo de Ciencia, Tecnología e Innovación (FCTI) alrededor del 20 % de ese peso. Es necesario conocer si en estos últimos años la participación del sector privado se ha incrementado luego de que se cambiara el esquema de ejecutores de proyectos de regalías permitiendo que cualquier actor del SNCTI

fuese ejecutor⁵⁶ y después del decreto que habilita el giro directo a ejecutores de proyectos del SGR⁵⁷.

Se espera que al transformar las regalías a través de las cinco misiones que se han planteado para la CTI en el país se pueda imprimir cierta direccionalidad en cómo se quieren invertir estos recursos para generar un mayor impacto en el largo plazo. Así se evitará tener pluralidad de proyectos con pequeñas inversiones y se disminuirá la dispersión de recursos, evitando la atomización de estos.

56. Ley 1923 de 2018, "Por la cual se regula lo previsto en el parágrafo 5 del artículo 361 de la constitución política relativo a los programas y proyectos de inversión que se financiarán con recursos del fondo de ciencia, tecnología e innovación del sistema general de regalías".

57. Decreto 625 de 2022, "Por el cual se adiciona y modifica el Decreto 1821 de 2020, Decreto Único Reglamentario del Sistema General de Regalías".

5 INSTITUCIONALIDAD Y LA CTI EN EL PND 2022-2026

Por último, para cerrar este capítulo y las historias de confianza en el ecosistema de CTI, no podemos dejar de lado la institucionalidad que se encuentra operando actualmente pues esta es la que brinda la confianza y la seguridad a los individuos de cómo sus relaciones pueden evolucionar en el tiempo. Además, que haya política pública que favorezca las relaciones de confianza a nivel regional y nacional entre los actores es también un elemento que contribuye a mejoras en la gobernanza y coordinación de los actores mismos.

A nivel local, se requieren protagonistas más activos que logren destrabar los temas relacionados con CTI que afectan a la sociedad, la empresa y las mismas ciudades y departamentos. Así, el liderazgo local puede empoderar a los actores para la construcción de bienes públicos sectoriales con miras a obtener resultados mayormente tangibles que los que provienen de las políticas nacionales de CTI. En este sentido, es “crucial fortalecer y desarrollar nuevas instituciones locales de apoyo a la innovación, con miras a ofrecer servicios de consultoría y conocimientos prácticos a los diferentes actores que realizan actividades de CTI (incluyendo tanto grupos y centros de investigación y desarrollo como empresas) en torno a la gestión de la innovación, al mismo tiempo que se fortalece el ecosistema de CTI” (Delgado, comunicación personal, 2023).

En relación con la institucionalidad, por una parte, junto con la creación del ministerio en 2021 y el ajuste al SNCTI en ese mismo año, el CONACTI se estableció como instancia asesora sobre la política de Estado de CTI en 2021. La empresa altamente innovadora seleccionada por el CPC en el primer trimestre de 2022 tendrá un periodo como representante del sector privado hasta marzo de 2024, que puede ser prorrogable por un año adicional. En el 2023, el CONACTI sesionó a principios del año, y en el segundo semestre de 2023 sesionó nuevamente. Sin embargo, no se conocen resultados o avances dentro de los comités técnicos que se habían establecido a mediados de 2022.

Adicional a lo anterior, el artículo 225 del PND precisamente contempla la creación de una agencia responsable de ejecutar la política de CTI a través de diferentes instrumentos, lo cual está en línea con la recomendación que en ediciones anteriores de este informe se había propuesto para la figura de ejecutor de política, que hasta la fecha se encontraba por fuera de la arquitectura institucional del sector. Estaremos a la espera de la creación de la agencia adscrita al Minciencias y de la entrada en funcionamiento de esta.

Por otra parte, la hoja de ruta de la CTI para los próximos años, que esperaría concluirse en 2031 y de la que hacen parte varios actores y no exclusivamente Minciencias -el documento CONPES 4069- había avanzado, con corte a diciembre de 2022, cerca del 40 % respecto a los hitos propuestos para ese año (hay un atraso no desdeñable⁵⁸) y un 12 % respecto a las metas finales⁵⁹. En el presente año, 2023, iniciaban diez acciones adicionales a las 48 que comenzaron su periodo de ejecución en 2022, y aunque se espera que 27 de las acciones establecidas hayan concluido finalizando el año 2025, es importante identificar las razones de los retrasos en su ejecución. Relacionado con esto, el documento CONPES de importancia estratégica, que se estaba elaborando en el segundo semestre de 2022 y que buscaba asegurar la financiación de ocho proyectos de inversión priorizados a través de vigencias futuras en los próximos diez años del documento CONPES 4069, no se aprobó finalmente.

Con el nuevo plan de desarrollo aprobado en el primer semestre de 2023, la política orientada por misiones es una forma de priorizar temas, recursos y apuestas comunes en investigación e innovación. Las bases del PND 2022-2026 plantean que de esa manera se podrá “aprovechar el conocimiento de frontera para resolver desafíos sociales, económicos y ambientales del país” (DNP, 2023, p. 173). Las misiones estratégicas serán: (a) bioeconomía, ecosistemas naturales y territorios sostenibles⁶⁰; (b) de-

58. En las preguntas cualitativas del reporte de SisCONPES de junio de 2022 se había indicado: “demoras en los procesos de articulación y coordinación con algunas entidades para iniciar la ejecución de las acciones. Así mismo, los procesos de contratación requeridos para el desarrollo de algunas acciones han tomado más tiempo del estimado” (DNP, 2023).

59. De las 48 acciones que comenzaron su ejecución en 2022, y respecto a las metas anuales propuestas en el PAS para el año pasado, 6 reportaron 0 % de avance, 8 tuvieron un avance entre 20 % y 50 %, 2 tuvieron un reporte entre 50 % y 99 % y 19 reportaron 100 %. No había información de reporte para 13 acciones (consulta hecha en mayo de 2023 en SisCONPES).

60. Respecto a modelos de bioeconomía basada en el conocimiento, Las bases del PND 2022-2026 plantean el objetivo de intensificar “la investigación, el desarrollo tecnológico y la innovación, creando modelos de negocios incluyentes, con enfoque de circularidad, produciendo encadenamientos productivos de alto valor agregado en los sectores agropecuario, forestal, pesquero, farmacéutico, textil, turismo y diferentes ramas de la bioeconomía” (DNP, 2023, pág. 175).

recho humano a la alimentación; (c) energía eficiente, sostenible y asequible; (d) autonomía sanitaria y bienestar social, y (e) paz y ciudadanía. Se supone que así se tendría una visión de país más clara que además busca articular “las ciencias y los saberes diversos para sustentar una Colombia Potencia Mundial de la Vida”, como lo menciona el artículo 226 del PND (DNP, 2023, p. 159). Asimismo, aprovechar las lecciones obtenidas con la metodología ArCo⁶¹ es fundamental para que los próximos instrumentos que se implementen con el nuevo PND sean efectivos y cumplan el propósito para el que fueron diseñados.

Continuamos recordando que es clave que la institucionalidad del sector CTI mantenga un trabajo coordinado y articulado con las instancias de decisión público-privada existentes y en funcionamiento, en las que se discute acerca de las políticas públicas relacionadas con CTI. Por ejemplo, a nivel nacional nos referimos al SNCI (del cual estaba pendiente su reestructuración; en el proceso de elaboración de este capítulo se sacó a consulta el decreto que lo ajustaba⁶²) y el Sistema Nacional de Innovación

Agropecuaria (SNIA). Precisamente, las bases del PND 2022-2026 mencionan que la poca articulación entre los distintos sistemas “limita el desarrollo, la transferencia de tecnología y la competitividad del sector agropecuario” (DNP, 2023, p. 127), pero también en otros sectores productivos.

A nivel regional, hacemos referencia a las comisiones regionales de competitividad e innovación (CRCI) y los CODECTI que se modificarían en el segundo semestre de 2023⁶³. En las bases del PND 2022-2026 se menciona que se fortalecerán las CRCI y los CODECTI, siendo estas instancias claves para consolidar los sistemas departamentales de CTI (DNP, 2023); sin embargo, también Minciencias (2023b) ha señalado que en “muchos departamentos se presenta simultaneidad en los actores que integran dichas instancias”. Como se recordaba al inicio de esta sección, el protagonismo de los actores regionales es esencial para el desarrollo de la CTI, pues es más fácil superar los obstáculos cuando se dinamizan los sistemas localmente, incluyendo las acciones que provienen desde el sector productivo.

61. Esta metodología había permitido en el último par de años “optimizar recursos, evitar duplicación de esfuerzos y mejorar la eficiencia del gasto público” (CPC, 2022, pág. 479).

62. En las bases del PND 2022-2026 se menciona que la Reindustrialización para la sostenibilidad, el desarrollo económico y social incorpora nuevos arreglos institucionales para lograr mejor articulación privada, pública y popular incluida la reestructuración del SNCI.

63. En 2022 se había presentado una propuesta para la actualización del Decreto 584 de 2017 sobre la reglamentación de los CODECTI (que son instancias de articulación del SNCTI en los departamentos), pero en abril de 2023 se volvieron a recibir comentarios sobre un nuevo proyecto de decreto.

6 SÍNTESIS DE RECOMENDACIONES

PRINCIPALES RECOMENDACIONES DEL CPC QUE HAN SIDO ACOGIDAS.

Recomendación	Año en el cual fue acogida	Impacto esperado/observado	Observaciones
Establecer un modelo de oficinas de transferencia de tecnología y resultados de investigación (OTRI).	2013	Colciencias inició un proceso de fortalecimiento de OTRI regionales, y hasta 2018 les dio financiación base.	Es necesario seguir fortaleciendo estas entidades con financiamiento basal.
Ventanilla única de acceso a instrumentos públicos de promoción de ciencia, tecnología e innovación.	2014	Se creó el portal www.innovamos.gov.co como punto único de divulgación de convocatorias de CTI.	
Hacer más eficiente el incentivo tributario para ciencia, tecnología e innovación.	2015	En 2016 se utilizó por primera vez el 100 % del cupo otorgado para los beneficios tributarios (COP 500.980 millones). Desde entonces una tercera parte se ha otorgado a empresas altamente innovadoras (EAI) ⁶⁴ , y ha aumentado el número de empresas que acceden, así como los sectores y regiones que se benefician.	Se hizo una evaluación del instrumento de Beneficios Tributarios en el año 2022, se identificaron impactos positivos leves del instrumento de BT sobre la productividad media por trabajador en el sector comercio.
Reglamentar de manera urgente el acto legislativo que reforma el Sistema General de Regalías para mejorar la asignación y ejecución del FCTI.	2018	La asignación de recursos de regalías para CTI a través de convocatorias abiertas y competitivas puede traer una mejor ejecución de los recursos y aumentar su impacto.	En 2019 nuevamente se reformó el SGR. Es importante mantener los recursos destinados a CTI.
Generar información sobre capacidades gerenciales en las empresas del país.	2018	Contar con mejor información que permita diseñar instrumentos de política pública más adecuados a la realidad de las empresas del país.	Si bien fue acogida se debe trabajar en la actualización continua de este acervo de información.
Diseñar e implementar el Programa Nacional de Escalamiento de la Productividad.	2018	El programa Fábricas de Productividad tiene como meta realizar 4.000 intervenciones en el cuatrienio. Estos programas de extensionismo tecnológico pueden tener aumentos de más del 10 % en productividad.	La evaluación del programa Fábricas de Productividad, arrojó "resultados sobresalientes, con altos estándares de diseño y una percepción de efectividad alta" (Puyana <i>et al.</i> 2021).

64. Las EAI son empresas que cuentan con personal, procesos y estructura organizacional definidos para la innovación, presupuesto anual asignado para actividades de I+D+i de al menos 0,3 % de las ventas brutas, e introducción de innovaciones en el mercado.

Recomendación	Año en el cual fue acogida	Impacto esperado/observado	Observaciones
Profundizar en la simplificación del uso de los beneficios tributarios de CTI y ampliar el cupo.	2019	El PND 2018-2022 establece la figura de crédito tributario para aquellas empresas que no tributan renta y amplía los rubros que pueden incluirse en el beneficio. Es posible que esto atraiga a nuevas empresas para participar en el instrumento.	La evaluación más reciente de BT analizó el impacto del instrumento sobre la productividad media por trabajador, productividad total de los factores e inversión en innovación.
Diseñar instrumentos de apoyo a la innovación en empresas basados en la demanda.	2021	En el marco de la metodología ArCo se publicó la guía para diseño de instrumentos de innovación basados en la demanda, que se espera sea utilizada para cumplir a cabalidad con esta recomendación.	El diseño de mejores instrumentos de innovación no requiere necesariamente crear nuevos instrumentos, sino ajustar muchos de los existentes.
Reglamentar el Marco de Inversión en la CTI como mecanismo vinculante para la articulación entre entidades y optimización de la oferta de instrumentos.	2021	Tener el soporte normativo para poder incrementar los niveles de inversión pública en ACTI y dar estabilidad a su financiación para fomentar la articulación entre sectores. En 2021 se establecieron las bases para el marco de inversión en CTI en el año 2022.	Su implementación efectiva a nivel sectorial dependerá de que sea posible incrementar los niveles de inversión pública en ACTI. En el PND 2022-2026 se hizo el ajuste a marco de I+D.
Establecer una política de CTI que fortalezca el portafolio de instrumentos de política e incremente la inversión pública y privada en actividades de CTI de manera sostenida hacia los niveles recomendados por la Misión de Sabios.	2021	La ejecución de las 59 actividades que hacen parte del PAS del documento CONPES 4069 de 2021 deberían redundar en el fortalecimiento de los instrumentos de política y en el aumento de inversión pública y privada para ACTI.	Si bien el horizonte temporal de esta hoja de ruta es a diez años, se comprometieron recursos solo por tres años de acuerdo con el Marco de Gasto de Mediano Plazo. En 2022 no se logró la aprobación del documento CONPES de importancia estratégica que se estuvo trabajando durante algunos meses.
Promover la política de datos abiertos a través de la adopción de prácticas de ciencia abierta.		En mayo de 2022 se publicó para consulta pública el documento de la Política Nacional de Ciencia Abierta para Colombia (Minciencias, 2022c), que luego se formalizó a inicios de agosto del mismo año. El artículo 170 del PND “busca democratizar la ciencia, la tecnología y la innovación a través de la política de Ciencia Abierta” (Minciencias, 2023b).	Se formalizó la Política Nacional de Ciencia Abierta en agosto de 2022 a través de la Resolución 0777 del Ministerio. La implementación de la política y del artículo 170 del PND esperarían contribuir a cerrar las brechas del conocimiento científico, tecnológico y de innovación en el país.
Reglamentar la Ley 1838 de 2017 (Ley Spin-Off).	2022	Se esperaba que a través del Decreto 1666 de 2022 haya mayor claridad regulatoria sobre cómo operan las empresas de base tecnológica y que se logre estimular su creación fomentando la CTI en las instituciones de educación superior. No hay información sobre su implementación en el último año.	Uno de los mayores retos es la implementación de la normativa expedida.

RECOMENDACIONES EN LAS CUALES EL CPC INSISTE

Recomendación	Impacto/costo de oportunidad	Actores involucrados	Observaciones
Escalar programas de cofinanciación de proyectos de desarrollo tecnológico e innovación empresarial.	Establecer instrumentos adicionales para financiación de I+D en empresas ante las dificultades de financiar proyectos de innovación con crédito o deuda.	Minciencias, INNPulsa y SENA	El impacto de la cofinanciación se debería reflejar en la productividad del sector empresarial.
Fortalecer la relación universidad-empresa a través de alianzas público-privadas.	Aprender de buenas prácticas para generar relaciones de confianza que puedan durar en el tiempo y dar resultados de innovación entre empresa y universidad.	Mincomercio, Mineducación y Minciencias	Es necesario fortalecer la conexión y las instituciones que representan la cuádruple hélice en la que interactúan academia, Estado, sector productivo y sociedad.
Revisar y escalar la estrategia para la vinculación de doctores en empresas.	Facilitar la vinculación y/o aportes de PhD en el sector productivo.	Minciencias, instituciones de educación superior y sector productivo	Se requiere acercar la lógica empresarial a la científica. Los tiempos de producción del conocimiento pueden no acoplarse a generar ganancias inmediatas. Es necesario crear incentivos para universidades, investigadores y empresas que inviten a desarrollar actividades aplicadas conjuntas.
Ejecutar acciones que impulsan el uso de la compra pública innovadora (CPI)	Promover el desarrollo de soluciones innovadoras para los retos del Estado.	Colombia Compra Eficiente, DNP y Contraloría General de la Nación	El Decreto 442 de 2022 promueve la CPI. La implementación de lo aprobado determinará el éxito del instrumento. Se requieren difusión y sensibilización del instrumento de CPI y herramientas para un uso efectivo en sector público y privado.
Reformar los estímulos a la productividad académica para aumentar su calidad e impacto.	Dar incentivos a los investigadores para fortalecer sus lazos con el sector productivo y brindar estabilidad a la inversión de las instituciones de educación superior en investigación.	Mineducación y Minciencias	Las universidades deben facilitar el flujo, la adopción y la adaptación de conocimiento y tecnología local o que se trae al país.

Recomendación	Impacto/costo de oportunidad	Actores involucrados	Observaciones
Fortalecer a los institutos de investigación y a los centros de desarrollo tecnológico públicos y privados.	Incrementar la capacidad de investigación y generación de capital humano en los temas más relevantes para el país, medida por sus productos y resultados de investigación.	Minciencias, Minhacienda, entidades del SNCI y sector productivo	Se debe asegurar el funcionamiento de los institutos públicos de investigación (IPI) a través de financiación adecuada y de un gobierno corporativo robusto.
Fortalecer las capacidades de las entidades de enlace de TCT asegurando una financiación base y visibilizando el tipo de logros alcanzados.	Facilitar la colaboración entre universidad y empresa a través de intermediarios que sean capaces de acercar efectivamente las demandas de estos dos actores.	Minciencias	Es pertinente hacer una evaluación de los logros alcanzados por las nueve OTRI reconocidas por Minciencias para validar si están cumpliendo con su actividad "nuclear".
Impulsar la implementación de la Ley 1838 de 2017 (Ley Spin-Off).	Facilitar la creación de <i>spin-offs</i> universitarias y así generar transferencia de conocimiento.	Minciencias y DNP	La implementación del Decreto 1556 de 2022 debe estar acompañada de una estrategia de evaluación que permita hacer seguimiento exhaustivo a los resultados que se deriven.
Implementar el Marco de Inversión en Investigación y Desarrollo para lograr incrementar los recursos públicos hacia la CTI, apropiando su rol transversal en los distintos sectores.	Incrementar los niveles de inversión en I+D y dar estabilidad a su financiación para fomentar la articulación entre sectores.	Presidencia, DNP, Minhacienda y demás ministerios	Se necesita apropiar e impulsar la transversalidad de la CTI. Acoger las recomendaciones de la Misión de Sabios no es solo responsabilidad Minciencias. No se tiene un inventario de las <i>spin-off</i> que hoy operan efectivamente.
Realizar evaluaciones de resultados y de impacto de los instrumentos para CTI y hacer obligatoria la revisión de presupuesto asignado basada en los resultados.	Ajustar y establecer una oferta de instrumentos para CTI con resultados o impactos comprobados.	DNP, Minciencias, Mincomercio, iNNpulsa y Superintendencia de Industria y Comercio (SIC)	Los resultados de las evaluaciones deben ser oportunos y estar disponibles para el público para libre consulta. Se debe hacer pedagogía con base en ellos.

Recomendación	Impacto/costo de oportunidad	Actores involucrados	Observaciones
Diseñar y poner en marcha un sistema de vigilancia tecnológica orientado a cerrar las brechas tecnológicas de las empresas.	Conocer con mayor claridad las necesidades tecnológicas de las empresas y así lograr cerrar la brecha tecnológica existente.	Mincomercio e iNNpulsa	Este sistema permitiría diseñar políticas que puedan ayudar a acelerar la adopción y convergencia a la frontera tecnológica a niveles sectorial y regional.
Vincular al sector empresarial en programas relacionados con la apropiación social del conocimiento en el marco de la CTI.	Crear capacidades de innovación en un ambiente de coproducción y transferencia del conocimiento. Interacción con la sociedad para empoderar a las comunidades a través de la ASC en el marco de la CTI en el territorio, logrando así confianza para articularse.	Minciencias y sector productivo	Es necesario sensibilizar a empresarios, inversionistas innovadores o emprendedores en esta dimensión de la CTI. Se deben considerar condiciones diferenciales de las regiones y su posible incidencia en la ASC que permita construir confianza y contribuya al tejido social.
Incrementar el apalancamiento de contrapartidas en la asignación para CTI del SGR.	Generar mayor impacto en los proyectos que sean aprobados, apalancar mayores recursos por parte de los proponentes y mejorar la colaboración con los actores del SNCTI.	Minciencias y DNP	La colaboración con actores internacionales y empresas privadas puede conducir a que las soluciones propuestas sean más fácilmente comercializables.
Realizar ajustes necesarios a la normativa de los procesos y condiciones habilitantes para la producción del conocimiento y las actividades de ciencia, tecnología e innovación (ACTI) para fomentar la investigación, innovación y comercialización de la I+D+i.	Existen disposiciones regulatorias que no brindan seguridad jurídica para que más empresas inviertan en investigación y desarrollo. Revisarlas y ajustarlas permitirá hacer la investigación menos costosa y sumarles competitividad a las empresas colombianas.	Minciencias, Mincomercio, DNP, DIAN e Invima	Algunas de las áreas relacionadas para tener en cuenta son: la importación de equipos e insumos para la investigación, el licenciamiento y la certificación, y la transferencia de tecnología.
Fortalecer las capacidades gerenciales para generar más confianza y potenciar la innovación en las empresas colombianas.	La cultura organizacional de las empresas colombianas requiere una transformación para que la innovación sea parte de su ADN.	Mincomercio y Minciencias	Se necesita revisar capacidades y subcapacidades asociadas con estrategia, cultura, procesos e instrumentos.
Fortalecer y escalar el esquema nacional de vouchers de innovación.	Movilizar recursos para fondar y financiar inversiones de innovación y tecnología.	Mincomercio e iNNpulsa	Evaluar los programas existentes y los que se implementen en el futuro permitirá determinar qué tipo de impacto están generando, así como la eficiencia y efectividad de la cofinanciación.

Recomendación	Impacto/costo de oportunidad	Actores involucrados	Observaciones
Contar con una infraestructura digital neutra y equitativa para potenciar el desarrollo económico hacia la economía del conocimiento que propenda a democratizar el acceso a la información y a las oportunidades que brinda.	La necesidad de contar con infraestructura y habilidades digitales tanto en áreas rurales como urbanas es un habilitante para poder alcanzar una sociedad del conocimiento en Colombia. La digitalización para la innovación es además fuente de mejoras en equidad y su competitividad del país respecto al mundo.	MinTIC y Minciencias	Llevar a feliz término esta recomendación, contribuiría a lograr una economía nacional movida por los datos (data-driven).
Desarrollar habilidades de investigación y vocaciones científicas desde la educación básica, con un enfoque por oferta, incluyéndolas dentro de los currículos.	Generar vocaciones y habilidades en investigación que en el mediano plazo contribuyan al desarrollo científico y tecnológico del país.	Mineducación y Minciencias	Una herramienta efectiva de articulación de las instituciones educativas con otros actores del SNCTI sería acercando la realidad de las aulas a dichos actores.
Remover las barreras de género en la ciencia desde la educación básica.	La evidencia sugiere que la diversidad mejora la calidad de la investigación y su relevancia para la sociedad.	Mineducación y Minciencias	Las acciones que se implementen para remover estas barreras requieren de indicadores que permitan evaluar el éxito de la intervención y su efectivo cumplimiento.
Utilizar el índice departamental de innovación para Colombia (IDIC) como una herramienta para trabajar por cerrar las brechas de CTI en las regiones y priorizar el gasto desde el orden nacional.	Promover la generación y posterior transferencia de conocimiento en departamentos que ya cuentan con el entorno para la innovación, y así fortalecer los sistemas regionales de innovación.	DNP, Minciencias, entidades del SNCTI, gobiernos departamentales.	La metodología ArCo a nivel regional contribuiría a revisar instrumentos, así como roles de entidades para no duplicar esfuerzos y optimizar recursos en el territorio.
Promover el uso de beneficios tributarios en CTI por parte de las pymes de base tecnológica.	Aumentar el uso de este tipo de alternativas para promover la inversión en CTI a lo largo y ancho del tejido empresarial colombiano.	DIAN y Minciencias	En 2021, el 38,5 % de las pymes recibieron beneficios tributarios y correspondió al 11,4 % del total invertido.
Enfocar al Minciencias en la definición de política pública de CTI y crear una agencia independiente adscrita a dicho ministerio encargada de la financiación y estructuración de proyectos.	Tener una hoja de ruta más clara del sector CTI separando la formulación y ejecución de políticas. También garantizar y asegurar un brazo implementador de la política de CTI.	Minciencias, Minhacienda, Función pública, DNP y Presidencia	Si bien el PND 2022-2026 plantea la creación de una agencia responsable de ejecutar la política de CTI estaremos a la espera de los ajustes institucionales y acciones que efectivamente resulten.

7 BIBLIOGRAFÍA

- 1 100 OS. (s. f.). *Sobre el Ranking 100 Open Startups*. <https://www.openstartups.net/site/ranking-colombia/sobre.html#acc-benefits-2>
- 2 ANDI. (s. f.). *Innovación en las Regiones de Colombia. Casos de Éxito Proyecto Innovación Más País Boyacá, Nariño y Cundinamarca*. <https://www.andi.com.co/Uploads/Innovaci%C3%B3n%20en%20las%20regiones%20de%20Colombia.%20Casos%20de%20%C3%89xito%20Proyecto%20Innovaci%C3%B3n%20M%C3%A1s%20Pa%C3%ADs%20Boya-c%C3%A1,%20Cundinamarca,%20Nari%C3%B1o..pdf>
- 3 ANDI. (2022a). *Manual de Buenas Prácticas en Innovación Bogotá*. Bogotá. https://www.andi.com.co/Uploads/Manual%20de%20Bue-nas%20Practicas%20en%20Innovacion%20Bogota_v3.pdf
- 4 ANDI. (2022b). *Manual de Buenas Prácticas en Innovación Cauca*. <https://www.andi.com.co/Uploads/Manual%20de%20Buenas%20Practi-cas%20en%20Innovacion%20Innovacion%20Mas%20Pais%20Cauca.pdf>
- 5 Ángel, J. A., López, J. E. y Delgado, C. H. (2013). Liderazgo a través de innovación – Organización Corona. *Revista de Ingeniería. Universidad de los Andes*, 48(38), 71-77. <https://ojsrevistaing.uniandes.edu.co/ojs/index.php/revista/article/view/95>
- 6 Castillo, Y., Álvarez, I. y Salazar, J. C. (2023). Innovación abierta y apropiación en el sector manufacturero de Colombia. *Innovar*, 33(89). <https://revistas.unal.edu.co/index.php/innovar/article/view/107035>
- 7 CPC. (2021). *Informe Nacional de Competitividad 2021-2022*.
- 8 CPC. (2022, 17 de noviembre). *Informe Nacional de Competitiv-idad 2022-2023*. <https://compite.com.co/informe/informe-nacio-nal-de-competitividad-2022-2023/>
- 9 DANE. (2020, 27 de noviembre). *Encuesta de Desarrollo e Inno-vación Tecnológica. Servicios y comercio (EDITS VII)*. <https://www.dane.gov.co/index.php/estadisticas-por-tema/tecnologia-e-innovacion/encuesta-de-desarrollo-e-innovacion-tecnologica-edit/infor-macion-historica-edit>
- 10 DANE. (2021, 30 de diciembre). *Encuesta de Desarrollo e Innovación Tecnológica (EDIT X) 2019-2020. Anexos* [Archivo de Excel]. <https://www.dane.gov.co/index.php/estadisticas-por-tema/tecnologia-e-inno-vacion/encuesta-de-desarrollo-e-innovacion-tecnologica-edit>
- 11 DAPRE. (2023, 19 de mayo). *Ley 2294 "Por el cual se expide el Plan Nacional de Desarrollo 2022-2026 "Colombia Potencia Mundial de Vida"*. <https://dapre.presidencia.gov.co/normativa/normativa/LEY%202294%20DEL%2019%20DE%20MAYO%20DE%202023.pdf>
- 12 DNP. (s. f.). *Proyectos TIPO. 28 Váucher de Innovación*. <https://proyectostipo.dnp.gov.co/images/pdf/Vauchers/PT-Vaucher.pdf>
- 13 DNP. (2021a, 20 de diciembre). *Anexo A. PAS 4069*. Obtenido de <https://www.dnp.gov.co/CONPES/documentos-conpes>
- 14 DNP. (2021b, 29 de noviembre). *Anexo PAS CONPES 4062*. https://sis-conpes.dnp.gov.co/sisconpesweb/#documentos_conpes
- 15 DNP. (2021c, 29 de noviembre). *Documento CONPES 4062 Política nacional de propiedad intelectual*. <https://colaboracion.dnp.gov.co/CDT/Conpes/Econ%C3%B3micos/4062.pdf>
- 16 DNP. (2023, 5 de mayo). *Bases Plan Nacional de Desarrollo*. <https://colaboracion.dnp.gov.co/CDT/portalDNP/PND-2023/2023-05-04-bases-plan-nacional-de-inversiones-2022-2026.pdf>
- 17 DNP y OCyT. (2022, 7 de abril). *Índice Departamental de Innovación para Colombia 2021*. https://colaboracion.dnp.gov.co/CDT/Desarrollo%20Empresarial/IDIC/2021/IDIC_2021_Documento.pdf?utm_sour-ce=Web&utm_medium=Link
- 18 Durán, X. y Beatriz, J. G. (s. f.). *Evaluación de impacto Expost Programa BIOB* [por publicar].
- 19 Essentia. (2019). *Una historia de innovación 2008-2018*. https://essentia.co/wp-content/uploads/2020/05/Esentia-Una-histo-ria-de-innovaci%C3%B3n-2008-2018_compressed-1.pdf
- 20 HBR. (2022, 26 de septiembre). *Trust: The Currency of Innovation*. https://www.mastercard.com/news/media/3myhy12g/trust_the-cur-rency-of-innovation_business-innovators-index-2022.pdf
- 21 Martínez, E., Uribe, C. P., Forero, O. A., Buendía, C., Toro, I., Piniero, M., Luna, L. T., Yepes, L. A., Rincón, R., Ruíz, D. M., Cadena, Á. M., Rincón, L. F., Araujo, G. A., Villota, C. P., Mavisoy, K. H., Moreno, D. C., Dorado, D. Y., Garzón, J. L., Guzmán, C. M. (2020). *Tisere: Una propuesta meto-dológica para la conformación o el fortalecimiento de territorios in-novadores y socioecológicamente resilientes*. Agrosavia. <https://doi.org/10.21930/agrosavia.investigation.7403596>
- 22 Minciencias. (s. f.). *Funciones y deberes Minciencias. Ley 2162 de 2021*. <https://minciencias.gov.co/ministerio/funciones>
- 23 Minciencias. (2021, 8 de junio). *Procedimiento Reconocimiento de Actores del SNCTI*. https://minciencias.gov.co/sites/default/files/m601pr05_reconocimiento_de_actores_del_sncti_v01_1.pdf
- 24 Minciencias. (2022a). *Anexo 1. Especificación de las condiciones técnicas de la invitación*. <https://minciencias.gov.co/convocatorias/invitacion-para-presentacion-propuestas/invitacion-presentar-pro-puesta-para-el-diseno>
- 25 Minciencias. (2022b). *Iniciativas normativas para una agenda regu-latoria en Ciencia, Tecnología e Innovación*. https://minciencias.gov.co/sites/default/files/upload/paginas/iniciativas_normativas_agen-da_regulatoria.pdf
- 26 Minciencias. (2022c). *Política Nacional de Ciencia Abierta*. https://minciencias.gov.co/sites/default/files/ckeditor_files/Documento%20

- consulta%20p%C3%BAblica%20-%20Pol%C3%ADtica%20Nacional%20de%20Ciencia%20Abierta%20%282%29.pdf
- 27** Minciencias. [2023a, 15 de mayo]. *Comunicado a la opinión pública. Información de Interés Minciencias 2023*. https://minciencias.gov.co/sala_de_prensa/comunicado-la-opinion-publica-0
- 28** Minciencias. [2023b]. *Conozca los seis artículos principales para el sector de Ciencia, Tecnología e Innovación (CTeI) en el Plan Nacional de Desarrollo*. https://minciencias.gov.co/sala_de_prensa/conozca-los-seis-articulos-principales-para-el-sector-ciencia-tecnologia-e-innovacion
- 29** Minciencias. [2023c, 14 de febrero]. *Formato Memoria Justificativa*. https://minciencias.gov.co/sites/default/files/upload/paginas/memoria_justificativa_para_publicacion_08-03-23.pdf
- 30** Minciencias. [2023d]. *Listado de Actores del SNCTel reconocidos por Minciencias (Archivo de Excel)*. Obtenido de https://minciencias.gov.co/portafolio/reconocimiento_de_actores
- 31** Misión de Sabios. [2020]. *Colombia hacia una sociedad del conocimiento. Reflexiones y propuestas* (Vol. I). https://minciencias.gov.co/sites/default/files/upload/paginas/ebook_colombia_hacia_una_sociedad_del_conocimiento.pdf
- 32** Naranjo-Valencia, J. C. y Calderón-Hernández, G. [2015, febrero]. Construyendo una cultura de innovación. Una propuesta de transformación cultural. *Estudios Gerenciales*, 31 (135), 223-236. <https://doi.org/10.1016/j.estger.2014.12.005>
- 33** Núñez, J., Castañeda, C., Castillo, J. F., Forero, D., Martínez, N. y Téllez, P. [2022, febrero]. *Evaluación de impacto de la política de formación de capital humano de alto nivel: programa de créditos condonables de doctorado 1992-2018*. https://www.repository.fedesarrollo.org.co/bitstream/handle/11445/4258/Repor_Febrero_2022_N%C3%BAblica%20-%20Pol%C3%ADtica%20Nacional%20de%20Ciencia%20Abierta%20%282%29.pdf?sequence=1&isAllowed=y
- 34** OCDE. [2023, mayo]. *OECD Statistics. MSTI Main Science and Technology Indicators*. https://stats.oecd.org/Index.aspx?DataSetCode=MSTI_PUB
- 35** OCyT. [2021, 3 de septiembre]. *¿Las empresas colombianas hacen uso de modelos de innovación abierta?* <https://ocyt.org.co/wp-content/uploads/2021/09/Las-empresas-colombianas-hacen-uso-de-modelos-de-innovacion-abierta.pdf>
- 36** Ogink, R. H., Goossen, M. C., Romme, A. G. y Akkermans, H. [2023]. Mechanisms in open innovation: A review and synthesis of the literature. *Technovation*, 119, 102621. <https://doi.org/10.1016/j.technovation.2022.102621>
- 37** OMPI. [2022, 29 de septiembre]. *Global Innovation Index 2022*. <https://www.wipo.int/publications/en/details.jsp?id=4622>
- 38** OMPI. [2023, 27 de septiembre]. *Global Innovation Index 2022*. <https://www.wipo.int/publications/en/details.jsp?id=4679>
- 39** Ordóñez-Matamoros, G., Díaz, J. F., Centeno, J. P. y Guevara, C. A. [2022]. Towards a functional governance framework for regional innovations systems in emerging economies: the case of Risaralda [Colombia]. *Innovation and Development*, 12 (3), 497-520. <https://doi.org/10.1080/2157930X.2021.1880054>
- 40** PNUD. [2023, febrero]. *Percepciones y bienestar subjetivo en Colombia*. https://www.undp.org/sites/g/files/zskgke326/files/2023-02/undp_co_pub_Percepciones_bienestar_subjetivo_2do_cuaderno_INDH_Feb21_2023.pdf
- 41** Posada, E. y Forero, E. [2021]. *Informe normas que dificultan el desarrollo de la investigación científica en Colombia*.
- 42** RICyT. [2023, mayo]. *Red de Indicadores de Ciencia y Tecnología. Indicadores de Insumo*. <http://www.ricyt.org/category/indicadores/>
- 43** Salampasis, D., Mention, A. L. y Torkkeli, M. T. [2014]. Trust embedded open innovation: Literature review, synthesis and research propositions. *Academy of Management Annual Meeting Proceedings*. <https://doi.org/10.5465/ambpp.2014.13668abstract>
- 44** Unesco. [2023]. *Unesco International Statistics-UIS*. <http://data.uis.unesco.org/>