

ORGANIZACIÓN PARA LA COOPERACIÓN Y EL DESARROLLO ECONÓMICO

La OCDE es una organización inter-gubernamental y multidisciplinaria compuesta por 34 países miembros: Alemania, Australia, Austria, Bélgica, Canadá, Chile, Corea del Sur, Dinamarca, Eslovenia, Estonia, España, Estados Unidos de Norteamérica, Finlandia, Francia, Grecia, Hungría, Irlanda, Islandia, Israel, Italia, Japón, Luxemburgo, México, Noruega, Nueva Zelanda, Países Bajos, Polonia, Portugal, Reino Unido, República Checa, República Eslovaca, Suecia, Suiza y Turquía; y 3 países en proceso de adhesión: Colombia, Letonia y Rusia.

Así también, la OECD involucra en su propio trabajo a un número siempre mayor de países no miembros de todas las regiones del mundo, comenzando por los gigantes emergentes China, India y Brasil, así como también Indonesia y Sudáfrica; y las economías en vías de desarrollo en África, Asia, Eurasia, América Latina y el Caribe. A través de su red de más de 250 comités especializados y grupos de trabajo, la OCDE provee una plataforma donde los países pueden comparar experiencias, buscar respuestas a problemas comunes, identificar y sugerir buenas prácticas, y coordinar políticas nacionales e internacionales. La OCDE está a la vanguardia de los esfuerzos para comprender y ayudar a los gobiernos a responder a los nuevos retos y preocupaciones, tales como el gobierno corporativo, la economía de la información, y el creciente envejecimiento de la población. El control recíproco de los gobiernos, una substancial vigilancia multilateral y la “presión entre pares” para conformar y reformar, son las bases de la eficacia del trabajo de la OCDE. La misión actual de la organización consiste en promover políticas que favorezcan el bienestar económico y social de todas las personas del mundo.

El Programa LEED (Local Economic and Employment Development) aconseja a los gobiernos y comunidades desde el 1982 sobre las modalidades de respuesta a los cambios económicos y cómo afrontar los complejos problemas de un mundo en rápida evolución. La misión del Programa LEED es contribuir a la creación de trabajos nuevos y mejores a través de una eficaz aplicación de políticas y prácticas innovadoras, y más fuertes capacidades y estrategias integradas a nivel local. La actividad se basa sobre análisis comparativos de las experiencias de crecimiento económico, social y laboral, de casi 50 países. El Programa LEED se sirve también de las competencias adicionales de casi 100 organizaciones (gobiernos regionales, agencias de desarrollo, empresas y organizaciones sin fines de lucro) agrupadas en el Partners' Club y en cuatro foros (sobre Asociaciones y Gobernabilidad Local, sobre Emprendimiento, sobre Innovaciones Sociales y sobre Agencias de Desarrollo y Estrategias de Inversión). Las actividades y recomendaciones elaboradas en el ámbito LEED son aprobadas por los 34 gobiernos miembros del Comité Directivo LEED de la OCDE.

OECD Publishing difunde ampliamente los resultados de la recolección estadística de la Organización y la investigación sobre temas económicos, sociales y ambientales, así como de las convenciones, directrices y normas acordadas por sus países miembros.

OCDE LEED REVISIÓN DEL PROYECTO

“Promoviendo el desarrollo de Sistemas de Innovación: el caso de Medellín y Colombia”

ÍNDICE DE CONTENIDOS

Agradecimientos	5
Resumen Ejecutivo	7
Prólogo.....	18
Capítulo 1 El Contexto.....	21
Políticas de innovación en Colombia	22
Políticas de innovación en Medellín.....	24
Hacia una nueva agenda para las políticas de innovación en Medellín.....	27
Capitulo 2 Capital humano: clave estratégica para el sistema local de CTI.....	30
Aspectos claves para las políticas.....	32
A. Elementos destacados a nivel nacional	32
B. Elementos destacados a nivel local.....	33
C. Visión conjunta, instituciones y redes locales	34
D. El sistema de educación y capacitación	37
E. El sistema empresarial local.....	39
F. Articulación entre los distintos actores y gobernanza multi-nivel.....	40
Análisis DAFO	42
Recomendaciones	43
i. Desarrollar un Plan de Acción para el Capital Humano	45
ii. Fortalecer la articulación entre los actores de la oferta de la educación	49
iii. Generar capital humano calificado en CTI en todas las empresas.....	50
iv. Generar demanda para capital humano orientado a la innovación	53
v. Mejorar la articulación entre oferta y demanda de personal cualificado	56
vi. Una recomendación final: fortalecer la gobernanza multi-nivel en los procesos de desarrollo de capital humano para la CTI en Medellín.....	59
Capitulo 3 Intensificación de la inversión en actividades de I+D orientadas al desarrollo socioeconómico de la Región	62
Las Universidades y grupos de investigación de Medellín.....	64
Aspectos clave para las políticas	66
A. El nuevo Fondo de CTI del sistema de regalías.....	66
B. Las convocatorias de proyectos de investigación de Colciencias.....	69
C. Internacionalización.....	70
D. Innovación social	71

E.	El horizonte de los retornos	72
	Análisis DAFO	73
	Recomendaciones	73
i.	Fortalecer los grupos de investigación existentes y favorecer la formación de centros de excelencia	75
ii.	Fomentar la innovación social y estrechar los vínculos entre la agenda de investigación de Medellín y las necesidades de la región de Antioquia	78
iii.	Mejorar el FCTI de regalías.....	80
iv.	Fomentar la internacionalización.....	83
v.	Otras recomendaciones	86
Capítulo 4 Fomento a la innovación empresarial, apoyo a emprendedores y participación de actores estratégicos en actividades de CTI.....		91
A.	Animación y articulación de la demanda empresarial por CTI	96
B.	Articulación entre la oferta local de conocimientos y las oportunidades de inversión en CTI.....	101
	Análisis DAFO	103
	Recomendaciones	104
i.	Implementar, a partir del Programa Medellín Ciudad Cluster, una estrategia de especialización inteligente en torno a oportunidades globales de mercado para empresas existentes y emergentes de los clústeres de energía, TIC y salud.....	106
ii.	Mejorar el entorno para nuevos emprendimientos de base tecnológica y alta intensidad innovadora.....	108
iii.	Programa regular de cofinanciamiento de proyectos de innovación postulados por empresas -preferentemente PYMEs- y organizaciones sociales locales.....	110
iv.	Desarrollar proveedores locales altamente innovadores y difundir aprendizaje tecnológico habilitante para las PYMEs locales, a partir de los estándares y requerimientos de empresas multilaterales y globales establecidas en Medellín.....	111
v.	Promover la conformación y operación de Programas Tecnológicos Empresariales de la Triple Hélice	112
vi.	Implementar Fondos de Fideicomiso multi-nivel (“Fondos mixtos”), para financiar inversiones habilitantes y esfuerzos de I+D+i conjuntos entre universidades y centros de investigación y desarrollo tecnológico con empresas.....	114
vii.	Establecer y difundir plataformas y canales que faciliten el encuentro entre la oferta de capital inteligente establecida en Medellín y emprendimientos o empresas locales con alto potencial de crecimiento.....	115
Capítulo 5 Políticas públicas orientadas a promover la demanda de productos y servicios innovadores.....		118
	Aspectos clave para las políticas	121
A.	Promoción de una cultura innovadora	122
B.	Colombia Compra Eficiente	123
C.	Compra pública en Medellín.....	123
D.	La corrupción como barrera a la compra pública innovadora	126
E.	Plan Vive Digital	126
F.	Tratados de Libre Comercio	127
	Análisis DAFO	127
	Recomendaciones	127
i.	Un nuevo programa de compra pública innovadora para Medellín.....	128

ii.	Otras recomendaciones para las políticas de innovación orientadas a la demanda	132
Capítulo 6 Estrategias de atracción de inversiones intensivas en CTI		138
	Análisis DAFO	143
	Recomendaciones	145
i.	Fortalecer y brindar asesoría internacional al Proyecto de Distrito de Innovación “Medellinnovation”	145
ii.	Profundizar la estrategia de marketing y posicionamiento internacional de Medellín como destino de inversión intensiva en CTI.....	146
iii.	Fortalecer el perfilamiento internacional de ACI, favoreciendo una mayor vinculación con Ruta N para la atracción de inversiones intensivas en CTI.....	147
iv.	Despliegue de un plan para atraer, gestionar y retener talento empresarial y emprendedor.....	148
v.	Atracción de capacidades internacionales de excelencia en CTI de naturaleza corporativa	149
vi.	Liderazgo a nivel de ciudades latinoamericanas en desarrollo urbano y calidad de vida.....	150

Anexos

ANEXO A – Modelos de Aprendizaje

1. Programa de formación profesional dual, Alemania
2. Programas de Centros de Excelencia en Investigación, Singapur
3. Incentivos fiscales para la innovación empresarial y nuevos negocios: El caso JEI, empresas jóvenes innovadoras en Francia
4. Consorcios Tecnológicos Empresariales (CTE) en Chile
5. Fondos Mixtos (FOMIX): fomento a la inversión científica y tecnológica en México
6. Programa de compra pública innovadora en Flandes, Bélgica
7. Centros Corporativos de Excelencia Internacional, Chile

ANEXO B – Plan de Acción

AGRADECIMIENTOS

El presente informe “Promoviendo el desarrollo de Sistemas de Innovación: el caso de Medellín y Colombia” ha sido elaborado por el Centro LEED para el Desarrollo Local de la Organización para la Cooperación y el Desarrollo Económico (OCDE) en Trento, Italia, en estrecha colaboración con Ruta N, la Agencia para la Innovación de la Ciudad de Medellín, Colombia. Los trabajos de realización de este proyecto fueron dirigidos por Alessandra Proto, Analista de Políticas, bajo la supervisión de Stefano Barbieri, Jefe del Centro OCDE LEED de Trento. Este informe fue redactado, en orden alfabético, por José Guimón, Claudio Maggi y Paolo Rosso.

El Centro OCDE LEED para el Desarrollo Local manifiesta su especial agradecimiento al grupo de trabajo de la Universidad EAFIT, liderado por el Profesor Mario Vargas Sáenz, por el fundamental trabajo de recolección de datos a través del cuestionario aplicado y las entrevistas realizadas a diversos actores locales y nacionales, así como por la redacción del reporte de diagnóstico local.

Se recibieron valiosos comentarios de un Consejo Consultivo conformado específicamente para la realización de este proyecto e integrado, en orden alfabético, por Rafael Aubad López, Vicepresidente de Proantioquia; Jaime Echeverri Chavarriaga, Vicepresidente de Planeación y Desarrollo de la Cámara de Comercio de Medellín; Aníbal Gaviria Correa, Representante de la Alcaldía de Medellín; Juan José Mejía Cañas, Gerente General de Ilimitada; Anna Molero, Miembro fundador de Global Competitiveness Consulting y anteriormente Directora General de Barcelona Activa; Juan David Pérez Ortiz, Gerente Seccional de Antioquia, Asociación Nacional de Empresarios de Colombia, ANDI; Sandra Marcela Porras, Directora de Plataformas de Innovación de Ruta N; y Pbro. Jorge Iván Ramírez Aguirre, Vicerrector Académico de la Universidad Pontificia Bolivariana, UPB.

Un agradecimiento especial a Felipe Hoyos Vieira, Vicealcalde de CTi, Desarrollo Económico, Internacionalización y APP de la Alcaldía de Medellín para las indispensables informaciones brindadas durante el trabajo de campo, la relectura del borrador y las importantes aportaciones a su contenidos.

Un agradecimiento particular por la colaboración es destinado a Juan Camilo Quintero Medina, Director General de Ruta N, así como a Elkin Echeverri García, Director del Plan CTI de Ruta N, y a todo el equipo de trabajo de Ruta N por el apoyo y el interés mostrados durante la realización del estudio. Una mención especial es dirigida también a Jorge Ignacio Suárez, Profesional del Plan CTI de Ruta N, y David Alejandro Escobar Arango, Consultor y Asesor independiente, por su valiosa aportación al enriquecimiento de este documento.

Fundamental y de primera importancia fueron también la disponibilidad y la colaboración de todos los actores locales que fueron entrevistados durante el proceso de análisis contextual y recolección de datos en Medellín, Colombia. Entre estos destacan los representantes de las siguientes instituciones, en orden alfabético: Agencia de Cooperación e Inversión de Medellín y el área metropolitana, ACI; Alcaldía de Medellín, en particular la Secretaría de Desarrollo Económico; Argos; Bancolombia, S.A.; Centro de Investigación y Desarrollo Tecnológico, CIDET; Concreto; Centro de la Ciencia y la Investigación Farmacéutica, CECIF; Corporación Parque Explora; Corporación Tecnova; Creame Incubadora de Empresas; Escuela de Ingeniería de Antioquia, EIA; Fundación ECSIM; Fundación Proantioquia; Fundación Universitaria Luis Amigó; Grupo de Inversiones Suramericana; Hewlett Packard Colombia;

Hospital Universitario Fundación San Vicente; Innpulsa; Instituto para el Desarrollo de Antioquia, IDEA; Interactuar; ISA Colombia; Masterdent; Metro; New Stetic, S.A.; Nutresa; Parque del Emprendimiento; Parques Manantiales; Politécnico Colombiano; Promotora, Fondo Venture Capital; Sapiencia; Tecnológico de Antioquia; Tratamientos Térmicos SAS; UNE EPM Telecomunicaciones S.A.; Universidad CES; Universidad de Antioquia; Universidad CEIPA de Medellín; y Universidad de Medellín.

Finalmente, agradecemos la participación de los diversos colegas de la OCDE que colaboraron en cada una de las fases de elaboración del proyecto, y en particular a Claudia Zilli y Roberto Chizzali del Centro OCDE LEED de Trento por la contribución durante los trabajos de edición y preparación del reporte final, y de organización de las visitas de estudio realizadas en Medellín.

RESUMEN EJECUTIVO

Medellín ya ha salido del tunel. Ha pasado de ser una ciudad conocida internacionalmente solo por sus altas tasas de criminalidad ligadas al conflicto de los cárteles del narcotráfico, e ignorada por las redes productivas globales, a considerarse en la actualidad un exitoso ejemplo de transformación urbana ligada a la educación, la integración de los barrios más desfavorecidos, y la firme apuesta por la innovación. Con 3,7 millones de habitantes en su área metropolitana, se trata de la segunda mayor ciudad de Colombia tras Bogotá, y es la capital del Departamento de Antioquia. Durante los próximos años, Medellín se encuentra en condiciones de dar un salto cuantitativo y cualitativo en su nuevo modelo de desarrollo basado en la innovación, pero ello dependerá en gran medida de la articulación entre su estrategia de desarrollo local y políticas de innovación concertadas y eficientes.

Medellín destaca en el contexto latinoamericano por su firme apuesta por la ciencia, tecnología e innovación (CTI) como eje central de su estrategia de desarrollo local. Durante las dos últimas décadas la ciudad ha experimentado una profunda transformación que todavía perdura. Progresivamente su agenda de desarrollo se ha ido orientando más claramente hacia la innovación empresarial como palanca de la competitividad y el crecimiento económico, y se han construido las bases institucionales necesarias para impulsar de forma eficiente esta agenda. En la actualidad Medellín cuenta con un sistema local de innovación eficiente y dinámico, donde destaca el liderazgo de Ruta N, la agencia local de innovación creada en 2009 con el mandato de ejecutar el Plan Estratégico de CTI 2011-2021, cuya ambiciosa visión estratégica apunta a transformar a Medellín en “la capital latinoamericana de la innovación”. No en vano, Medellín obtuvo en 2013 el reconocimiento a la ciudad más innovadora del mundo otorgado por Wall Street Journal, Urban Land Institute y Citi Group.

Este trabajo ha sido elaborado tras la reciente publicación de otro informe más amplio donde se evalúan las políticas nacionales de innovación, en el marco del proceso de adhesión de Colombia a la OCDE¹. El presente informe, elaborado por un equipo de expertos internacionales de la OCDE/LEED, expone los resultados de un diagnóstico de la situación actual del sistema de innovación de Medellín para orientar la agenda futura de las políticas de innovación, proponiendo una batería de recomendaciones y opciones políticas inspiradas en la experiencia internacional. En un momento como el actual donde un creciente número de ciudades y regiones de Latinoamérica comienzan a involucrarse en mayor medida en el diseño y ejecución de sus propias políticas de innovación - en lugar de dejarlas exclusivamente en manos del gobierno central - resulta especialmente oportuno examinar en profundidad el caso de Medellín como modelo de éxito.

Tras un capítulo introductorio donde se describe el contexto nacional y local, el informe se articula en torno a cinco áreas temáticas de importancia destacada para el análisis del sistema de innovación de Medellín: el capital humano, base para cualquier sistema nacional o local de innovación (Capítulo 2); la inversión pública en I+D a través de universidades y centros de investigación y desarrollo tecnológico (Capítulo 3); el fomento a la innovación empresarial y el apoyo a emprendedores (Capítulo 4); las políticas de innovación orientadas a la demanda (Capítulo 5); y la atracción de empresas e instituciones extranjeras intensivas en innovación (Capítulo 6).

Asimismo en el estudio se identifican cuatro ejes estratégicos que resultan fundamentales para el desarrollo futuro del sistema de innovación de Medellín, y que aparecerán reflejados en todos los capítulos:

¹ OCDE (2014). *Estudios de la OCDE de las políticas de innovación: Colombia*. Versión Preliminar. OCDE, París.

- *Gobernanza multinivel.* Es necesario establecer mecanismos eficientes para mejorar la coordinación vertical entre el estado, los departamentos y los municipios, así como la coordinación horizontal entre distintos ministerios y agencias públicas, teniendo en cuenta que la innovación afecta directamente a todos los ámbitos de actuación política.
- *Especialización inteligente.* Es recomendable concentrar los escasos recursos humanos y financieros de ciencia, tecnología e innovación en unas pocas áreas prioritarias claramente articuladas de acuerdo con las fortalezas y ventajas comparativas regionales.
- *Innovación social.* Ante la prevalencia de la pobreza, las desigualdades y la economía informal, es preciso encontrar fórmulas para ligar más claramente el progreso tecnológico con otros objetivos sociales de forma que los resultados de las inversiones en I+D sean más inclusivos.
- *Internacionalización.* Si Medellín aspira a convertirse en un referente internacional por su capacidad innovadora, debe mejorar su inserción en las redes globales de innovación, a través de la colaboración internacional en ciencia y tecnología, y a través de la atracción de empresas, instituciones, financiación y capital humano.

A continuación se presenta un resumen de las principales recomendaciones que se formulan en cada capítulo, seguido de un cuadro con una síntesis del diagnóstico de las principales fortalezas, debilidades, oportunidades y amenazas del sistema de innovación de Medellín.

Capital humano: clave estratégica para el sistema local de CTI

En Medellín, en línea con Colombia, son las universidades las que lideran las actividades de CTI, mientras que el nivel de inversiones del sector privado es bajo. Evidentemente, el desarrollo del capital humano de las empresas es una necesidad prioritaria para revertir esta situación e impulsar la propensión empresarial a invertir en CTI en una perspectiva de mediano y largo plazo.

En años recientes se ha producido en Medellín un importante cambio, donde las instituciones académicas, el gobierno y las empresas, han percibido la necesidad urgente de establecer una plataforma, un ecosistema local favorable a la innovación. En este contexto dinámico y evolutivo el factor capital humano, el desarrollo de capacidades y habilidades, y su mantenimiento en el tiempo con la inclusión de todos los actores implicados, es reconocido como de importancia medular. El resultado de esta visión compartida es que varias instituciones y fuentes de financiación pública han dirigido esfuerzos a sustentar programas, proyectos e iniciativas, para el capital humano en los procesos de innovación.

Pero el sistema de innovación de Medellín presenta un sinnúmero de actores con diversas funciones e incluso en ocasiones con duplicidad de las mismas. Actualmente se observa la confluencia de diferentes apuestas, diferentes discursos y diferentes visiones. Como consecuencia sigue observándose una insuficiente articulación entre los distintos actores, que es particularmente evidente en el caso de las instituciones de educación a los distintos niveles.

Por consiguiente, el desafío estratégico para el desarrollo del capital humano está relacionado con las siguientes premisas:

- La definición de una visión específica de largo alcance, compartida entre los actores relevantes, sobre el capital humano, en la cual se deben enmarcar las acciones de desarrollo y fortalecimiento de las capacidades y habilidades;
- El diseño de las modalidades más eficientes y eficaces de actuar dado el contexto; y

- El fortalecimiento “estructural” de la capacidad de gobernar estos procesos, mejorando la capacidad de articulación interinstitucional de acuerdo con un enfoque de gobernanza multinivel.

Recomendaciones

Las políticas orientadas al desarrollo del capital humano para promocionar la innovación deben contemplar dos perspectivas fundamentales: la generación de capital humano calificado y las políticas activas de inserción laboral. Asimismo, es fundamental establecer una estructura de *gobernanza multi-nivel* eficiente como condición previa para poder emprender acciones coordinadas para el desarrollo del capital humano orientado hacia la innovación en Medellín.

Generación de capital humano calificado

- *Desarrollar un Plan de Acción para el Capital Humano.* Integrar las medidas y las acciones emprendidas para la calificación de las capacidades y las habilidades para CTI bajo una lógica sistémica que considere el capital humano como un tema complejo que requiere una visión integradora.
- *Fortalecer la articulación entre los actores de la oferta de educación.* Empezar acciones orientadas a establecer un sistema de articulación entre los actores locales de la educación, de la formación, del gobierno y de las empresas, para asegurar el establecimiento de acciones sinérgicas concernientes a los factores relacionados con el capital humano hacia la CTI que persistan en el tiempo.
- *Generar capital humano calificado en CTI en todas las empresas.* Desarrollo y fortalecimiento del capital humano, considerando acciones diferenciadas y específicamente diseñadas a la medida para las distintas tipologías de empresas, de sector, nivel tecnológico, propensión hacia la innovación, tamaño.

Políticas activas de inserción laboral

- *Generar demanda para capital humano orientado a la innovación.* Estimular a todas las empresas (no solo aquellas de alto contenido tecnológico, sino el sistema empresarial local en su conjunto) para que consideren la adquisición de recursos humanos calificados hacia la innovación, así como la formación continua de los empresarios, de los empleados, y de la mano de obra, como prioridades permanentes de inversión estratégica.
- *Mejorar la articulación entre oferta y demanda de personal calificado.* Es preciso mejorar la capacidad de detectar las necesidades de las empresas de capital humano calificado, considerando también la demanda implícita y potencial no expresada. Esta demanda tiende a aumentar estimulando las dinámicas innovadoras en las empresas. Asimismo, se requiere orientar la oferta para personal calificado, de manera que corresponda a la demanda emergente.

Intensificación de la inversión en actividades de I+D orientadas al desarrollo socioeconómico de la región

La mejora del sistema de innovación de Medellín requiere mayores esfuerzos para intensificar la inversión en I+D mediante nuevas estrategias políticas para potenciar los grupos de investigación existentes, así como para atraer nuevos proyectos y fuentes de financiación.

En Medellín se observan varias dinámicas estructurales y contingentes que proveen un escenario favorable para la intensificación de la inversión en I+D:

- La creciente conformación de masa crítica en el sistema científico, así como la sofisticación de un complejo entramado institucional integrado por actores tanto públicos como privados;
- La coordinación de voluntades políticas entre distintos niveles de gobierno - particularmente entre la ciudad de Medellín y la región de Antioquia;
- La percepción esperanzadora asociada a la reciente creación a nivel nacional de un nuevo Sistema de Regalías, en virtud del cual el 10% de los ingresos que obtiene el estado por la explotación de recursos minerales deben destinarse a un nuevo Fondo de Ciencia, Tecnología e Innovación;
- La creciente notoriedad de la ciudad a nivel internacional como líder de desarrollo tecnológico en América Latina.

Sin embargo, el contexto local se caracteriza también por la persistencia de importantes índices de pobreza y desigualdad entre diferentes sectores de la población, así como entre diferentes ciudades de la región de Antioquia; y por la prevalencia de la economía informal y el empleo precario. En particular, un reto que ha cobrado mayor relevancia en años recientes es la desarticulación entre las áreas de investigación prioritarias para la ciudad y las necesidades de la región de Antioquia. Fuera de Medellín, Antioquia es una región eminentemente rural, donde predominan las actividades agrícolas y mineras. Sin embargo, hay pocos grupos de investigación en las universidades de Medellín que muestren interés por estos sectores. Por otra parte, a pesar que hay iniciativas en marcha para apoyar la internacionalización, el sistema de innovación de Medellín es todavía excesivamente cerrado, lo cual constituye una seria debilidad que debería tratar de corregirse en el futuro.

En los últimos años, las universidades radicadas en Medellín se han volcado en el desarrollo de programas de investigación adaptados a las necesidades de la industria local, en colaboración con empresas y agencias públicas. Fruto de esa colaboración universidad-empresa-estado han surgido una gran diversidad de grupos, institutos y centros de investigación orientados a las necesidades de la empresa y cofinanciados por el sector privado. Aunque en Medellín existen algunas ‘islas de excelencia’ en términos de empresas y grupos de investigación universitarios integrados en la economía global, no debe olvidarse que la gran mayoría de las empresas de la región son muy poco innovadoras y productivas. El gran reto es promover una forma de *innovación inclusiva*, que no aumente las desigualdades sociales sino que ofrezca nuevas oportunidades y beneficios económicos para todos los ciudadanos.

Recomendaciones

En primer lugar, como recomendación general, este capítulo se hace eco del principal mensaje contenido en el informe de la OCDE sobre las políticas nacionales de innovación de Colombia: el país debería aumentar sustancialmente su inversión en ciencia y tecnología para facilitar la diversificación de la economía, impulsar el crecimiento económico, y contribuir a afrontar los grandes retos sociales. Más allá de esta recomendación genérica, se profundiza sobre las siguientes recomendaciones específicas:

- Fortalecer los grupos de investigación existentes y favorecer la consolidación de centros de excelencia para alcanzar masa crítica, introduciendo criterios de evaluación objetivos y transparentes, a través del lanzamiento de un nuevo programa de Centros de Excelencia nacional dotado con recursos sustanciales y con un diseño más acorde con las necesidades actuales del sistema. Este programa nacional podría complementarse con un programa de centros de excelencia local desde Medellín, orientado a las tecnologías y sectores que se definan tras la elaboración de un plan de especialización inteligente.

- Fomentar la innovación social y estrechar los vínculos entre la agenda de investigación de Medellín y las necesidades de la región de Antioquia, consolidando la estrecha coordinación existente entre la Alcaldía y la Gobernación del Departamento.
- Mejorar la coordinación multinivel, en particular en lo relativo al nuevo fondo de regalías, con el objetivo de aprovechar sinergias, evitar duplicidades y atraer más fondos de I+D a Medellín.
- Fomentar la internacionalización del sistema regional de innovación y atraer fondos, investigadores, y proyectos de investigación internacionales.

Fomento a la innovación empresarial, apoyo a emprendedores y participación de actores estratégicos en actividades de CTI

A pesar del buen desempeño de la economía colombiana durante la última década en términos de crecimiento económico, dinamismo exportador y avances en materia social, subsiste un evidente rezago en el desempeño innovador del país, con un sector empresarial y emprendedor que ejerce un rol más bien periférico en el sistema. Se precisa revertir esta condición y es una necesidad estratégica situar al sector empresarial en el centro del sistema de innovación.

Medellín cuenta con una creciente masa crítica de actores institucionales, que la posicionan muy favorablemente en términos de densidad de su sistema local de innovación en comparación con otras metrópolis de Colombia y América Latina. La ciudad es sede de al menos ocho grupos o conglomerados empresariales, con compañías capaces de crecer constantemente a tasas importantes, con reconocido liderazgo en el país e importante potencial exportador. Durante la última década, el segmento local de grandes empresas ha aumentado notablemente sus actividades de I+D en la ciudad.

En años recientes se han desplegado diversas iniciativas para promover el surgimiento de nuevas empresas de base tecnológica. Cabe destacar que Medellín ha desarrollado iniciativas pioneras para Colombia en esta materia como Inn CeleR de CREAME, Cultura E o Parque E, entre otros. En la actualidad existe un número creciente de proveedores de *capital inteligente* (fondos de capital semilla y de riesgo) y servicios no financieros que han hecho de Medellín probablemente el ecosistema urbano más importante de Colombia para el emprendimiento dinámico, que ya alcanza reconocimiento a escala latinoamericana.

Sin embargo, al examinar el desempeño de la oferta de financiamiento para proyectos empresariales de CTI en Medellín, se constata una débil articulación entre las instituciones responsables, con cierta tendencia a la duplicación y fragmentación de esfuerzos. Diferentes instituciones públicas conducen y gestionan un amplio número de instrumentos y convocatorias no exentas de problemas de diseño, implementación y coordinación.

Recomendaciones

En el ámbito del *fortalecimiento de capacidades y condiciones de entorno* para la inversión empresarial en CTI se propone:

- Impulsar una estrategia de especialización inteligente en torno a ámbitos de negocio e industrias que representan una oportunidad de posicionamiento de las empresas locales en mercados globales.
- Mejorar el entorno para nuevos emprendimientos de base tecnológica y alta intensidad innovadora.

Con el fin de *estimular directamente la demanda de innovación empresarial* se proponen las siguientes recomendaciones:

- Implementar un programa regular de cofinanciamiento de proyectos de innovación postulados por PYMEs y organizaciones sociales locales.
- Promover y apoyar programas de desarrollo de proveedores locales altamente innovadores y, en paralelo, identificar y desplegar iniciativas de difusión tecnológica habilitante para PYMEs, a partir de los estándares y requerimientos de empresas multilatinas y globales establecidas en Medellín.

Finalmente, con el objeto de *favorecer la articulación entre la oferta y demanda de innovación*, se proponen otras dos recomendaciones:

- Promover la conformación y operación de Programas Tecnológicos de Triple Hélice que cofinancien hojas de ruta con participación colaborativa de Universidades, Centros de I+D y empresas, inspirados en los Centros de Competencia (“*Competence Centres*”) utilizados desde los años noventa en países europeos.
- Implementar Fondos de Fideicomiso multinivel (“Fondos mixtos”), para financiar inversiones habilitantes y esfuerzos de I+D+i conjuntos entre universidades y centros de investigación y desarrollo tecnológico con empresas.
- Establecer y difundir plataformas y canales que faciliten el encuentro entre la oferta de capital inteligente establecida en Medellín y emprendimientos o empresas locales con alto potencial de crecimiento.

Políticas públicas orientadas a promover la demanda de productos y servicios innovadores

Las políticas de innovación orientadas a la demanda pueden articularse a través de distintos instrumentos políticos, entre los que destacan la compra pública de productos y servicios innovadores; la adopción de nuevas regulaciones y estándares que promuevan la innovación empresarial; la oferta de incentivos fiscales y subvenciones al consumo de productos y servicios innovadores; y la promoción de una cultura innovadora en la sociedad. La coyuntura actual y el aumento de los fondos públicos disponibles para impulsar la innovación abren nuevas ventanas de oportunidad para la articulación de políticas públicas orientadas a promover la demanda de innovación en Medellín.

Las políticas de innovación orientadas a la demanda pueden tener una contribución muy relevante en el progreso hacia los cuatro ejes estratégicos planteados al orientar más claramente las trayectorias tecnológicas de Medellín hacia la *innovación social*, así como hacia una serie de tecnológicas transversales que se definan como prioritarias en el contexto de una nueva estrategia de *especialización inteligente*; al requerir una adecuada *gobernanza multinivel*, entre la administración local, regional y nacional; y, finalmente, al ligar las políticas de demanda hacia la *internacionalización*, especialmente a la luz de los Tratados de Libre Comercio.

Recomendaciones

- La recomendación principal consiste en *desarrollar un nuevo programa de compra pública innovadora* que contribuya a lograr una mayor articulación entre las políticas de innovación y las necesidades sociales. Para ello se recomienda:
 - Establecer en el seno de Ruta N un grupo de trabajo y una persona responsable de establecer el sistema y desarrollar una guía de referencia, actuando en estrecha

coordinación con la Subsecretaría de Adquisiciones y Desempeño Contractual de la Alcaldía de Medellín;

- Implementar un plan de concienciación, formación y capacitación orientado tanto a la administración pública como a las empresas contratistas actuales y potenciales.

- *Otras recomendaciones:*

- Explorar áreas donde las regulaciones municipales puedan influir sobre la demanda privada de productos y servicios innovadores;
- Desarrollar programas para dirigir industrias concretas hacia las necesidades de los mercados;
- Plantear nuevas iniciativas para la promoción de las tecnologías verdes;
- Asegurar que las empresas participen en y se beneficien de los programas de gobierno en línea;
- Crear programas de apoyo a las empresas para que puedan beneficiarse de los nuevos Tratados de Libre Comercio;
- Impulsar el desarrollo de plataformas y programas de educación a distancia (e-learning) desde las universidades con sede en Medellín;
- Integrar mejor la plataforma de retos ciudad de Ruta N con procesos de licitación pública para que el resultado no se quede solo en ideas y prototipos sino que se lleve a la práctica;
- Fomentar la compra pública orientada a la modernización del sistema público de salud;
- Estudiar la posibilidad de crear nuevos incentivos tributarios para empresas que compren productos innovadores, bienes de equipo, o servicios tecnológicos.

Estrategias de atracción de inversiones intensivas en CTI

Los logros recientes han mejorado sustancialmente el posicionamiento de Medellín en el contexto nacional y latinoamericano como polo de atracción de inversiones intensivas en CTI, tanto empresariales como institucionales. Una de las iniciativas más singulares y de mayor relevancia que se han llevado a cabo en este ámbito es el desarrollo del proyecto *Medellinnovation*, que consiste en el desarrollo de un nuevo distrito en el norte de la ciudad que ofrece a las empresas y centros de investigación que se localicen en su seno una serie de incentivos fiscales y financieros, así como servicios de apoyo y la promesa de un entorno inmejorable para el desarrollo de proyectos innovadores. Ruta N, desde sus inicios, ha incorporado como eje estratégico de acción la atracción de empresas innovadoras y de base tecnológica a Medellín, en particular a través del llamado programa de *Landing*. A través de estas y otras iniciativas, hasta ahora se han logrado atraer dos empresas globales de alta tecnología como Hewlett Packard y Kimberly Clark, así como otros centros de I+D e inversiones empresariales intensivas en innovación de menor calibre aunque igualmente significativas.

Medellín cuenta actualmente con las condiciones necesarias para sacar mayor partido al proceso de atracción de capitales extranjeros orientados al desarrollo de actividades de innovación. La ciudad ofrece una base empresarial local consolidada; una mirada estratégica de desarrollo productivo consensuada entre las entidades líderes del sector público y privado alrededor de una selectividad estratégica en torno a sectores prometedores intensivos en CTI; una base de universidades y centros de I+D con plataformas de vinculación tecnológica; y una amplia oferta de servicios financieros y no financieros a las empresas.

Sin embargo las empresas con capacidad innovadora tanto locales como externas establecidas en Medellín reconocen que la disponibilidad de capital humano avanzado, especialidades tecnológicas de nivel sofisticado y bilingüismo, es acotada y la ciudad no presenta ventajas relativas superlativas de localización ni conectividad física, en términos de cercanía y accesibilidad a puertos y aeropuertos, en comparación con otras ciudades como San José o Ciudad de Panamá, y a nivel nacional con la capital Bogotá o Barranquilla. Esta condición necesariamente obliga a desarrollar otros atributos del sistema local de innovación.

Recomendaciones

Los notables progresos de Medellín en años recientes, en términos de visibilidad y reputación internacional, como un destino aventajado para inversiones y emprendimientos intensivos en CTI, deben sostenerse y sofisticarse en el futuro, mediante una estrategia focalizada cuyo objetivo principal debería ser incrementar el flujo de negocios innovadores que deciden establecer bases en la ciudad.

Las siguientes recomendaciones corresponden a componentes que se propone incluir en dicha estrategia:

- *Fortalecer y brindar asesoría internacional al Proyecto de Distrito de Innovación “Medellinnovation”, integrando en su gestión y promoción la experiencia de regiones europeas que han implementado exitosamente proyectos de parques o distritos tecnológicos e innovadores.*
- *Profundizar la estrategia de marketing y posicionamiento internacional de Medellín como destino de inversión intensiva en CTI.* A raíz de los avances y éxitos alcanzados los actores relevantes locales deberán abordar una nueva fase que reconozca y difunda muy activamente estos resultados, con definición de mercados clave (por ejemplo, las Costas Oeste y Este de Estados Unidos, Asia Pacífico, España, Brasil y Cono Sur, entre otros posibles) en función de su potencialidad para explorar alianzas comerciales, partenariados y posibles oportunidades de inversión directa.
- *Fortalecer el perfil internacional de la Agencia de Cooperación e Inversión de Medellín (ACI), favoreciendo una mayor vinculación con Ruta N para la atracción de inversiones intensivas en CTI.* Medellín posee todas las características y atributos para posicionarse como un polo de atracción de inversiones intensivas en CTI; una estrategia en este sentido requiere una estrecha colaboración entre Ruta N y ACI, cuyas capacidades y funciones son perfectamente complementarias.
- *Desplegar un plan para atraer, gestionar y retener talento empresarial y emprendedor.* La conformación de un ecosistema de apoyo al emprendimiento innovador posibilita la generación de un efecto imán para atraer talento emprendedor desde otras regiones de Colombia y países vecinos hacia Medellín; con esta base se recomienda instaurar, por parte de Ruta N en alianza con la ACI, un programa de alcance internacional para la gestión y reclutamiento de recursos humanos, coordinado con las políticas corporativas que en esta materia establezcan las empresas multilatinas y multinacionales ya establecidas en la ciudad.
- *Atraer capacidades internacionales de excelencia en CTI de naturaleza corporativa.* La creciente presencia en Medellín de una masa crítica de corporaciones multinacionales y multilatinas con capacidades propias y redes relevantes en CTI, abre la posibilidad de incentivar apuestas de mayor envergadura; cofinanciando el establecimiento de capacidades incrementales, así como el desarrollo de planes de I+D a mediano plazo.
- *Reforzar posición de liderazgo a nivel de ciudades latinoamericanas en desarrollo urbano y calidad de vida.* Medellín se sitúa como la 13^a ciudad más atractiva para establecer

inversiones de un total de 48 metrópolis de América Latina y el Caribe². El posicionamiento internacional de Medellín requiere una contrapartida en términos de acción local “hacia adentro”, es decir, de mejora y monitoreo permanente de aquellos aspectos del ambiente local de negocios e innovación, en los se detectan las mayores debilidades. Todo ello requiere conformar una estrategia ambiciosa de desarrollo urbano, que ya ha sido reconocida ampliamente durante la realización, en abril de 2014, del VII World Urban Forum en la ciudad, y sobre la cual la ciudad pueda proyectar su liderazgo en esta materia en la región latinoamericana.

² Fuente: U. del Rosario e IdN (2013). *Ranking de ciudades latinoamericanas para la atracción de inversiones. Informe oficial*. Bogotá, Colombia.

Fortalezas, Debilidades, Oportunidades y Amenazas del sistema de innovación de Medellín

FORTALEZAS	OPORTUNIDADES
Capital Humano	
<ul style="list-style-type: none">- Sistema consolidado de instituciones de educación, capacitación e investigación que aportan recursos humanos calificados en CTI.- Presencia de empresas líderes de alto contenido de innovación que estimulan el sistema local de oferta formativa, sobre todo terciaria y avanzada.	<ul style="list-style-type: none">- Inserción del “sistema Medellín” en el contexto de la globalización de los sistemas de CTI y consiguiente potencial de fortalecer el capital humano.- Disponibilidad de recursos: i. para el fortalecimiento de la oferta de capacidades, habilidades y talentos en CTI; ii. para el impulso a la demanda de empleo calificado.
Inversión pública en I+D	
<ul style="list-style-type: none">- Presencia de algunas de las principales universidades y centros públicos de investigación del país.- Mejoras recientes en la articulación del sistema regional de innovación.	<ul style="list-style-type: none">- Capacidad de absorber más recursos de los nuevos programas nacionales de apoyo a la investigación.- Persistencia en la apuesta por la innovación social.
Fomento a la innovación empresarial	
<ul style="list-style-type: none">- Existencia de un segmento de empresas de mayor tamaño relativo y presencia internacional, con demanda significativa por innovación.- Rol de Ruta N como entidad articuladora principal del Plan CTI, pilar de gobernanza, animador y orquestador estratégico del sistema local de CTI.	<ul style="list-style-type: none">- Estrategia de especialización inteligente orientada a captar oportunidades de mercado globales, basada en el programa Medellín Ciudad Clúster.- Conformación reciente de una oferta significativa de fondos de inversión privados y mixtos, orientados a capitalizar emprendimientos innovadores.- Base amplia de PYMEs hacia las cuales irradiar progresivamente prácticas innovadoras.
Políticas de innovación orientadas a la demanda	
<ul style="list-style-type: none">- Esfuerzos recientes de promoción de una cultura innovadora.- Éxito de la transformación urbana de Medellín durante la última década.- Participación de empresas y sociedad civil en concursos de soluciones innovadoras.	<ul style="list-style-type: none">- Ambiciosos proyectos de inversión pública durante los próximos años para mejorar la ciudad y hacerla más innovadora.- Mayor apertura al comercio internacional en el marco de los nuevos tratados de libre comercio.
Atracción de empresas e instituciones extranjeras	
<ul style="list-style-type: none">- Proyecto insignia distrito “Medellinnovation”.- Existencia de una oferta de incentivos diferenciada para la localización de empresas dinámicas e intensivas en CTI.- Cartera relevante de casos de éxito en materia de localización de empresas multinacionales en la ciudad.	<ul style="list-style-type: none">- Progresos y reconocimiento alcanzado por Medellín en su posicionamiento internacional, frente a decisiones de localización de empresas globales.- Consolidación reciente de una oferta local de capital inteligente para el financiamiento de empresas jóvenes, lo que refuerza la posibilidad de atraer start-ups externas intensivas en CTI.- Reputación creciente de Medellín como ciudad líder regional en materias de innovación social y desarrollo urbano.

DEBILIDADES	AMENAZAS
Capital Humano	
<ul style="list-style-type: none"> - Débil articulación entre las distintas instituciones formativas locales y entre estas y el mercado laboral. - La gobernanza multinivel que debería respaldar el sistema de innovación local no logra concretarse en mecanismos efectivos. - Brecha entre las empresas de punta – multinacionales o “multilaterales” - y la mayoría de las firmas - MIPYMEs - presentes en Medellín. - Limitada circulación de recursos humanos entre los actores de la triple hélice y débil efecto derrame. 	<ul style="list-style-type: none"> - Prevalencia de una dinámica “centrífuga” y de competencia disruptiva entre los actores locales implicados en la generación, fortalecimiento y aprovechamiento del “capital humano”. - Desarticulación institucional que favorece una actitud orientada al “corto plazo” debilitando las acciones de mayor envergadura orientadas al desarrollo, fortalecimiento y consolidación estructurales del capital humano para el sistema CTI local.
Inversión pública en I+D	
<ul style="list-style-type: none"> - Insuficiencia de masa crítica y fragmentación de los esfuerzos de investigación. - Desarticulación entre las áreas de investigación prioritarias de Medellín y las necesidades de la región de Antioquia. - Limitada internacionalización del sistema regional de innovación. 	<ul style="list-style-type: none"> - Riesgo de descuidar la investigación básica. - Los retornos económicos y sociales de la I+D requieren tiempo y continuidad.
Fomento a la innovación empresarial	
<ul style="list-style-type: none"> - Desarticulación y limitado alcance actual de instrumentos públicos ofrecidos desde el nivel nacional para la inversión empresarial en CTI. - Limitado alcance de espacios actuales de colaboración entre grupos de investigación y el sector empresarial. - Restricciones legales para spin-off de investigadores del sector público. - Número significativo de micro y pequeños negocios que operan informalmente, con baja productividad y alta precariedad laboral. 	<ul style="list-style-type: none"> - Insuficiente flujo (deal flow) de nuevos emprendimientos dinámicos con alto potencial de desarrollo; con relación a la actual oferta de capital riesgo. - Riesgo de no ampliar suficientemente, ni con la velocidad requerida, el universo de empresas locales con capacidad sistemática de innovación, a fin de reducir los actuales rezagos y brechas intrasectoriales de productividad.
Políticas de innovación orientadas a la demanda	
<ul style="list-style-type: none"> - Ausencia de un marco normativo claro para la compra pública innovadora. - Limitado uso de las regulaciones y estándares como instrumentos para fomentar la innovación. 	<ul style="list-style-type: none"> - Los problemas de corrupción pueden obstaculizar el desarrollo de un nuevo programa de compra pública innovadora. - La gran mayoría de empresas de Medellín carecen de las capacidades tecnológicas necesarias para sacar el máximo partido de las políticas de innovación de demanda.
Atracción de empresas e instituciones extranjeras	
<ul style="list-style-type: none"> - Desempeño de la ciudad en términos de facilidad para hacer negocios. - Limitantes y desajustes en la oferta local de capital humano avanzado y fuerza de trabajo competente. 	<ul style="list-style-type: none"> - Irrupción de ciudades competidoras en Colombia y países vecinos como destinos preferentes en I+D, a partir de ventajas logísticas y fortalecimiento de otros atributos (Panamá, San José, Barranquilla, Bogotá, entre otras). - Riesgo futuro de crecimiento urbano excesivo y descontrolado, que generaría diseconomías de escala y pérdida de calidad de vida.

PRÓLOGO

Las políticas de promoción de la innovación deben tomar en cuenta los rápidos cambios observados en la economía mundial y la constante transformación de los procesos de innovación. Para transformar de manera exitosa la invención en innovación se requiere llevar a cabo una serie de actividades complementarias, incluyendo cambios organizacionales, formación a nivel de empresa, pruebas de ejecución, marketing y diseño, entre otras. Hoy en día la innovación abarca mucho más que la investigación y el desarrollo (I+D), aún cuando la I+D sigue siendo de vital importancia. La innovación rara vez se produce de forma aislada; generalmente es un proceso altamente interactivo de colaboración a través de una creciente y diversa red de actores, instituciones e individuos. Además, la continua aparición de nuevos e importantes protagonistas se suma al ya de por sí complejo y multifacético panorama internacional de la innovación.

El contexto actual ha intensificado las tendencias que ya se estaban desarrollando con anterioridad, y precisamente por ello las políticas de innovación necesitan ser adecuadas, coherentes e incluyentes. Más que nunca, la recuperación del crecimiento y la competitividad son los principales objetivos de las políticas de innovación. Dichas políticas deben abordar los retos sociales y ambientales que igualmente están aumentando tanto en magnitud como en importancia. De esta manera, es necesario repensar y recrear las políticas de innovación con el fin de ir más allá de las políticas centradas en la oferta de I+D y otras tecnologías específicas, hacia un enfoque más sistémico que tome en cuenta los diversos actores y factores que influyen en el desarrollo de la innovación, y que a su vez incluya también las políticas orientadas a la demanda de la misma. Así, el objetivo de las políticas no deberá ser la innovación como tal, sino su aplicación a mejorar la vida de los individuos y de la sociedad en general.

Este estudio se desarrolló a partir de una solicitud expresa por parte de las autoridades de la ciudad de Medellín en Colombia, a través de la Agencia Ruta N, y se llevó a cabo en el Centro OCDE LEED para el Desarrollo Local de Trento, Italia. El objetivo del mismo ha sido el de realizar un diagnóstico de la situación actual del sistema de innovación de Medellín para orientar la agenda futura de las políticas de ciencia, tecnología e innovación, ofreciendo una serie de recomendaciones y opciones políticas inspiradas en la experiencia internacional.

Más específicamente, el informe se encarga de:

- Proporcionar una evaluación independiente y comparativa de los resultados globales del sistema de innovación de la ciudad de Medellín;
- Identificar aquellos aspectos en los que se pueden realizar mejoras en el sistema; y
- Formular recomendaciones sobre cómo las políticas gubernamentales pueden contribuir a estas mejoras, aprovechando la experiencia de otros países de la OCDE y las evidencias surgidas a partir de la implementación de otros procesos, sistemas y políticas públicas de innovación.

El documento final se articula en torno a seis capítulos. El **Capítulo 1** brinda una breve introducción al contexto local, en particular al sistema de innovación de Medellín, y define las cuatro orientaciones estratégicas que deberán guiar el desarrollo del mismo. El **Capítulo 2** se

centra en el capital humano, que constituye la base fundamental sobre la cual construir cualquier sistema nacional o regional de innovación. A continuación, el **Capítulo 3** analiza la inversión pública en I+D a través de universidades y centros de investigación y desarrollo tecnológico; mientras que el **Capítulo 4** pone el énfasis en la innovación empresarial y los emprendedores. En el **Capítulo 5** se abordan las políticas de innovación orientadas a la demanda, con especial atención a la compra pública como instrumento para promover la innovación. Finalmente, el **Capítulo 6** se centra en la atracción de empresas e instituciones extranjeras intensivas en innovación.

En anexo complementa el documento una selección de casos emblemáticos traídos desde las experiencias internacionales representados como modelos de aprendizajes seleccionados y fuente de inspiración para el desarrollo de la política de innovación en Medellín. Asimismo se propone un Plan de Acción para orientar la ejecución de actividades que concreten los lineamientos propuestos en las recomendaciones del presente estudio.

Este estudio está destinado a ser de particular relevancia para una amplia gama de actores tanto nacionales como internacionales interesados en lo que sucede en Colombia y particularmente en la ciudad de Medellín; incluidos funcionarios gubernamentales, empresarios e investigadores, así como el público en general. También tiene como objetivo el hacer uso de los medios de difusión de la OCDE como una plataforma de comunicación para proporcionar una presentación accesible e integral del sistema de innovación de Medellín a una audiencia global.

En términos específicos, el estudio se basa principalmente en las observaciones, discusiones y recomendaciones, obtenidas y desarrolladas a través de un proceso de *peer review* (revisión por pares) realizado por el Centro OCDE LEED para el Desarrollo Local en colaboración con diversos actores locales.

El informe final tomó como insumos principales las respuestas de las autoridades colombianas a un cuestionario desarrollado por la OCDE que fue aplicado al inicio del proceso de investigación, así como los resultados de una extensa serie de entrevistas realizadas a los principales actores del sistema local de innovación durante dos visitas de estudio efectuadas por parte de un grupo internacional de expertos de la OCDE en Medellín, Colombia.

Los puntos clave de la metodología aplicada se describen brevemente a continuación:

i. Recolección de datos relevantes a través de la aplicación de un cuestionario previamente desarrollado por la OCDE

El equipo local, liderado por el Profesor Mario Vargas de la Universidad EAFIT Social Campus Llanogrande, se encargó de aplicar un cuestionario de política de la OCDE a las principales autoridades de Colombia y de Medellín involucradas en el sistema local de innovación de ésta última. La recolección de las respuestas y los datos obtenidos a partir de las distintas secciones del cuestionario se utilizaron para la preparación tanto del reporte de diagnóstico local como posteriormente del informe final.

ii. Informe de diagnóstico local

El informe de diagnóstico elaborado igualmente por el equipo local de expertos de la Universidad EAFIT Social Campus Llanogrande ofrece un análisis inicial de los elementos clave del sistema de innovación de la ciudad de Medellín; a través de una descripción analítico-esquemática de las características y los elementos más importantes del mismo (incluyendo un análisis DAFO), así como de los principales problemas socio-económicos y políticos que atañen al contexto más amplio en el que se encuentra.

ii. Las visitas de estudio del grupo internacional de expertos

La Dirección del Centro OCDE LEED dirigió un panel internacional de expertos en dos evaluaciones externas de una semana cada una en Medellín. La primera se realizó del 4 al 8 de noviembre de 2013, y la segunda del 24 al 28 de marzo de 2014. Durante dichas visitas de estudio, el Director del Centro OCDE LEED y los expertos internacionales entrevistaron a diversos responsables políticos tanto locales como regionales y nacionales, así como también a otros actores importantes para el sistema de innovación de Medellín. De esta manera, se abordaron una amplia gama de temas y se recopilaron diversas consideraciones y puntos de vista sobre el desarrollo del sistema en la región, y sobre las políticas ya existentes para la promoción y fortalecimiento del mismo. Adicionalmente, la segunda visita sirvió para presentar y validar un borrador inicial con conclusiones y recomendaciones preliminares.

iii. Informe final

La Dirección del Centro OCDE LEED para el Desarrollo Local de Trento elaboró el presente informe final sobre la base de las respuestas al cuestionario de política aplicado, los resultados del reporte de diagnóstico local, y las visitas de estudio realizadas por el grupo internacional de expertos. La estructura del informe contiene tanto un profundo análisis del sistema de innovación de Medellín como una serie de recomendaciones para elaborar e implementar políticas públicas concretas a nivel local en coordinación con otros niveles de gobierno; acompañadas de buenas prácticas internacionales y modelos de aprendizaje que ilustran cómo otras regiones en el mundo se han ocupado del tema y de problemáticas similares. Los casos internacionales son particularmente útiles como soporte y sustento de las recomendaciones de políticas públicas que se sugieren en el informe.

CAPÍTULO 1

EL CONTEXTO

Con una población de alrededor de 46,5 millones de habitantes, Colombia es el tercer país más poblado de Latinoamérica después de Brasil y México. En 2012 era la cuarta economía más grande de la región detrás de Brasil, México y Argentina, con un PIB de 369,6 billones de dólares corrientes según el Banco Mundial; si bien las últimas estimaciones indican que el tamaño de la economía colombiana ha superado a aquella argentina, convirtiéndose en la tercera de la región. A pesar de los importantes avances logrados en la última década, la renta per cápita de Colombia todavía es baja en comparación con otros países de la región, las desigualdades sociales siguen siendo extremas, y la pobreza persiste en grandes capas de la población. Actualmente Colombia se encuentra en proceso de adhesión a la OCDE, lo cual representa una excelente oportunidad para revisar sus políticas públicas en aras de impulsar el crecimiento económico y mejorar la calidad de vida de sus ciudadanos.

Durante los últimos años se ha producido un cambio estructural en la economía colombiana, con una progresiva contracción de la producción manufacturera acompañada por un fuerte aumento del peso del sector minero (incluido el petróleo). Ese mayor peso del sector minero se explica por un fuerte aumento de las exportaciones, las entradas de capital extranjero, y los precios de las materias primas. Aunque indudablemente ha contribuido al crecimiento económico, este cambio estructural genera dudas sobre la sostenibilidad del modelo económico colombiano y sobre su competitividad internacional, además de representar un posible obstáculo en el progreso hacia un crecimiento más inclusivo debido a la baja intensidad del empleo directo en el sector de los minerales. Adicionalmente, la tendencia a la apreciación de la moneda que acompaña al fuerte aumento de la exportación de minerales supone un riesgo para la competitividad futura de otras industrias y servicios comerciables.

Ante este contexto, la innovación está cobrando una mayor relevancia como vía para aumentar la productividad en las actividades económicas actuales, así como para impulsar una progresiva diversificación de la economía hacia nuevas actividades de alto valor añadido, más intensivas en conocimiento. La innovación es fundamental, por una parte, para sustentar la generación de empleo y de ingresos en una población urbana en constante crecimiento y, por otra, para mejorar la calidad y ampliar la gama de productos agrícolas producidos en entornos rurales, de forma que se alcancen las expectativas de mejora de los medios de vida rurales tras el tan esperado cese del conflicto ligado al narcotráfico y la inseguridad en el campo. La innovación también puede verse como una vía para lograr un crecimiento económico más inclusivo y medioambientalmente sostenible (OCDE, 2010).

Sin embargo, Colombia se encuentra sustancialmente rezagada en materia de ciencia, tecnología e innovación (CTI), no solo frente a los países de la OCDE sino también en relación a otros países de la región. En efecto, durante la última década el gasto total en I+D se ha situado siempre por debajo del 0,2% del PIB, lo cual representa alrededor de una cuarta parte del promedio de Latinoamérica (OCDE, 2014). De acuerdo con los últimos datos disponibles (OCyT, 2013), el gasto en I+D alcanzó en 2012 un 0,17% del PIB, mostrando una leve caída con respecto al año anterior, y confirmando una tendencia sin variaciones significativas en este indicador desde 2007. En términos más amplios, el gasto en actividades de CTI representó un 0,45% del PIB, distribuido por tipo de actividad de la siguiente manera: 38,4% corresponde a gasto en I+D; 30,6% a actividades clasificadas como innovación; 15,2% a servicios científicos y tecnológicos; 9,3% a apoyo a la formación científica y tecnológica; y 6,5% a gastos administrativos y de soporte. El rezago es igualmente significativo en lo relativo a producción científica (publicaciones y patentes) o a educación superior (especialmente en términos de

postgrados y doctorados). Por otra parte, las empresas contribuyen con menos de una tercera parte del gasto en I+D total, cifra muy baja en comparativa internacional que pone de manifiesto las limitadas capacidades innovadoras de la mayoría de las empresas colombianas, más allá de un grupo reducido de grandes empresas ‘multilatinas’ que durante los últimos años han acelerado su expansión internacional y han aumentado notablemente su inversión en innovación.

Como es habitual también en otros países, las actividades de I+D en Colombia se encuentran muy concentradas en algunas regiones y en un grupo reducido de universidades, empresas, e institutos públicos de investigación. En concreto, 3 de los 32 Departamentos que componen el país concentran un 76% del gasto total en I+D (OCyT, 2013). El Departamento de Antioquia representa un 27% del total nacional, solo por detrás de Bogotá con un 41%, y dentro de Antioquia prácticamente toda la actividad de I+D se concentra en su ciudad capital Medellín, donde tienen su sede las principales universidades y empresas de la región. En términos de intensidad, durante los últimos años el gasto en I+D de Antioquia se situó en el 0,37% de su PIB; más del doble de la media nacional y superior también al 0,31% de Bogotá.

Situada al noroeste de Colombia, Medellín cuenta con 3,7 millones de habitantes en su área metropolitana, lo que la convierte en la segunda ciudad más poblada del país después de Bogotá. En términos económicos, Medellín representa alrededor de un 10% del producto interior bruto (PIB) colombiano. Históricamente, la ciudad siempre fue un importante polo industrial del país y, tras un largo periodo de crisis, en años recientes ha recuperado su dinamismo empresarial gracias al aumento de la seguridad y la apuesta por la educación, la innovación y la internacionalización.

Aunque el sistema científico y tecnológico de Medellín se encuentra en un estadio más avanzado que el resto del país, persisten serias limitaciones especialmente en lo relativo a la conformación de masa crítica y a la debilidad de los vínculos externos del sistema. No obstante, confluyen una serie de circunstancias que permiten afirmar que éste es el momento idóneo para redoblar la apuesta por la innovación, como la reciente transformación urbana ligada a la reducción de la criminalidad; la obtención del reconocimiento a la ciudad más innovadora del mundo en 2013 otorgado por Wall Street Journal, Urban Land Institute y Citi Group; la celebración en Medellín del VII Foro Urbano Mundial de ONU-Hábitat en 2014; y el fuerte compromiso político e institucional con la innovación, en el que converge el nivel municipal con el regional y el nacional.

Políticas de innovación en Colombia

El Plan Nacional de Desarrollo 2010-2014 supuso un hito importante al reconocer en mayor medida que planes anteriores la importancia de la innovación en la agenda de desarrollo del país y al marcar la ambiciosa meta de lograr una inversión anual en I+D del 0,5% del PIB. Esto requeriría duplicar los niveles de inversión actuales para alcanzar niveles de inversión similares a los observados en países como Chile o México.

La agencia pública Colciencias coordina las políticas de innovación e investigación del país, abarcando las funciones de un Ministerio de Ciencias, Consejo de Investigación y Agencia de Innovación (OCDE, 2014). Colciencias ofrece distintas líneas de financiación para proyectos de I+D y además ha venido prestando una especial atención a la formación de doctores, lo cual ha absorbido en años recientes más del 50% de su presupuesto. Los programas de apoyo a la I+D de Colciencias operan por convocatorias dirigidas principalmente a las universidades, aunque crecientemente se intenta involucrar también a las empresas y favorecer la colaboración de éstas con las universidades en actividades de I+D. Otro actor importante es el Ministerio de Tecnologías de la Información y las Comunicaciones, cuyo programa “*Viva Digital*” pretende impulsar un salto tecnológico a través del uso masivo de internet con el fin de reducir la pobreza y generar empleo. Por otra parte, en lo relativo a la promoción de la innovación empresarial y el

emprendimiento cabe destacar el rol de la agencia pública Innpulsa, que ha ido cobrando una creciente importancia desde su creación en 2011.

La mayor prioridad política otorgada a la CTI en Colombia debe entenderse en el contexto del cambio estructural experimentado por la economía del país durante la última década, a partir de la apertura externa y la consiguiente reasignación de recursos hacia sectores con ventajas comparativas basadas en recursos naturales. La necesidad de impulsar una diversificación de la economía hacia otros sectores con mayor capacidad de construir ventajas competitivas basadas en aportes de conocimiento, innovación y capital humano, ha favorecido el establecimiento en Colombia - así como en otros países de la región como Brasil, Chile y Perú - de nuevos mecanismos de recaudación fiscal conocidos como regalías (o “royalties”), mediante tasas que gravan las rentas de sectores exportadores intensivos en recursos naturales, con participación explícita regional y asignación de al menos una parte de los recursos recaudados a financiar actividades de CTI.

De esta manera, en 2011 se estableció en Colombia el Sistema General de Regalías, que incluye la creación del Fondo de Ciencia, Tecnología e Innovación, con una asignación de un 10% de los ingresos del Sistema. Se estima que este Fondo reportará ingresos por un promedio de USD 500 millones anuales, lo que podría impulsar significativamente la inversión en I+D hacia la meta del 0,5% antes mencionada (Cuervo y López, 2013). En diciembre de 2012 se formalizó la primera asignación de recursos desde el nuevo fondo de regalías, pero no se produjo un aumento efectivo del gasto nacional en I+D ya que los proyectos seleccionados no se ejecutaron ese año. Por lo tanto, habrá que estar atentos a la publicación de los indicadores de CTI correspondientes al año 2013, a finales de 2014, para valorar la magnitud del salto.

Puesto que son los gobiernos regionales quienes reciben los recursos y priorizan los proyectos a financiar, el sistema de regalías ha fomentado la descentralización y favorecido la articulación de estrategias regionales de innovación, pero las regiones más rezagadas no cuentan con las capacidades suficientes para articular proyectos financiables y, por consiguiente, deben aumentar sustancialmente su capacidad de absorción de recursos. Por otra parte, la asignación de los fondos de regalías para CTI se enfrenta al difícil reto de conjugar dos estrategias: la primera orientada a áreas estratégicas nacionales, con un criterio de desempeño y excelencia científica; y la segunda orientada a la financiación de necesidades regionales y a la reducción de brechas (Correa, 2012).

La reciente evaluación de las políticas nacionales de innovación realizada por la OCDE resalta que en la última década Colombia ha intensificado sus esfuerzos en materia de educación e innovación (OCDE, 2014). Pero aunque las condiciones del marco para la innovación han mejorado considerablemente, todavía hay margen para progresar y en este sentido el informe presenta una serie de recomendaciones que aparecen sintetizadas en el Recuadro 1.

Recuadro 1. Recomendaciones de la OCDE para el sistema nacional de innovación

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

- Hasta el momento, las políticas han hecho hincapié en el apoyo a las empresas impulsadas por la ciencia y la investigación, así como a los vínculos entre las universidades y el sector empresarial. Esto es importante, pero el potencial de la innovación no se limita a estas empresas.
- Para fortalecer la innovación en el sector empresarial, su apoyo por parte del sector público debe ser una prioridad y estar dirigido a la construcción de capacidades de innovación internas - inhouse- de las empresas, especialmente a través de la inversión en recursos humanos.

La inversión en recursos humanos para la innovación es clave

- Además de centrarse en doctorados y otras habilidades de alto nivel, se debe prestar más atención a las carreras técnicas profesionales, por ejemplo en áreas como el diseño, la logística y la gerencia.
- La política debe fomentar la movilidad entre empresas y organismos públicos de investigación, facilitar las prácticas de estudiantes en la industria y promover una mayor inversión de las empresas en recursos humanos.

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

- Esto implica el desarrollo de capacidades, incluyendo la formación doctoral del profesorado, la creación y financiación de "centros de excelencia" para construir una masa crítica en la investigación y la enseñanza, y el estímulo a las universidades para desarrollar sus propias estrategias.
- Las políticas deben alimentar la creación de vínculos duraderos entre la universidad y la industria, por ejemplo a través de plataformas de información y la priorización de proyectos de colaboración, así como mediante la financiación de "centros de competencia", más a largo plazo, que reúnan a la industria y al mundo universitario para trabajar en áreas de importancia mutua.
- El gobierno también debe examinar los obstáculos reglamentarios y otro tipo de impedimentos a la colaboración con la industria y la creación de spin-offs, a fin de abordarlos mediante la acción política.
- El sector de institutos de investigación pública se debe modernizar.

Se deben adaptar la gobernanza y la combinación de políticas

- Ante el nuevo sistema de regalías, será importante fortalecer las capacidades de las autoridades sub-nacionales para que puedan definir e implementar proyectos adecuados, mientras se garantiza la coherencia a nivel nacional.
- Para mantener la coherencia del sistema, la financiación proveniente de regalías no debe desplazar las fuentes de financiación existentes para I + D e innovación.
- Una política de innovación eficaz requiere una mejor coordinación entre los distintos sectores del gobierno, así como entre el gobierno central y las regiones. Esto también ayudará a enfrentar los desafíos "horizontales" (tales como los problemas ambientales) que afectan a varios ministerios y sectores de la sociedad.

Fuente: OCDE, Estudios de la OCDE de las políticas de innovación: Colombia. Evaluación general y recomendaciones. (2014, París).

Políticas de innovación en Medellín

Durante las dos últimas décadas Medellín ha experimentado una profunda transformación económica, social y cultural que todavía perdura. La ciudad ha pasado de ser conocida internacionalmente por sus altas tasas de criminalidad, a considerarse un exitoso ejemplo de regeneración y desarrollo urbano basado en la apuesta por la educación, la cultura y la innovación.

Progresivamente las agendas de desarrollo de la ciudad y el departamento se han ido orientando más claramente hacia la innovación empresarial como palanca de la competitividad y el crecimiento económico, y se han construido las bases institucionales necesarias para impulsar de forma eficiente esta agenda. Ya a mediados de la década de 1970, desde el sector privado se creó la Fundación ProAntioquia como un espacio de reflexión sobre las políticas relacionadas con la competitividad empresarial, la innovación, el emprendimiento, la educación y el desarrollo social. En la década de 1990 se creó el Centro de Ciencia y Tecnología de Antioquia (CTA), una entidad público-privada que sigue en funcionamiento y que ha jugado un importante papel en la articulación y ejecución de las estrategias públicas de ciencia, tecnología, innovación y educación. En ese período, un equipo liderado por Michael Porter, Profesor de Harvard, elaboró el informe Monitor Medellín (1994), con el fin de determinar las potencialidades de la ciudad, dando origen a la estrategia de clústeres que se ha mantenido vigente hasta la actualidad

bajo la coordinación de la Cámara de Comercio de Medellín, aunque con cambios propios de su evolución.

Es destacable el fortalecimiento de los vínculos interinstitucionales y la fluidez del dialogo entre todos los agentes que conforman el sistema regional de innovación: empresas, universidades, institutos públicos de investigación, agencias públicas, y otros estamentos gubernamentales y asociaciones empresariales. A ello ha contribuido notablemente el Comité Universidad-Empresa-Estado (CUEE), instancia regional organizada por acuerdo entre las universidades, sus grupos de investigación, las empresas del sector productivo y las entidades del Estado, con el fin de generar y promover proyectos de investigación aplicada enfocados a atender las necesidades tecnológicas de las empresas de la región. En 2007, el CUEE creó la Corporación Tecnova con el propósito de promover de forma más dinámica la investigación en las empresas, y atender la demanda de innovación desde sus Universidades asociadas. Es destacable también la promoción sistemática de la cultura del emprendimiento y el apoyo a la formación y desarrollo de nuevas empresas que, desde mediados de la década de 2000, se ha convertido en uno de los ejes estratégicos de la Alcaldía de Medellín (Kantis et. al., 2012).

Más recientemente se produjo otro salto importante en el desarrollo del sistema local de innovación con la creación en 2009 de Ruta N, la nueva agencia de innovación y negocios de la Alcaldía de Medellín (Recuadro 2). Ruta N es responsable de la ejecución del Plan Estratégico de CTI de Medellín 2011-2021, cuyo objetivo general es *“promover y coordinar las políticas de apoyo a la investigación y al desarrollo científico, tecnológico y de innovación en Medellín, con miras a la identificación y a la explotación de nuevos negocios de conocimiento”* (Pineda y Scheel, 2011).

Recuadro 2. Ruta N como institución catalizadora de la innovación en Medellín

Desde su creación en 2009, Ruta N ha desplegado un amplio abanico de programas para articular el sistema local de innovación, y se ha convertido en un modelo de éxito para el país y para Latinoamérica en general. Creada por la Alcaldía de Medellín y las empresas públicas EPM y UNE, se trata de una entidad centrada en promover el desarrollo de negocios innovadores basados en tecnología, que incrementen la competitividad de la ciudad, dinamicen la economía, fortalezcan los clústeres estratégicos y posibiliten mejores empleos para los ciudadanos de Medellín. La misión de Ruta N es ejecutar el Plan Estratégico de CTI de Medellín y su estructura se compone de tres Direcciones:

La Dirección de Plataformas de Innovación, que es la encargada de desarrollar y potenciar las condiciones en el Sistema Regional de Innovación para que más adelante puedan darse los negocios del conocimiento. Su público objetivo son las universidades y otras entidades interfaz como las incubadoras de empresas, los centros de desarrollo tecnológico y los intermediarios del conocimiento.

La Dirección de Negocios del Conocimiento, que tiene el propósito de facilitar los negocios basados en el conocimiento, tanto en empresas existentes como en empresas nuevas. Su objetivo es facilitar la generación de negocios de alto valor para la ciudad y para sus propias empresas, partiendo de la base de que el desarrollo de la ciencia, la tecnología y la innovación requiere de un ecosistema con capacidades y condiciones propicias, lo cual implica la presencia de actores fuertes, con el conocimiento y las herramientas adecuados.

La Dirección de Cultura de Innovación, la cual es responsable de promover la apropiación social de la ciencia, la tecnología y la innovación en la ciudad de Medellín, con criterios de inclusión y sostenibilidad.

Por último, uno de los proyectos más ambiciosos de Ruta N consiste en la puesta en marcha del llamado Distrito Medellinnovation, un nuevo distrito tecnológico en el norte de la

ciudad, colindante con la Universidad de Antioquia, que pretende actuar como imán para empresas, instituciones y emprendedores en CTI.

Fuente: Página Web de Ruta N <http://rutanmedellin.org>

La visión estratégica del Plan de CTI de Medellín es consolidar a la ciudad como capital de la innovación en Latinoamérica, con una economía altamente innovadora basada en el conocimiento, presencia de universidades con alto prestigio internacional, y una inversión en CTI en torno al 5% del PIB local. En términos generales, el Plan se caracteriza por la selección de tres clústeres prioritarios (salud, energía y TIC) y por una clara orientación de la agenda de investigación hacia las necesidades más inmediatas del mercado. El Plan se estructura en torno a cuatro “vectores” estratégicos claramente orientados a aumentar la participación del sector empresarial en el esfuerzo global en CTI:

- Definición de estrategias, políticas y programas, para la creación y aceleración de empresas de base tecnológica de Medellín y la región, y la identificación de nuevos negocios emergentes basados en conocimiento generadores de alto valor;
- Esquemas de apoyo directo a la industria tecnológica de Medellín;
- Fortalecimiento de los agrupamientos tecnológicos de Medellín; y
- Mayor cooperación inter-empresarial y alianzas estratégicas para la internacionalización de los agrupamientos tecnológicos.

El Plan de CTI comprende una muy extensa batería de objetivos específicos, medidas e instrumentos políticos todavía en fase de desarrollo y que habrá que ir priorizando (Pineda y Scheel, 2011). En la actualidad, los principales programas de actuación de Ruta N en el marco del Plan CTI son los siguientes:

- *Convocatoria anual del Plan CTI*: el objetivo es apoyar proyectos de ciencia y tecnología orientados a innovación, con visión global de mercado, en lo posible alineados con uno o varios de los tres clústeres prioritarios (salud, energía y TIC).
- *Regalías*: apoyo y acompañamiento a los solicitantes en la presentación y puesta en marcha de los proyectos presentados por actores locales al fondo nacional de regalías para CTI.
- *Observatorio de Ciencia, Tecnología e Innovación*: haciendo uso de herramientas de vigilancia tecnológica e inteligencia competitiva, el objetivo es identificar las principales áreas de oportunidad de innovación, trayectorias tecnológicas, tendencias, mejores prácticas y aliados de I+D; analizar la red de actores involucrada en cada una de las áreas y detectar su concentración, alineamiento y anclaje; analizar brechas y oportunidades de innovación para las áreas de oportunidad de innovación; analizar indicadores de innovación, I+D, colaboración y resultados; etc.
- *Estructuración de redes internacionales*: para ello se realizan misiones a países estratégicos con los actores protagonistas de proyectos específicos de innovación del sistema regional de innovación de Medellín, de manera que se posibilite la generación de investigación conjunta entre proyectos locales e investigadores internacionales, acceso a financiamiento y a capacidades tecnológicas del extranjero.
- *Iniciativas Regionales de Innovación (IRIs)*: Las IRIs son comunidades donde la universidad, la empresa y el estado se articulan para generar estrategias que habiliten proyectos de innovación sobre tecnologías habilitadoras clave (“key enabling technologies”), que sean transversales a diferentes industrias. Para el año 2014 están constituidas las siguientes 9 IRIs: Nanotecnología, fotónica, fabricación avanzada, escalado de fármacos y biotecnología, innovación en servicios,

dispositivos electrónicos, computación científica, meta repositorio clínico, y construcción sostenible.

- *Plataformas virtuales para potenciar la innovación*: hasta la fecha se han construido dos plataformas virtuales: 1) Brainbook: La red virtual de CTI de Medellín en donde confluyen los distintos actores del sistema de innovación de la ciudad con el objetivo de favorecer la colaboración y la articulación del sistema. 2) SUNN 4i: La red de aceleración de innovación abierta, que pretende enlazar la oferta y demanda de innovación de Medellín y Colombia con el resto del mundo para la generación de nuevos negocios intensivos en innovación.
- *Indicadores de innovación*: el objetivo es recopilar los indicadores clave para medir el impacto de la innovación sobre el desarrollo económico de la ciudad.
- *Políticas públicas*: el objetivo es promover el desarrollo de nuevas políticas que permitan aumentar la inversión en CTI y mejorar el clima de negocios de la ciudad para el desarrollo de actividades innovadoras.

Para ejecutar el Plan de CTI la principal fuente de financiación son los fondos dotados por la empresa pública EPM³, que desde 2012 debe destinar un 7% de sus beneficios anuales al presupuesto de Ruta N, lo cual supone una dotación - en las condiciones actuales - de aproximadamente 30 millones de dólares estadounidenses al año. A esto hay que sumar los nuevos fondos provenientes del programa nacional de regalías, así como otras aportaciones específicas que pueda hacer la Alcaldía.

Hacia una nueva agenda para las políticas de innovación en Medellín

Teniendo en cuenta los notables progresos recientes, el fuerte compromiso político y la ambición de las instituciones locales, es previsible que en los próximos años se produzca un salto cuantitativo y cualitativo en el sistema regional de innovación. A esto se suma la apuesta por la innovación también del gobierno nacional y la puesta en marcha del nuevo sistema de regalías, que supondrá un aumento sustancial de los fondos disponibles durante los próximos años.

A lo largo de este informe se hará referencia a los siguientes ejes estratégicos que, teniendo en cuenta las características del sistema de innovación de Medellín, resultan fundamentales para el éxito en su desarrollo futuro. Se trata de cuatro ejes transversales, que pueden relacionarse con todos los componentes del sistema de innovación y con todas las áreas temáticas que se abordan en los distintos capítulos.

- *Gobernanza multinivel*. Resulta evidente que toda estrategia para potenciar la innovación en Medellín debe ser coherente con las políticas del departamento y de la nación. Por ello, aunque el diagnóstico y las recomendaciones políticas presentadas en este documento se dirigen principalmente a Medellín, necesariamente la discusión debe encuadrarse en el contexto de las políticas de ciencia e innovación de Colombia en general. Durante los últimos años, el grado de autonomía regional en materia de políticas de ciencia e innovación ha aumentado sustancialmente en Colombia, en parte como consecuencia del fondo de CTI del sistema de regalías, lo cual requiere nuevos mecanismos para mejorar la coordinación vertical entre el estado, los departamentos y los municipios. Además de esa necesaria coordinación vertical, la gobernanza multinivel se refiere también a la coordinación horizontal entre distintos ministerios y agencias públicas, teniendo en cuenta que la innovación afecta directamente a todos los ámbitos de actuación política.

³ Empresas Públicas de Medellín (EPM) opera en los sectores de energía, agua y telecomunicaciones, y es una de las grandes empresas colombianas, con importante presencia en Latinoamérica.

- *Especialización inteligente.* La estrategia de especialización inteligente (OCDE, 2013) implica complementar el modelo actual de selección de clústeres industriales prioritarios con un enfoque más centrado en la identificación de oportunidades de mercado globales, orientado hacia la especialización en actividades o funciones de alto valor añadido más que en industrias, e incorporando un mayor énfasis en la identificación de tecnologías transversales, que resulten relevantes para varias industrias simultáneamente. En esencia, la especialización inteligente consiste en concentrar los escasos recursos humanos y financieros de ciencia, tecnología e innovación en unas pocas áreas prioritarias claramente articuladas de acuerdo con las fortalezas y ventajas comparativas regionales.
- *Innovación social.* El objetivo de la política pública no debe ser la innovación *per se*, sino su aplicación para mejorar la vida de la gente y de la sociedad en general (OCDE, 2010). Las estrategias de innovación social tratan de ligar los procesos de innovación tecnológica con la satisfacción de las necesidades sociales, como por ejemplo la protección del medio ambiente, vivienda de interés social de buena calidad e infraestructuras asociadas, y una mayor productividad agrícola. En Medellín, ante la prevalencia de la pobreza, las desigualdades y la economía informal, es preciso encontrar fórmulas para ligar más claramente el progreso tecnológico con otros objetivos sociales de forma que los resultados de las inversiones en I+D sean más inclusivos. Por *innovación inclusiva* se entiende aquella que ofrece nuevas oportunidades y beneficios económicos para todos los ciudadanos, contribuyendo a la disminución de las desigualdades sociales (Paunov, 2013).
- *Internacionalización.* La innovación no es un fenómeno restringido a las fronteras nacionales sino que, cada vez más acusada y rápidamente, se produce y difunde de forma global. Si Medellín aspira a convertirse en un referente internacional por su capacidad innovadora, debe mejorar su inserción en las redes globales de innovación (OCDE, 2008), a través de la colaboración internacional en ciencia y tecnología, y a través de la atracción de empresas, instituciones, financiación y capital humano.

REFERENCIAS

- Corporación Bucaramanga Emprendedora, CreaMe e IncuBar (2011), *Lineamientos de política de apoyo al sistema incubador de empresas de base tecnológica en Colombia: recomendaciones para un CONPES*. Bucaramanga.
- Correa, P. (2012), “Colombia's mining royalties divide scientists”, *SciDev*, 20/01/2012.
- Cuervo, C.J., y López, L. (2013), “Regalías para la ciencia, la tecnología y la innovación: caso Colombiano”, en: OCyT (ed.) *Observando el sistema colombiano de ciencia, tecnología e innovación: sus actores y sus productos*, Capítulo 11, p. 369-407, Observatorio Colombiano de Ciencia y Tecnología, Bogotá.
- Kantis, H., Federico, y J., Menéndez, C. (2012). Políticas de Fomento al Emprendimiento Dinámico en América Latina: Desafíos y Oportunidades; Cap. 3.2: El caso de la ciudad de Medellín. Documento de Trabajo CAF.
- OCyT (2013), *Indicadores de Ciencia y Tecnología Colombiana 2012*, Observatorio Colombiano de Ciencia y Tecnología, Bogotá.
- OCDE (2008), *Open Innovation in Global Networks*, OECD, Paris.
- OCDE (2010), *The OECD Innovation Strategy*, OECD, Paris.
- OCDE (2013), *Innovation-driven Growth in Regions: The Role of Smart Specialisation*, OECD, Paris.
- OCDE (2014) *Estudios de la OCDE de las políticas de innovación: Colombia. Evaluación general y recomendaciones*, OCDE, París.
- Paunov, C. (2013) “Innovation and inclusive development: a discussion of the main policy issues”, *OECD Science, Technology and Industry Working Papers*, 2013/01, OECD Publishing.
- Pineda, L., Scheel, C. (2011), *Plan Estratégico de Ciencia Tecnología e Innovación de Medellín 2011-2021*, Ruta N, Medellín.

CAPÍTULO 2

CAPITAL HUMANO: CLAVE ESTRATÉGICA PARA EL SISTEMA LOCAL DE CTI

El tema del capital humano es un desafío central en toda realidad territorial – nacional, regional o municipal - que ambiciona establecer y consolidar un sistema local de innovación exitoso para promover su propio desarrollo.

La innovación depende de la capacidad de las personas de generar y aplicar conocimientos e ideas en el ámbito laboral y en la sociedad en general. Los países de la OCDE han reconocido, sobre todo desde las últimas décadas, la necesidad de desarrollar personas calificadas a través de la educación y la formación continua. Así, a medida que los países se esfuerzan por encontrar nuevas fuentes de crecimiento para asegurar un futuro sólido y sostenible, a su vez tratan también de entender los tipos de habilidades necesarias para la innovación y las mejores maneras de desarrollarlas (OCDE, 2011a).

Abordar el tema del capital humano, su creación, desarrollo, atracción y retención, conlleva entender de qué manera este capital interactúa con las varias condiciones y factores determinantes y habilitantes para establecer y mantener un sistema de ciencia, tecnología e innovación (CTI) en cada contexto territorial, caracterizado por sus especificidades y peculiaridades.

Tanto en la literatura nacional como internacional, así como en los programas de orientación práctica recientemente aplicados, se han venido consolidando algunos conceptos clave sobre estas temáticas.

Con respecto a las *capacidades y habilidades* (*skills* en inglés), no se ha establecido una definición rigurosa y ampliamente aceptada. En muchos casos se hace referencia a la combinación variable resultante del conjunto de habilidades que se derivan de un proceso educativo, de capacitación y de adquisición de experiencia práctica. Se observa de todas formas una gran variabilidad en la forma de definir el concepto dependiendo de los países, de las culturas y de los contextos específicos en los cuales se considera el tema (escuela, empresa, sociedad, etc.) (Toner, 2011, *Innovation Union Scoreboard EC*, 2014).

El concepto de *capital humano*, a su vez, está estrechamente vinculado al concepto de *skills*. Según una definición desarrollada por la OCDE el capital humano es “*el conjunto de los conocimientos, habilidades, competencias y atributos de los individuos que facilitan la creación de bienestar personal, social y económico*” (OCDE, 2001:18).

El tema central del presente Capítulo es analizar de qué manera el capital humano juega un importante rol en las dinámicas de innovación, factor clave de desarrollo para la realidad local de Medellín hacia el cual, desde hace varios años, se registra un esfuerzo creciente y convergente promovido por varias instituciones locales. Asimismo, a fin de identificar los determinantes para las acciones futuras para el fortalecimiento de las capacidades y habilidades de los individuos, es condición previa entender cuáles son actualmente las condiciones contextuales en la realidad específica de la ciudad de Medellín y del departamento de Antioquia.

En la literatura especializada se reconocen actualmente varias modalidades (o acciones) a través de las cuales el capital humano puede estimular la innovación (Toner, 2011):

- Generando nuevos conocimientos;

- Facilitando la adopción y la adaptación de las ideas existentes;
- Habilitando la innovación a través de la potenciada capacidad de aprender;
- Complementando otros insumos orientados a estimular la innovación; y
- Generando externalidades que promuevan la circulación de nuevas ideas y la conformación de actividades de cooperación intelectual y práctica; complementando el aporte al crecimiento impulsado a través del capital social.

Asimismo, se ha venido destacando el papel determinante que las capacidades y las habilidades cumplen en todas las dinámicas de desarrollo con base en CTI; y de manera aún más evidente en el caso de políticas locales dirigidas hacia la innovación sistémica. El factor capital humano en este contexto juega un rol multifuncional:

- Para crear condiciones favorables a la atracción de inversionistas orientados a establecer empresas o unidades de I+D, producción o servicios en sectores innovadores, de alto valor añadido y vinculados a la economía del conocimiento;
- Como un factor determinante para establecer un contexto favorable, con efecto apalancador, a la atracción de investigadores, y en general de talentos interesados a operar en sectores vinculados a CTI (factor que tiene que ser vinculado a otros elementos de atracción local) en un ambiente dinámico; y
- La presencia de un contexto estimulante – rico en capital humano - ofrece oportunidades de intercambios, de crecimiento y de retención de los talentos a nivel local.
- Para favorecer el desarrollo de un contexto dinámico detonador de más dinámicas virtuosas a nivel local; en las realidades locales activas es común observar la generación de procesos de fortalecimiento mutuo determinados por el factor de capital humano.

– Considerando por un lado la estructura de los contenidos desarrollados en el presente informe y las distintas líneas de profundización temática de cada capítulo, y por otro lado tomando en cuenta los cuatro ejes estratégicos transversales que se han planteado en la sección final del **Capítulo 1** - Gobernanza multinivel, especialización inteligente, innovación social e internacionalización -, resulta evidente que el tema de la calificación del empleo, del talento y la promoción del capital humano, juega un rol medular y se entrecruza con cada una de éstas líneas de profundización y claves de lectura transversales, tal y como veremos a continuación.

– En general y como condición previa, desde el punto de vista de las capacidades, habilidades y talentos, es necesario establecer aquellas condiciones de lenguaje, sensibilidad y conocimientos compartidos, que permitan a los representantes de la academia, del gobierno, de la empresa y de la sociedad civil interactuar de manera eficiente y efectiva, asumiendo el esquema relacional de la “cuádruple hélice” como actualización del concepto de la “triple hélice” desarrollado por Etzkowitz y Leydesdorff (2000). De hecho, en la mayoría de los casos a nivel internacional, los actores mencionados no comparten espontánea o automáticamente una visión común, ni tampoco entienden realmente las distintas perspectivas, necesidades y visión con respecto a los temas de CTI. Este malentender es usual, aun cuando en realidad estos actores sean llamados a establecer sinergias, y es un factor causal importante de varias debilidades e ineficiencias en el funcionamiento del sistema local de innovación.

Esto conlleva la necesidad de considerar medidas, acciones e intervenciones, ante todo de carácter formativo – en el sentido más amplio del concepto – que permitan establecer y

mantener interacciones positivas entre los representantes de la cuádruple hélice. A fin de facilitar esta dinámica sinérgica, cumplen un papel determinante los facilitadores y conectores, agencias, intermediarios e instancias de concertación, que permitan aproximar los distintos puntos de vista y perspectivas, buscando síntesis comunes y construyendo asimismo un diseño estratégico compartido. Asimismo, es importante prever, construir y mantener en el tiempo, competencias y habilidades específicas en cada instancia, a través de caminos complementarios y convergentes, que permitan contar con recursos humanos realmente capaces de alcanzar niveles más altos de comprensión mutua y acción conjunta, valorando los distintos roles y responsabilidades complementarios en el desarrollo de una estrategia local de CTI.

Aspectos claves para las políticas

En los apartados a continuación se representan algunos elementos constitutivos del sistema de innovación y de gestión del capital humano en Medellín, colocado en el contexto regional y nacional. Esta caracterización del contexto no pretende ser exhaustiva, ya que se cuenta con una cantidad de diagnósticos y documentos de análisis del sistema que se han elaborado durante los años recientes; el objetivo es limitado a proporcionar aquellas informaciones clave que son condición previa necesaria para orientar y contextualizar las recomendaciones específicas relativas al tema del capital humano en el marco de la estrategia de innovación local de la ciudad y de la región.

A. Elementos destacados a nivel nacional

El **Plan Nacional de Desarrollo 2010-2014 “Prosperidad para todos”** representa el marco de referencia que abarca las distintas líneas de acción a emprender para el desarrollo del país, entre éstas destaca el eje Crecimiento Sostenible y Competitividad para el cual se definen tres grandes pilares: 1) la innovación; 2) las políticas de competitividad y productividad; y 3) el impulso a las locomotoras para el crecimiento y la generación de empleo.

En el Plan se evidencia que en Colombia existe un rezago considerable frente a países de características similares en el desarrollo de la ciencia, la tecnología y la innovación. Se identifican varios factores que contribuyen a este rezago, entre otros consideramos destacar como relevantes el insuficiente capital humano altamente calificado en áreas pertinentes con énfasis en la innovación, y pocos mecanismos para atraer al país a colombianos residentes en el extranjero con potencial de aportar capacidades, conocimientos y experiencias, al desarrollo de la ciencia, la tecnología y la innovación.

Entre los lineamientos estratégicos para promover la innovación como vehículo para alcanzar la prosperidad, se prevé el mejoramiento de la calidad en la educación para el emprendimiento y la innovación; la implementación de programas y becas de formación técnica, tecnológica, universitaria, de maestría y de doctorado, a través del Programa de Generación del Bicentenario, el ICETEX, el SENA, el Programa “Jóvenes Investigadores e Innovadores”, los contratos de aprendizaje, entre otros.

Para promover la competitividad y el crecimiento de la productividad en el país, el PND indica que el desarrollo de competencias debe dirigirse a:

- Consolidar el desarrollo de competencias en la formación básica y media; fortalecer el sistema de evaluación de estudiantes y docentes; profundizar el desarrollo de las competencias básicas y cívicas en niños, jóvenes y docentes; y fortalecer el uso y apropiación de las TIC y el bilingüismo.
- Implementar un plan de choque para la formación de competencias dirigidas a las locomotoras y los sectores del Programa de Transformación Productiva.

- Consolidar la estrategia de gestión del recurso humano: (i) crear el Sistema Nacional de Certificación de Competencias, (ii) diseñar e implementar un Marco Nacional de Cualificaciones, (iii) establecer mecanismos de diálogo entre el sector productivo y el sector de formación, y (iv) profundizar la información de demanda y oferta laboral.

Del **Plan Nacional Decenal de Educación 2006-2016 (PNDE)**, que contiene el conjunto de propuestas, acciones y metas que expresan la voluntad educativa del país, se destaca el macro objetivo “*inversión en ciencia, tecnología y emprendimiento*”⁴, en el cual se define el propósito de construir una cultura del conocimiento. Los planes de desarrollo 2012-2015 departamentales y municipales tienen que articularse con el Plan Nacional Decenal de Educación 2006 - 2016 en su componente educativo.

El Departamento Administrativo de Ciencias, Tecnología e Innovación, Colciencias, pone a disposición recursos, como promedio de más del 50% de su presupuesto en años recientes, para producir más doctores, principalmente para desempeñarse en el sector de la educación superior, pero también con el ánimo de aumentar el número de doctores empleados en la industria, donde son sumamente escasos⁵.

El rol central de Colciencias en el sistema nacional de innovación es destacado en el estudio de la OCDE sobre la política de la innovación en Colombia, donde se resalta la necesidad de que asuma una función de agencia de innovación fortaleciendo su acción de apoyo al desarrollo de capacidades de innovación en el sector empresarial, y de que preste atención a la formación de competencias profesionales de nivel medio y no solo de nivel doctoral (OCDE, 2014).

B. Elementos destacados a nivel local

En Medellín se ha observado un cambio en años recientes donde las instituciones académicas, el gobierno – local y departamental – y las empresas, han percibido la necesidad urgente de establecer una plataforma, un ecosistema local favorable a la innovación. El avanzar en el debate internacional de nuevas visiones del desarrollo tales como la sociedad del conocimiento, los desafíos de la innovación sistémica, etc., conjuntamente a la disponibilidad de recursos, han promovido la sensibilidad del gobierno local a orientar esfuerzos hacia el establecimiento de Ruta N, en el año 2010 y la formulación de un **Plan Estratégico de CTI** para 2011-2021 (Véase el **Capítulo 1** para más detalle), cuya ejecución es responsabilidad precisamente de Ruta N.

El Plan es el resultado de un amplio trabajo de sensibilización a nivel local sobre los desafíos que la competencia a nivel nacional y global conllevan. El Plan trata de dar racionalidad y coherencia en un contexto donde muchas actividades y muchas instancias ya se han desarrollado durante las últimas dos décadas con respecto a la promoción de una cultura de innovación a nivel local.

En este contexto dinámico y evolutivo el factor “capital humano”, el desarrollo de capacidades y habilidades, y su mantenimiento en el tiempo con la inclusión de todos los actores implicados, es obviamente de importancia medular. Vale la pena resaltar que, considerando la “perspectiva ecosistémica” que se le otorga a la innovación por parte de los actores locales y conforme a las tendencias actuales a nivel internacional, no podemos limitar

⁴ Cabe rescatar que uno de los objetivos del PNDE de 2006 es: “*Incrementar la inversión de la Nación y los entes territoriales con el fin de garantizar cobertura, calidad y eficiencia de los recursos físicos y administrativos sostenibles de manera equitativa, para mejorar la infraestructura física, dotación tecnológica y modernización de los establecimientos educativos e instituciones de educación superior destinados a fortalecer la ciencia, tecnología, la investigación, la innovación y el emprendimiento en todos los niveles y tipos de educación, con el propósito de construir una cultura del conocimiento*”.

⁵ Véanse también los **Capítulos 1 y 3** para más detalles sobre el rol de Colciencias.

nuestro enfoque a los aspectos de las habilidades de la innovación “dura” (tecnología, técnicas de transferencia tecnológica, calificación y fortalecimiento del personal activo sobre los temas de innovación y transferencia de tecnología en las empresas, etc.) sino también aquéllos de la innovación “suave” (capacidad de interactuar en contextos multidisciplinarios y multiculturales, construcción de redes, esquemas de innovación abierta, etc.) y de la gobernanza de la estrategia CTI conforme a una lógica multi-nivel, en línea con las recomendaciones de la OCDE en el mencionado estudio sobre la política de innovación nacional.

En el Plan CTI, con relación al capital humano, se destacan los siguientes objetivos:

- Impulsar la capacitación, la especialización y la actualización del recurso humano, estableciendo programas de maestrías y doctorados en ingeniería y ciencias asociados a las cadenas productivas prioritarias.
- Promover la difusión de información sobre ciencia, tecnología, recursos humanos, organización comercial y servicios financieros.

C. *Visión conjunta, instituciones y redes locales*

Los documentos de orientación estratégica del gobierno colombiano – en primer lugar el PND 10-14 – del departamento de Antioquia y de la alcaldía de Medellín, en los apartados donde definen los lineamientos relativos a la innovación, resaltan la importancia de actuar sobre el capital humano. Igualmente en las estrategias para la competitividad y el desarrollo de las empresas se expresa tal énfasis hacia el capital humano.

Se observa entonces un evidente alineamiento hacia el tema clave del fortalecimiento de las capacidades y de las habilidades. El resultado de esta visión coherente es que varias instituciones y fuentes de financiación pública han dirigido esfuerzos a sustentar programas, proyectos e iniciativas, para el capital humano en los procesos de innovación.

De hecho, no es un concepto “original”, ya que tanto la literatura especializada como otras experiencias internacionales confirman el rol imprescindible del fortalecimiento del capital humano como condición previa para poder emprender acciones para el desarrollo (OCDE 2011b; Toner, 2011).

El desafío estratégico, considerado las peculiaridades del contexto local de Medellín y Antioquia, está relacionado con:

- La definición de una visión específica de largo alcance, compartida entre los actores relevantes, sobre el facto “capital humano” en la cual se deben enmarcar las acciones de desarrollo y fortalecimiento de las capacidades y habilidades;
- El diseño de las modalidades más eficientes y eficaces de actuar dado el contexto; y
- El fortalecimiento “estructural” de la capacidad de gobernar estos procesos, fortaleciendo la capacidad de articulación interinstitucional acorde a un enfoque de gobernanza multinivel, al ser éste uno de los ejes estratégicos transversales y determinantes que en el presente informe se han propuesto para la nueva agenda de políticas de innovación en Medellín.

Asimismo, las experiencias internacionales ponen de manifiesto - y todos los actores locales de la CTI en Medellín y Antioquia son conscientes y remarcan con fuerza - que abordar el tema del capital humano para la innovación local requiere un esfuerzo conjunto y una visión estratégica convergente que abarque las distintas formas, modalidades y herramientas; y que es

preciso que operen de manera coordinada a fin de poder inducir resultados tangibles sostenibles en el largo plazo.

Estos resultados consisten en el fortalecimiento de todas aquellas capacidades y habilidades que el sistema local CTI necesita; así como también la efectiva y progresiva inserción en cada una de las instancias relevantes (empresas, oficinas de gobierno, centros tecnológicos, etc.) de personal con habilidades específicas relevantes para la innovación.

Es preciso evidentemente, entre los fundamentos estratégicos para concretar el sistema de innovación, emprender esfuerzos institucionales hacia la formación de talento humano en áreas estratégicas a través de todas las instituciones educativas presentes en Medellín y en la región, primarias, secundarias y superiores.

Se resalta en dicho contexto el rol medular que, por parte de los decisores políticos, se le otorga a la Corporación Ruta N como agente activador y dinamizador del sistema. El objetivo por el que se constituyó la corporación es precisamente la creación del “ecosistema local de la innovación” con base en algunos lineamientos estratégicos hacia dónde dirigir sus acciones específicas: cultura de la innovación, gestión del conocimiento, gestión de redes, acceso a mercados, acceso a capital e innovación empresarial.

En lo que respecta al desarrollo de capital humano y de talentos para la innovación, Ruta N, en su planteamiento estratégico subraya el énfasis que se reconoce a la necesidad de fortalecer y generar capacidades en el sistema y sus actores. Este enfoque resulta en iniciativas que se han puesto en marcha a través de la activación de una interacción positiva con las instituciones de educación técnica y superior.

Como ejemplo relevante destaca el programa *“Innovacampus: educación superior hacia la innovación”*, lanzado en el noviembre 2013, que *“busca fortalecer la capacidad innovadora de las instituciones de educación superior de la región, a través del acompañamiento experto para la innovación de currículos y, de esta manera, formar nuevas competencias y potenciar los valores de las instituciones, sus estudiantes y egresados”*. A través de una convocatoria se han elegido diez proyectos piloto de *“transformación curricular en programas de formación profesional superior que contribuyan de forma innovadora a la calidad y la pertinencia de la oferta de las instituciones de educación superior de la ciudad”*⁶.

Cabe señalar que en Antioquia se cuenta con varias instancias de articulación y cooperación entre las instituciones, establecidas previamente al lanzamiento de Ruta N y activas en el campo de la educación superior, y orientadas a establecer sinergias que el sistema local pueda aprovechar en su conjunto. Desde hace 10 años se ha constituido el “Grupo G8 Rectores”, foro informal de diálogo de las 8 principales universidades de Medellín, con el objetivo de aprovechar sinergias entre las instituciones académicas y potenciar los procesos de docencia, investigación y extensión de estos centros académicos.

Para nombrar otro caso notable más reciente, en el 2013 se estableció la alianza Sapiencia entre el Instituto Tecnológico Metropolitano, el Colegio Mayor de Medellín y la Institución Universitaria Pascual Bravo, para integrar esfuerzos de las universidades tecnológicas locales, con el objetivo de construir sinergias en torno a infraestructura para la formación, difusión, colaboración universidad-empresa, y procesos de gestión y transferencia tecnológica.

Finalmente destaca el rol del Comité Universidad-Empresa-Estado, que ha sido establecido como una alianza y enlace entre representantes de los tres componentes de la triple hélice (para más detalles véase el Recuadro 1).

⁶ Para más información véase: <http://rutanmedellin.org/index.php/es/actualidad/noticias/item/innovacampus-la-apuesta-de-ruta-n-por-la-transformacion-curricular-20140220>

Recuadro 1. El Comité Universidad Empresa Estado de Antioquia (CUEE)

El Comité Universidad Empresa Estado (UEE), Capítulo de Antioquia, es una alianza estratégica que facilita la unión de voluntades y conocimientos entre empresarios, directivos universitarios, gremios y gobiernos local y regional, para la formulación de agendas de trabajo conjunto en temas de Investigación, Desarrollo e innovación (I+D+i) en busca de la productividad y competitividad de las empresas, mediante el diálogo entre estos tres agentes de desarrollo. Constituido desde el año 2003 y cuya Secretaría Técnica ejerce el Programa Gestión Tecnológica de la Universidad de Antioquia, tiene como misión generar espacios de diálogo y concertación, impulsando emprendimiento, innovación y asociatividad para el progreso económico y social del territorio. Participan en él once instituciones de educación superior de influencia en la región, 21 empresas, siete centros de desarrollo tecnológico, Andi, Acopi y Comfenalco, las Secretarías de Educación de Antioquia y Medellín, entre otras.

Las once IES son:

- Universidad Nacional sede Medellín
- Universidad de Medellín
- Universidad Pontificia Bolivariana
- Universidad Lasallista
- Universidad CES
- Universidad de Antioquia
- Universidad Eafit
- Escuela de Ingeniería de Antioquia
- Politécnico Jaime Isaza Cadavid
- Colegio Mayor de Antioquia
- Tecnológico Pascual Bravo
- Instituto Metropolitano

Durante los siete años de trabajo el Comité ha adelantado numerosas investigaciones de impacto para la industria de Antioquia tales como la “Investigación y Documentación de la Experiencia Universidad- Empresa - Estado de Antioquia; la cual consiste en un documental testimonial, que ha sido de gran utilidad para las universidades, empresas y entes estatales del país y del exterior, pues se ha convertido en una hoja de ruta para otros Comités que igualmente tienen como objetivo principal el acercamiento y la colaboración entre estos tres actores del desarrollo del país.

Fuente: Página web del CUEE <http://www.universidadempresaestado.com.co/>

Una reflexión específica, siempre reconsiderando las lecciones obtenidas a partir de otras experiencias internacionales, concierne a las empresas y al “capital humano instalado” en éstas; los sistemas de innovación territorial exitosos no apuestan exclusivamente a las empresas de alto contenido CTI y de punta, sino también al desarrollo del ecosistema local de empresas existentes en su conjunto. Esta perspectiva conlleva la necesidad de actuar de manera diferenciada y diseñada a medida sobre el capital humano que está a la base del sistema de las empresas y de sus necesidades, de las características específicas de los distintos subsistemas empresariales y de las empresas individuales.

Vale la pena resaltar que fortalecer, calificar y dinamizar, el capital humano es una condición previa determinante, que requiere un esfuerzo seguido bajo una perspectiva de mediano y largo plazo. Para que esas condiciones se cumplan en Medellín será preciso:

- Ampliar la base de las empresas que emprenden iniciativas hacia la innovación;

- Lograr una sinergia eficiente entre universidades, empresas, centros de CTI, y diferentes niveles de gobierno en Medellín y en Antioquia; y
- Establecer una plataforma de conocimientos y sensibilidad compartidos frente a las oportunidades y los desafíos que conlleva el apostar a la innovación como sistema.

D. El sistema de educación y capacitación

El gasto en educación en Colombia como porcentaje del PIB, en el periodo 2007-2011, ha pasado de 7.19% a 7.65%; igualmente se ha incrementado el rubro destinado a la educación superior que pasó de 1.84% a 1.96%. Dentro de estas cifras, el gasto público total en educación como proporción del PIB pasó de 4.28% a 4.75%, y en la educación terciaria de 0.86% a 0.98%. Estas cifras en comparación con los países de la OCDE (gasto total promedio en educación 5.9% y en educación superior 1.5% para el 2008) y Latinoamérica (gasto total promedio en educación 5.3% y en educación superior 1.3% para el 2008), demuestran un buen porcentaje de recursos destinado a la educación en Colombia, por encima del promedio de los países de la OCDE y el resto de los países Latinoamericanos.

Recuadro 2. El sistema de la educación superior en Colombia

La educación superior en Colombia se imparte en dos niveles: **pregrado y posgrado**. El nivel de **pregrado** tiene, a su vez, tres niveles de formación:

- Nivel Técnico Profesional (relativo a programas técnicos profesionales);
- Nivel Tecnológico (relativo a programas tecnológicos);
- Nivel Profesional (relativo a programas profesionales universitarios).

La educación de **posgrado** comprende los siguientes niveles:

- Especializaciones (relativas a programas de Especialización Técnica Profesional, Especialización Tecnológica y Especializaciones Profesionales);
- Maestrías;
- Doctorados.

Fuente: Página web del Ministerio de Educación Nacional <http://www.mineducacion.gov.co/>

Por otro lado, en el 2010 Antioquia representó el 13% de estudiantes matriculados en Colombia (dato alineado con el porcentaje de la población residente en la región); en el contexto departamental Medellín dentro de la educación básica y secundaria representó el 53%; y en educación superior el 94%.

Este último dato debido a que la gran parte de instituciones de educación superior del Departamento se encuentran en Medellín y en el Área Metropolitana del Valle de Aburrá, mientras que un contado número de universidades ofrecen sus servicios en las demás subregiones de Antioquia. Así mismo, solo el nivel de pregrado representa en Colombia el 94% de las inscripciones en la educación superior; en Antioquia es importante remarcar que en el año 2010 la tasa bruta de inscripción a la educación terciaria fue de 40.9%, ubicándose por debajo de Bogotá (73.7%), Quindío (50.4%), Santander (48%) y Norte de Santander (42.8%).

Antioquia dispone de una oferta diversificada en términos de educación superior: hay 41 instituciones de Educación Superior (IES), 1 instituto técnico profesional, 10 institutos tecnológicos, 23 instituciones universitarias y 7 universidades. Ocho de las 41 IES son públicas y 33 privadas. Además de los campus principales, el sector cuenta con estructuras adicionales en las sucursales universitarias seccionales.

En su conjunto el sector de la educación superior de Antioquia juega un papel importante en la formación avanzada de capital humano, proporcionando una fuerza de trabajo con una tasa de egreso de más de 21.000 personas altamente calificadas anualmente, la mayoría de los

cuales siguen trabajando en la región. El mercado laboral busca y emplea una alta proporción de este grupo. Entre los distintos Departamentos que conforman Colombia, Antioquia tiene la mayor proporción de graduados formados a nivel local de trabajo (85,7%). (Brunner et al, 2012)

A nivel nacional las sendas actuales, sin embargo, de los flujos de recursos humanos de la educación superior no parecen suficientes para permitir que el sistema de innovación del país reduzca rápidamente la brecha con los competidores internacionales. En efecto, a pesar del crecimiento económico durante la última década, limitaciones en los recursos humanos pueden influir la capacidad que el sistema de innovación tiene para absorber, de manera eficaz, la expansión de la financiación de CTI que se espera tras los recientes cambios fundamentales en el contexto político e institucional del sistema de innovación del país y el firme compromiso del gobierno colombiano (OCDE, 2013).

Mientras Antioquia ha hecho grandes avances en la educación y en general se ha observado un mejor rendimiento de Colombia en cuanto a los indicadores clave de la educación, todavía tiene un largo camino que recorrer para llegar a los promedios de la OCDE⁷.

El Servicio Nacional de Aprendizaje (SENA), agencia de educación vocacional y aprendizaje de gran trayectoria y reconocimiento a nivel nacional, financiado por un gravamen sobre la nómina, juega un papel fundamental en la formación de la fuerza laboral que no cuenta con educación superior. Ofrece también educación de nivel superior, aproximadamente a un 3,8% de personas entre los 15 y los 24 años de edad, pero su tarea principal es el desarrollo de las competencias laborales. En 2013, el SENA capacitó a 7,6 millones de personas a través de sus 116 centros de formación. A nivel de departamento de Antioquia, el SENA cuenta con 15 centros que ofrecen formación en acuicultura, alimentos, agrobiotecnología, recursos naturales, calzado, marroquinería, diseño de modas, producción multimedia, diseño de mobiliario, servicios de salud, construcción, sectores minero, agroindustrial y turístico, entre otros. En el año 2013 la red SENA proporcionó capacitación a 789.000 personas en el departamento.

Cabe destacar la observación del estudio de la OCDE sobre la política de innovación (OCDE, 2014), donde se subraya que el sistema educativo de Colombia, así como en gran parte de América Latina, tiene un desfase en el balance entre la educación técnica y la educación superior que es problemático: generalmente el 70 % del cohorte recibe educación superior y el 30% educación técnica. La relación en países de la OCDE es contraria, por lo general. Este problema se ha representado visualmente en literatura a través de la imagen de la "pirámide invertida" (Bitran et al., 2011). Dada la carencia relativa de ocupaciones técnicas de nivel medio en las empresas colombianas, esto parece explicar, hasta cierto punto, los reiterados comentarios de la industria, acerca de una escasez de personal cualificado y la falta de experiencia en funciones de nivel medio.

Los actores locales de la educación reconocen el problema por ser relevante en el caso de Medellín y Antioquia, arraigado en parte en el escaso reconocimiento que se le otorga al personal con formación técnica, a nivel social y de empresa, al que le corresponde la percepción común de baja consideración y la asignación de un salario correspondiente. Asimismo, se destaca la necesidad de impulsar una distinta actitud en los empresarios y en las MIPYMEs frente a la necesidad de convertirse en actores activos hacia la capacitación técnica de los propios empleados, y de adquirir una actitud más abierta hacia los aprendices, apoyándose y consolidando los esquemas relativos por parte de SENA, que se han traído y adaptado a partir de la experiencia alemana de la "formación técnica dual" (Euler, 2013).

⁷ En Antioquia la tasa de participación en la educación terciaria ha alcanzado el 35,5%, pero el nivel general de logro educativo sigue siendo bajo con importantes disparidades entre las zonas rurales y urbanas. Al mismo tiempo, el promedio de años de educación formal en Antioquia son 8,74 años; sin embargo, dicho indicador es de 6,33 años en las áreas rurales. Del mismo modo, la tasa de analfabetismo en Antioquia es de 5,1%, pero en zonas rurales es de 10,6%. (Brunner et al, 2012)

El sistema local de formación secundaria y superior en Medellín cuenta con una “capacidad instalada” de indudable valor, que constituye la premisa indispensable para poder efectivamente llevar a cabo un conjunto de acciones de fortalecimiento del capital humano coherente con las necesidades del sistema local de CTI que se pretende estructurar y consolidar.

Las instituciones y las empresas presentes localmente se pueden beneficiar de los recursos que a nivel nacional, regional y local, se van rindiendo disponibles, conforme a los objetivos de fortalecimiento del capital humano que en los distintos planes estratégicos (objetivos de desarrollo en general y de fomento de CTI en particular que se rescatan en el apartado anterior del presente capítulo) se destacan como prioridad. Entre los ejemplos notables de fuentes de recursos y de actores con función estratégica en el apoyo al capital humano vinculado a CTI se pueden considerar Colciencias, SENA a nivel nacional y Ruta N a nivel local.

E. El sistema empresarial local

Pensando no solo en el contexto urbano local sino también en el sistema territorial regional, a finales de 2011 Antioquia tenía 132.999 empresas registradas en las 5 Cámaras de Comercio del Departamento; 71.5% de las firmas se ubicaban en Medellín y el Valle de Aburrá; para 2012 la Cámara de Comercio de Medellín reportó 90.320 empresas renovadas y matriculadas. (Vargas et. al., 2013).

Como se evidencia en la introducción del **Capítulo 4**, considerando las inversiones en I+D se pone de manifiesto que Colombia se encuentra muy rezagada frente al resto de América Latina, y en particular es bajo el nivel de inversiones del sector privado. En Antioquia son las universidades las que lideran las actividades de ciencia, tecnología e investigación (ACTI) participando en la ejecución de la inversión en un 47%, mientras que en segundo lugar están las empresas privadas participando en la ejecución del 26% de dichas actividades. Además, es significativo el dato tendencial de senda decreciente, ya que en Antioquia la participación en inversión ejecutada por las empresas en este tipo especial de actividades pasó de 44% en el 2000 a 26% en el 2010, mientras que por el lado de las instituciones de educación superior la participación se ha mantenido relativamente constante. En Colombia, la caída en la participación de las empresas privadas fue menor pasando de 47.4% en el 2000 a 34.6% en el 2012 siendo, sin embargo, las empresas quienes continúan liderando la participación en la inversión en ACTI (fuente OCyT, 2013).

La necesidad de actuar sobre el desarrollo del capital humano de las empresas en temas de CTI en Medellín y Antioquia, es una necesidad evidente prioritaria para contribuir a modificar estas características y contrarrestar las sendas actuales en una perspectiva de mediano y largo plazo. Asimismo, no es suficiente pensar solo en las empresas líderes y de alta intensidad de conocimiento, que obviamente son la apuesta estratégica determinante, sino en el sistema empresarial en su conjunto. El objetivo de llegar a ser líder en la innovación a finales de la década conlleva la capacidad de establecer un entorno favorable para generar aquellas dinámicas ecosistémicas que son condición imprescindible para alcanzar dicho ambicioso objetivo. Es en conclusión mandatorio actuar sobre cada nivel del sistema empresarial, induciendo una evolución cultural que abarque todos los actores de la economía y de la sociedad local.

En cuanto a las empresas que lideran el sistema industrial local en Medellín, como se profundizará en el **Capítulo 4**, cabe mencionar a algunas de las empresas más grandes de Colombia, las cuales tienen programas e inversiones importantes en materia de CTI. Entre otras, cabe señalar el rol destacado de Empresas Públicas de Medellín (EPM), que es una de las entidades que inyectan más recursos en el sistema local de innovación, comprometiéndose a invertir el 7% de los excedentes ordinarios de la empresa en operaciones de CTI de interés para el municipio. A estas empresas se suman otras empresas internacionales que han establecido sedes en la región. Asimismo, cada vez más empresas internacionales manifiestan un interés en

establecer sedes en Medellín a través de la estrategia de *Landing* de Ruta N (véase el **Capítulo 6**).

En conjunto, cabe destacar la indudable función dinamizadora de las empresas grandes, internacionales, de reciente establecimiento, de alto contenido de conocimiento y tecnológico en Medellín, así como también las inversiones de éstas en CTI en la economía local. Esta dinámica puede cumplir con una función de estímulo, en cierta medida ya observable, promoviendo el sistema de la formación local para que logre a su vez corresponder a una demanda creciente de personal calificado y de talentos, a través de una oferta cada vez más diseñada a medida.

Sin embargo, como se acaba de observar y es bien conocido, el sistema empresarial de Medellín y de Antioquia está basado de forma prevalente en empresas micro o pequeñas, con muy limitada o ausente capacidad de innovación, cuyos empresarios, gerentes y empleados, no llegan a beneficiarse de procesos de formación o aprendizaje tecnológico, ni de una cultura innovadora.

Resulta una brecha entre esto dos sub-sistemas con poco intercambio lo que afecta el sistema en su conjunto, donde las pequeñas y micro empresas de sectores más tradicionales durante las décadas recientes han perdido su competitividad y en su mayoría – posiblemente también debido a que carecen de los niveles de calificación de sus empleados, dirigentes y los mismos empresarios – no logran beneficiarse de las oportunidades que la innovación ofrece, ni siquiera de conectarse con los centros CTI que en Medellín y en la región están ya presentes. Para favorecer la generación de una dinámica recíprocamente benéfica, es necesario establecer un sistema más permeable, donde sea más fácil el contagio positivo de conocimiento.

Entre las precondiciones necesarias se encuentra la posibilidad de contar con un sistema de calificación de los recursos humanos en temas de innovación, que abarque los niveles de formación secundaria y técnica, y no solamente la especialización de alto o altísimo nivel.

Concluyendo esta lectura del sistema empresarial local con punto de perspectiva visual del capital humano, es necesario entonces poder actuar de manera diferenciada, tomando en cuenta medidas distintas conforme a las distintas características de las empresas: MIPYMEs, empresas grandes, start-ups tecnológicos, etc.

Asimismo, implica la capacidad de entender de qué manera cada actor del ecosistema local pueda lograr intervenir de forma sinérgica con los demás, aportando los resultados de sus respectivas funciones e idealmente complementándose.

F. Articulación entre los distintos actores y gobernanza multi-nivel

Actualmente se observa la confluencia de distintos tipos de diseño institucional, diferentes apuestas, diferentes discursos y diferentes visiones. Esta diversidad se ha dado en más de 20 años de esfuerzos desde diferentes entidades nacionales, departamentales y locales, hasta llegar a un escenario típico de un entorno de gobernanza con múltiples responsables públicos y privados. Esta compleja dinámica se refleja en el específico caso del sector educativo y de construcción de talentos (basta pensar en los grupos de investigación que suman 738 catalogados por Colciencias⁸) donde Medellín cuenta con aproximadamente 30 instituciones de educación superior públicas y privadas. Para que esta realidad dinámica pueda realmente expresar su potencial es necesario buscar formas de gobernanza flexibles y adaptables pero efectivas que, a partir de una mayor eficiencia en el “gobierno” de las interconexiones “verticales” entre los niveles institucionales nacional, regional y local, estimulen la articulación horizontal.

⁸ Véase el **Capítulo 3**, apartado *Las Universidades y grupos de investigación de Medellín* donde se encuentra un análisis detallado de estos grupos.

El logro de una tal articulación “horizontal” entre las varias instancias y actores que cumplen con papeles distintos, algunas veces complementarios y muy a menudo superpuestos, en el ecosistema de CTI en Medellín es una de las problemáticas del sistema. La llamada capacidad instalada sobre los distintos temas relevantes resulta evidente, por ejemplo, en la alta capacidad de generar proyectos que concurren a los recursos de Colciencias. Sin embargo, no resultan suficientes los esfuerzos, notables y apreciables, de articulación y concertación interinstitucional que se han constituido a nivel municipal y de departamento (G8, Sapiencia, CUEE, etc.), pues estos pueden efectivamente considerarse experiencias previas pero es indudable que todavía es evidente la debilidad de “operar como sistema”.

Como consecuencia sigue dándose una insuficiente articulación entre los distintos actores, que es particularmente evidente en el caso de las instituciones de formación; y que a su vez resulta en una debilidad sistémica que no permite aprovechar de forma efectiva el potencial que éstos conllevan a efectos de generar un verdadero “sistema” que logre tener un impacto importante y permanente en el desarrollo de habilidades y de valorización de los talentos.

Considerando las instituciones de la formación secundaria y superior - la arena de generación de habilidades y talentos - la problemática es especialmente sensible ya que el pretender concretar un ecosistema de la innovación, que es la ambición subyacente al Plan CTI de Medellín, requiere estructurar vínculos efectivos, conformando una red entre los distintos actores que cumplen un papel en el tema del desarrollo del capital humano a nivel local. Esta “red molecular”, adaptiva y flexible, debe volverse un agente dinamizador – rol de particular sensibilidad en una perspectiva de medio y largo plazo – de un tal ecosistema.

Cabe señalar que la necesidad de poder contar con un ecosistema de innovación local funcionando, que cuente con una efectiva y reconocida gobernanza, es también esencial si consideramos la proyección de Medellín en el contexto internacional.

La inserción en las redes internacionales del conocimiento es hoy en día más fácil que nunca, en varios casos es una realidad que ya es aprovechada por parte de las empresas tecnológicas y de las instituciones CTI presentes en Medellín.

Esta apertura y presencia activa en el contexto global, sin embargo, hoy en día es más una necesidad vital para estos actores que una simple oportunidad, y la participación en las redes a nivel internacional estimula la generación de habilidades y de talentos en el mismo contexto local, que puedan actuar como facilitadores y enlaces en estos procesos.

Complementariamente a través de la inserción en las redes globales se presenta la oportunidad de atraer a Medellín, no solo inversiones intensivas en CTI (para mayor información ver el **Capítulo 6**), sino también talentos y expertos internacionales que traigan sus conocimientos y fertilicen el tejido local de CTI. Asimismo, se presenta la oportunidad de beneficiarse de los talentos locales expatriados, sea favoreciendo su retorno que aprovechando el contacto con ellos como puntos de enlace con las realidades internacionales donde se han insertado profesionalmente.

Todo lo anterior, sin embargo, puede efectivamente generar efectos sistémicos, y no solo ofrecer oportunidades puntuales y accidentales siempre y cuando se cuente con una verdadera dinámica de conjunto, con cada actor consciente de sus fortalezas y debilidades frente a la competencia global y capaz de encarar el desafío de ser un actor competitivo en el escenario internacional. Evidente desde este punto de vista, una vez más, el tema del fortalecimiento del capital humano disponible y de las habilidades individuales. Un ejemplo destacado, quizás aparentemente secundario, es el tema del bilingüismo, reconociéndose la familiaridad del idioma inglés por ser un tema de capacitación importante, tan importante que ya en el año 2008 la Gobernación de Antioquia lanzó el “Programa Antioquia Bilingüe”.

Análisis DAFO

Desde el diagnóstico llevado a cabo considerando las características del sistema local CTI de Medellín con respecto al rol determinante que el capital humano cumple en su desarrollo y fortalecimiento, en la Tabla a continuación se resumen los factores de fortaleza, debilidad, oportunidad y amenaza identificados.

Tabla 1. Análisis DAFO

<p>Fortalezas</p> <ul style="list-style-type: none"> - Ambiciosa visión estratégica hacia el desarrollo de las capacidades CTI de Medellín y diseño de política coherente, condiciones previas para un sistema local de innovación donde el capital humano y la generación de habilidades cumplen un papel determinante. - Sistema consolidado de instituciones de educación, capacitación e investigación calificadas y reconocidas que aportan recursos humanos calificados en CTI. - Compromiso convergente a nivel nacional, regional y local para generar capacidades y habilidades requeridas para el sistema local de innovación en Medellín. - Presencia de empresas líderes de alto contenido de innovación que estimulan el sistema local de oferta formativa, sobre todo terciaria y avanzada. 	<p>Oportunidades</p> <ul style="list-style-type: none"> - Inserción del “sistema Medellín” en el contexto de la globalización de los sistemas de CTI y consiguiente potencial de fortalecer el capital humano. - Disponibilidad de recursos: i. para el fortalecimiento de la oferta de capacidades, habilidades y talentos en CTI; ii. de forma simétrica, para el impulso a la demanda de empleo calificado.
<p>Debilidades</p> <ul style="list-style-type: none"> - Débil articulación entre las distintas instituciones formativas locales y entre estas y el mercado laboral. - La gobernanza multinivel que debería respaldar el sistema de innovación local no logra concretarse en acciones efectivas. - Brecha entre las empresas de punta – multinacionales o “multilatinas” - y la mayoría de las firmas - MIPYMEs - presentes en Medellín. - Limitada circulación de recursos humanos entre los actores de la triple hélice y débil efecto derrame a nivel de compartición de conocimientos. 	<p>Amenazas</p> <ul style="list-style-type: none"> - Prevalencia de una dinámica “centrífuga” y de competencia disruptiva entre los actores locales implicados en la generación, fortalecimiento y aprovechamiento, del “capital humano”. - Inestabilidad política y desarticulación institucional que favorece una actitud orientada al “corto plazo” debilitando las acciones de mayor envergadura orientadas al desarrollo, fortalecimiento y consolidación estructurales del capital humano para el sistema CTI local.

Medellín se encuentra en la condición favorable, por un lado, de haber asumido una orientación estratégica alineada con la tendencia internacional que reconoce la innovación como factor determinante para la competitividad; y por otro, de contar con la disponibilidad de recursos – de origen nacional, regional y local - para actuar sobre los factores de debilidad estructural del sistema de la formación y del capital humano, de manera tal de poder generar un impacto en el mediano y largo plazo:

- Fortaleciendo la calidad de la educación secundaria con el fin de modificar las condiciones de “pirámide invertida”, donde se están generando más posgraduados que profesionales de nivel secundario, y la oferta de personal calificado para las empresas carece de especialistas profesionalizados;

- Fortaleciendo la capacidad de las instituciones educativas y formativas para orientar y adaptar efectivamente su oferta formativa (secundaria y superior) con base en la demanda real expresada por las empresas y las instituciones CTI; y
- Preparando profesionalmente y manteniendo actualizada la calificación profesional – sea en el periodo escolar, sea a través de formación permanente – de los operadores de los procesos de innovación en las empresas, en los organismos especializados, y en el sector gubernamental.

Recomendaciones

Las recomendaciones que se proponen a continuación se enmarcan y se ponen en una lógica de continuidad con las recomendaciones en materia de recursos humanos para CTI destacadas en el estudio de la OCDE sobre políticas de innovación nacionales, de las que en buena medida constituyen una traducción y actualización a las condiciones específicas que caracterizan el sistema local de Medellín.

Las recomendaciones que proponemos a continuación bajo el tema de la creación, atracción, retención y desarrollo de talento humano calificado para CTI están estrechamente vinculadas con los elementos que se destacan en el **Capítulo 3**, en el apartado correspondiente a la inversión en actividades de I+D. Una lectura ordenada de esos dos párrafos permite contar con un marco de referencia más completo, ya que los dos temas tienen evidentes implicaciones mutuas.

Como premisa hay que considerar que el tema del presente Capítulo es el cruce entre las políticas dirigidas a la generación de capital humano calificado y las políticas activas de inserción laboral. A estos dos ámbitos se refieren las recomendaciones que se proponen en este apartado.

Generación de capital humano calificado

A este tema se reconducen las acciones de generación de nuevas capacidades (sobre todo educación superior, universitaria y posgrado); de mejora continua de las capacidades existentes (formación, recalificación y reorientación de las capacidades, etc.); de fortalecimiento de calificación de los emprendedores y de los managers (orientación y apertura hacia la innovación, redes de los emprendedores innovadores, etc.).

Las recomendaciones identificadas para Medellín y Antioquia se dirigen hacia:

- Desarrollar un Plan de Acción para el Capital Humano. Integrar las medidas y las acciones emprendidas para la calificación de las capacidades y las habilidades para CTI bajo una lógica sistémica que considere el factor capital humano como un tema complejo que requiere una visión de conjunto.
- Fortalecer la articulación entre los actores de la oferta de la educación. Empezar acciones orientadas a establecer un sistema de articulación entre los actores locales de la educación, de la formación, del gobierno y de las empresas, para asegurar el gobierno de acciones sinérgicas concernientes a los factores relacionados con el capital humano hacia la CTI que persistan en el tiempo.
- Generar capital humano calificado en CTI en todas las empresas. Desarrollo y fortalecimiento del capital humano, considerando acciones diferenciadas y específicamente diseñadas a la medida para las distintas tipologías de empresas, de sector, nivel tecnológico, propensión hacia la innovación, tamaño.

Políticas activas de inserción laboral

Con respecto a las políticas laborales, tema que abarca una cantidad de medidas posibles, el enfoque es hacia la generación de oportunidades orientadas, por un lado, a las empresas para facilitar la inserción de personal calificado; y por otro, al fortalecimiento del sistema local de apoyo a la innovación (agencias, centros de CTI públicos y privados, unidades de servicios y transferencia tecnológica) que requiere empleo calificado.

La inserción laboral "avanzada" conlleva también todas las medidas necesarias para facilitar el establecimiento de un vínculo virtuoso entre la oferta y la demanda de personal calificado (considerando varias medidas de forma integral: pasantías, sistemas de aprendizaje avanzado en empresa, facilitación del intercambio de personal entre los centros CTI, las universidades, las empresas dinámicas, etc.).

Complementariamente a los elementos ya mencionados, se debe contar además con dinámicas virtuosas de generación de demanda para empleo calificado como resultado inducido "indirectamente" por las políticas y las acciones concebidas bajo los otros temas que se están desarrollando alrededor del sistema de innovación en Medellín (de manera ejemplar considerando que en los **Capítulos 3 y 6** se destacan recomendaciones referidas al tema "internacionalización"; resulta evidente que abordar este tema genera la necesidad de capacidades específicas en los distintos actores implicados para poder actuar de manera eficiente). Es preciso considerar que la dinamización del sistema local de innovación, a través de un conjunto de acciones específicas, estimula la demanda de capital humano y de conocimientos específicos que hay que interceptar orientando tempestivamente acciones "formativas" y de inserción laboral correspondientes.

Con respecto a la demanda de nuevas capacidades que se va generando a lo largo que se emprenden acciones orientadas a generar y fortalecer el sistema local de innovación de Medellín, cabe resaltar un factor estratégicamente relevante: generar recursos humanos calificados – sobre todo de alto nivel de competencia – precisa tiempo, y conlleva un desfase, algunas veces crítico, entre el momento en que se detecta una necesidad específica para la cual no existe oferta suficiente y el tiempo en que se logra haber generado esta capacidad, a través de acciones formativas específicas.

Las recomendaciones identificadas se dirigen hacia:

- Generar la demanda para capital humano orientado a la innovación. Estimular todas las empresas (no solo aquellas de alto contenido tecnológico y de conocimiento, sino el sistema empresarial local en su conjunto) para que consideren la adquisición de recursos humanos calificados hacia la innovación, la formación continua de los empresarios, de los empleados, y de la mano de obra como prioridad permanente de inversión estratégica.
- Mejorar la articulación entre oferta y demanda de personal cualificado. Es preciso, a través del conjunto de acciones sistémicas orientadas hacia CTI, mejorar la capacidad de detectar las necesidades de las empresas para capital humano calificado, considerando también la demanda implícita y potencial no expresada. Esta demanda tiende a aumentar estimulando las dinámicas innovadoras en las empresas. Asimismo, se requiere orientar la oferta para personal calificado, de manera que corresponda a la demanda emergente.

A continuación se desarrollan en mayor profundidad las recomendaciones propuestas:

i. i. Desarrollar un Plan de Acción para el Capital Humano

Para generar una dinámica virtuosa en materia de capital humano calificado que se mantenga en el tiempo es necesario enmarcar las acciones para emprender una perspectiva estratégica de medio y largo plazo.

Se requiere entonces diseñar y establecer un *plan de acción* sobre el capital humano y los talentos para la innovación en Medellín, que contemple todos los niveles de las instituciones educativas desde la escuela primaria hasta las universidades. Las experiencias internacionales nos enseñan que la cultura de la innovación, así como también aquella del espíritu emprendedor, se puede impulsar desde los primeros años del ciclo de la educación. Hay que considerar que la generación de capital humano y talentos es un proceso de largo alcance que requiere emprender un conjunto de acciones cuyos resultados se producen bajo una perspectiva plurianual.

Tomando en cuenta las recomendaciones específicas sobre el capital humano del estudio nacional de la OCDE, el plan de acción se considera una medida útil para definir una referencia estratégica de largo alcance compartida para encarar algunos elementos que son de importancia destacada para los ambiciosos objetivos planteados para Medellín como ecosistema de la innovación. Ello con el fin de concretar el esfuerzo de articulación entre los distintos actores. Nos referimos en particular a:

- Mejorar el desempeño de los organismos de tecnología e investigación en la transferencia de tecnología a las empresas mediante el movimiento de capital humano facilitando la movilidad y el intercambio del personal especializado en procesos de CTI entre las universidades, las instituciones de educación técnica y profesional, los institutos de investigación y tecnología, las agencias de innovación (centros tecnológicos y de transferencia, IEBTA, Tecnova, CTA etc.) y las empresas.
- Asegurar que la oferta de educación técnica superior esté alineada con las necesidades actuales y futuras de la industria local, fortaleciendo la oferta de titulaciones técnicas/profesionales alineada con la demanda de las empresas, y estimulando asimismo un rol proactivo de estas en volverse creadoras de capital humano relacionado con la innovación que emplean o que necesitan;
- Desarrollar mecanismos e incentivos que estimulen a las empresas a invertir en capacidades de innovación de nivel medio y alto como parte del conjunto de acciones orientadas a elevar el nivel de I+D en el sector empresarial.

Este plan de acción conformará parte de la implementación del Plan CTI de Medellín, donde ya está contemplado entre los cuatro programas estratégicos, y se deberá concebir como parte integrada y coherente en el marco de la estrategia de especialización inteligente que en este informe se propone entre los ejes estratégicos transversales de la nueva agenda para las políticas de la innovación en Medellín⁹.

En el plan de acción se recomienda contemplar, *adicionalmente* a las actividades que ya se prevén en el Programa Estratégico 1 del Plan de CTI¹⁰, algunos aspectos relevantes para Medellín.

⁹ Véanse el **Capítulo 1** para el planteamiento conceptual de los ejes estratégicos transversales y el **Capítulo 5** - primera recomendación - para más detalles sobre el concepto de la Estrategia de Especialización Inteligente.

¹⁰ El Programa Estratégico 1 “Formación y actualización permanente del recurso humano en ciencia, tecnología e innovación.” del Plan CTI, prevé la siguientes actividades:

- Entrenamiento a jóvenes investigadores
- Estabilizar el número de personal que realiza investigación aplicada
- Establecimiento de esquemas de entrenamiento permanente a los investigadores
- Crear y mantener ambientes de trabajo que favorezcan el desarrollo humano

El desarrollo de capital humano, de los talentos en CTI, y de emprendimientos basados en conocimiento y avance en la tecnología, no se genera únicamente a través de una formación codificada y académica. El impulso más frecuente hacia soluciones innovadoras, sobre todo en las empresas más pequeñas, no es resultado de procesos formalizados sino de la acumulación progresiva de pequeñas mejoras continuas, hablándose muy a menudo de innovación incremental en oposición a la innovación radical (Euler, 2013, Davila et al. 2005). En Antioquia el tipo de innovación que más se necesita no es la alta tecnología, el conocimiento basado en la investigación producida en los centros y laboratorios de investigación sofisticados, sino las mejoras incrementales en la forma en que los productos se fabrican y comercializan en empresas de baja y media tecnología, que aún constituyen la mayor parte de la economía local (Brunner et al., 2012). Los dos enfoques, representados en la Tabla a continuación, en realidad no se deberían considerar en contraste, más bien el plan de acción deberá contemplarlos de forma complementaria y mutuamente entrecruzados.

Tabla 2. Innovación Incremental y Radical

Definición de Innovación Radical	Definición de Innovación Incremental
Nueva al mundo	Nueva para la empresa
Proporciona un cambio radical en la mejora del rendimiento	Proporciona una mejora gradual de rendimiento
Requiere nuevas competencias, habilidades o conocimientos	Utiliza las competencias y los procesos existentes
Destruye las competencias organizacionales existentes	Mejora las competencias organizacionales existentes
Alto riesgo	Bajo riesgo
Requiere un cambio en el modelo de negocio	Funciona dentro del modelo de negocio existente
La innovación radical que ofrece el desarrollo sostenible requiere un cambio social y sistémica	Perpetúa las prácticas sociales existentes
Desafía las reglas del status quo y por lo tanto conduce a la identificación de la resistencia sistémica al cambio	No desafía el status quo sistémico, y por lo tanto podrán ser adoptadas con poca resistencia

Fuente: Elaboración propia desde Davila et al. 2005

Las lecciones aprendidas en muchas de las experiencias de “formación técnica dual” a nivel internacional, con intercambios y aprendices entre institución educacional y empresa, efectivamente permiten beneficiarse de las experiencias basadas en una sensibilidad hacia la innovación “codificada” así como también aquella informal madurada “espontáneamente” en las empresas. Es notable al respecto el caso alemán de Educación y Formación Profesional (EFP), internacionalmente bien conocido y destacado ya que representa de alguna forma uno de los *referentes* internacionales de sistemas de EFP y también ha sido considerado por el SENA y su programas (ej.: Servicio Nacional de Aprendizaje y Sistema de Gestión de Conocimiento), y el caso de EFP danés. En ambos casos internacionales el concepto básico es el intercambio, a lo largo del programa de educación técnica, entre actividad didáctica y experiencia en la empresa.

-
- Promover la transferencia de los resultados de las investigaciones a las empresas, de tal forma que los productos generados estén en el mercado en corto tiempo
 - Crear contratos estables para las personas dedicadas a la investigación
 - Apoyo a los investigadores que presenten nuevos productos y nuevos modelos de negocio
 - Creación de un grupo transnacional de investigación
 - Adquirir equipos especializados de punta para la investigación
 - Evaluación permanente de las facilidades para la investigación.

Recuadro 3. El sistema de educación y formación técnica dual de Alemania

El sistema alemán de formación profesional se basa en la combinación de cursos presenciales y de experiencias en negocios, teoría y práctica, aprendizaje y trabajo, y se ha demostrado ser un sistema eficaz para la formación profesional.

El sistema dual de EFP es parte estructural del sistema educativo alemán y su característica esencial es la cooperación entre las empresas por un lado, y las escuelas públicas de formación profesional por otro. Esta cooperación está regulada por la ley (Ley de Reforma de la EFP 2005) con el Instituto Federal de la Formación Profesional (BIBB) y está dedicado a la mejora continua del sistema.

El término "dual" denota de forma complementaria una situación específica constitutiva de Alemania, donde el gobierno federal es responsable de la formación profesional en las empresas, y los estados federados (Länder) están a cargo de las escuelas de formación profesional.

En general, el reto es considerar la formación profesional como un medio para alcanzar un triple propósito, punto de referencia central para el sistema alemán de EFP, que consiste en promover:

1. la productividad económica;
2. la integración social;
3. el desarrollo individual.

En Alemania en la actualidad se cuentan alrededor de 350 estándares profesionales reconocidos oficialmente. Ellos son un elemento central del sistema alemán de formación profesional. A pesar de que estén definidos en la ley estatal, los actores privados del comercio y de la industria también juegan un papel decisivo en su formulación.

Más del 50 por ciento de todos los estudiantes de la escuela secundaria deciden, en lugar de continuar una carrera universitaria, proseguir una formación profesional, y muchas empresas igualmente participan en cursos de formación profesional continua. Bajo el esquema dual, las empresas proporcionan formación de manera voluntaria, frecuentemente sosteniendo directamente los costos de la misma.

El principal beneficio para los alumnos es el de recibir la formación pertinente a la demanda laboral mejorando sus posibilidades de empleo, mejorando simultáneamente las habilidades sociales y el desarrollo de la personalidad a través de la experiencia teórico-práctica directa. Por último, el Estado también se beneficia del sistema dual aliviando la carga sobre el presupuesto público gracias a la participación de las empresas y asegurando que la fuerza de trabajo se mantenga profesionalmente actualizada.

Fuente: Elaboración propia a partir de Euler (2013). Para más información véase: <http://www.germany.info/>, <http://www.bmbf.de/en/>

Recuadro 4. El sistema de educación y formación técnica dual de Dinamarca

El sistema de EFP danesa forma parte del sistema general de educación de la juventud, y tiene como objetivo desarrollar las aptitudes generales, personales y profesionales de los jóvenes. Los objetivos generales de la formación profesional están establecidos en la Ley de Educación y Formación Profesional. Según ellos, el objetivo de los programas no es únicamente proporcionar a los alumnos una cualificación profesional, reconocida oficialmente y correspondiente a la demanda del mercado laboral, sino también proporcionarles cualificaciones generales y personales que abran posibilidades a los alumnos para el aprendizaje permanente y la ciudadanía activa.

El sistema se basa en tres principios fundamentales:

1. El principio de la formación dual, es decir, períodos en la escuela se alternan con períodos de formación en una empresa. Este principio garantiza que los alumnos adquieran conocimientos teóricos y prácticos, generales y específicos que son demandados por el mercado laboral;
2. El principio de la participación de los interlocutores sociales, en el que los interlocutores sociales participen directamente en la toma de decisiones en general y en el funcionamiento diario del sistema de formación profesional; y
3. El principio de la educación permanente: el sistema es muy flexible, y ofrece a los estudiantes la posibilidad de participar de una cualificación en un cierto momento, y luego de volver al sistema de la FP adquiriendo cualificaciones adicionales con el fin de acceder a la educación postsecundaria y superior. Por otra parte, la formación profesional y la formación profesional continua (FPC) se integran, con el fin de asegurar la coherencia entre distintos niveles de cualificación y competencia.

Fuente: Pagina web del Ministerio de Educación de Dinamarca <http://pub.uvm.dk/2005/VET/kap01.html>

De cualquier manera, usualmente resultan ser distintas las necesidades formativas de carácter profesional si se toma en consideración un proceso que permita complementar la actividad vinculada a la educación escolar secundaria y superior, académica, y acciones directas de capacitación en las empresas y junto a ellas, las necesidades particulares de las PYMEs de Medellín y de Antioquia, y sus distintos niveles de interés – implícitos y explícitos – frente a los temas de CTI. Este factor conlleva la necesidad de adquirir o potenciar la capacidad de analizar en forma sistemática y continua las necesidades de formación, y de diseñar y ejecutar las acciones formativas de manera correspondiente.

A nivel nacional, en el estudio de la OCDE sobre la política de innovación se recomienda fortalecer la “inteligencia estratégica”, una base sólida para el “análisis de cuellos de botella” en el desempeño general del sistema de innovación, recomendando la creación de una unidad de alto nivel dentro de Colciencias, u otra entidad apropiada, para la análisis y la identificación de las necesidades de competencias. En el caso específico de Medellín y como parte destacada del plan de acción, se recomienda la creación de un *Observatorio*; es decir, un sistema integrado de análisis, monitoreo y evaluación, de la evolución en Medellín del capital humano para perfiles profesionales y de competencia pertinentes a la CTI, coordinado con el nivel nacional, con un doble objetivo:

1. Captar y analizar en el curso del tiempo la evolución de las necesidades de formación y de las habilidades requeridas por las empresas, que permita orientar la definición de las prioridades y de las modalidades de acción con base en un efectivo conocimiento de la demanda detectada de forma sistemática;
2. Monitorear y evaluar los recursos humanos, las capacidades y habilidades en CTI existentes en Medellín; este sistema de inteligencia debería permitir verificar los progresos hechos en la generación de altos niveles de empleo cualificado y en la creación, atracción, retención y desarrollo, de talento humano calificado para CTI.

Se recomienda además, con el objetivo de conformar un plan de acción concreto, constituir una plataforma funcional de gestión de su ejecución, aprovechando posiblemente las instancias de concertación ya existentes (por ejemplo el CUEE¹¹), para la articulación entre las varias instituciones educativas (secundarias profesionales y académicas), las instituciones de gobierno y las empresas. En la recomendación a continuación se resalta la necesidad de esta “infraestructura de gobernanza” con un sistema de actores múltiples para el plan.

¹¹ Véase el Recuadro 1

ii. Fortalecer la articulación entre los actores de la oferta de la educación

Como se ha resaltado anteriormente, la construcción y el mantenimiento del capital humano es una acción que genera beneficios sustantivos y durables en el largo plazo solamente. Es mandatorio entonces asegurar la persistencia en el tiempo de las actividades y el fortalecimiento de la articulación entre los actores locales relevantes en función de asegurar continuidad operativa y coherencia entre las acciones.

Se requiere la presencia permanente de representantes que se ocupen de capital humano en CTI en las instituciones de gobierno, las mesas de diseño de las políticas CTI, educacionales, laborales y de competitividad empresarial de nivel local, regional y nacional conformando la plataforma estratégica para el capital humano que permita superar las ineficiencias del sistema que caracterizan la condición actual.

Con base en estas consideraciones, se recomienda establecer una instancia de coordinación con el objetivo de poder contar con un sistema de coordinación horizontal y vertical permanente, involucrando oficinas de distintos niveles de gobierno, instituciones educativas y formativas, empresas y sus gremios – posiblemente otorgando el rol de facilitación y de apoyo a Ruta N.

Una función importante de este órgano colegiado será asegurar la continuidad de acción compensando posibles cambios que puedan afectar algunas de las instituciones integrantes (ej. elecciones políticas, cambios en la gerencia de las instituciones académicas, etc.).

Dicha instancia puede establecerse como nueva entidad colegiada constituida reuniendo los actores mencionados; sin embargo, considerando la cantidad de entes, mesas, grupos de coordinación ya existentes, sería posiblemente preferible atribuir esta función a una de estas instancias. Caso destacado a considerar para realizar esta función podría ser el CUEE, ya considerado como instancia a considerar en el diseño del Plan de Acción, con Ruta N operando como secretariado técnico.

Definiendo detalladamente los objetivos, responsabilidades, modalidades de trabajo, procedimientos, etc., esta instancia actuaría como un “Comité de seguimiento” para la ejecución del Plan de Acción. Esta instancia asumiría la función de facilitar el *matching* entre demanda y oferta de recursos humanos en CTI y el intercambio de informaciones sobre la implementación del Plan de acción del capital humano y sus distintas actividades.

Dicho sistema debería permitir la concreción de las siguientes funciones:

- Formular decisiones de orientación política sobre el tema del capital humano para la CTI con base en informaciones de primera mano y en un conocimiento directo de las dinámicas actuales;
- Adaptar, por parte de las instituciones educativas públicas y privadas, los programas de estudio y de formación curricular de los alumnos en función de las necesidades emergentes en materia de CTI;
- Facilitar la coordinación y la integración de las acciones formativas y de generación de capacidades específicamente dirigidas a la CTI con las políticas, los programas y las instituciones educativas generales de nivel nacional, regional y local reduciendo las ineficiencias actuales (transición entre el colegio y la universidad, debilidades en la generación de perfiles técnicos-profesionales, destacados en el estudio OCDE de nivel nacional y relevantes para el caso de Medellín también);

- Expresar y actualizar, por parte de las empresas a través de sus gremios, las necesidades de CTI y de recursos humanos que actualmente requieren de mayor atención; y
- Actuar como instancia facilitadora, principalmente a través de las agencias gubernamentales e intersectoriales (Ruta N en primer lugar), proporcionando informaciones actualizadas, monitoreando todo el proceso de formación y canalizando a nivel local – directamente con acciones de información y sensibilización – las iniciativas que corresponden a los programas nacionales (ej.: Colciencias).

iii. *Generar capital humano calificado en CTI en todas las empresas*

En la primera parte de este capítulo se ha evidenciado que el sistema empresarial de Medellín y de Antioquia está compuesto por una minoría de empresas que cuentan con una visión propia hacia la innovación y, por ser de gran tamaño o de sectores a alto contenido de conocimiento, marcan la pauta del sistema de innovación local. Más del 90% de las empresas locales son micro y pequeñas, y se quedan afuera de cualquier proceso de innovación codificado.

Las empresas líderes ya están activas e invirtiendo en el fortalecimiento de sus recursos humanos, cooperando con las instituciones educativas y siendo atendidas por las agencias y los programas que, por efecto de la visión estratégica que se ha dado a la innovación en Medellín, se han desarrollado a nivel local.

Las demás empresas, por el contrario, tienden a ser relictantes con respecto a emprender inversiones para su capital humano: limitantes de recursos, de conocimientos, de visión estratégica, de cultura empresarial y, por lo tanto, afectan negativamente la inserción o el crecimiento de recursos humanos más calificados, en particular medida si estos están vinculados a temas de innovación.

Es evidente que la estrategia orientada a los dos grupos de empresas es muy distinta y las posibles acciones a emprender son respectivamente diferentes.

Para las *empresas líderes*, y a alta concentración de conocimiento e innovación, se recomienda:

- Empeñar o fortalecer medidas primariamente orientadas a asegurar que la oferta local de recursos humanos calificados (investigadores, técnicos, expertos de procesos de innovación, especialistas sectoriales, etc.) corresponda a las necesidades de las empresas; estableciendo un sistema de monitoreo del capital humano y de las necesidades de capacidades para la innovación (véase la primera recomendación sobre el sistema integrado de análisis, monitoreo y evaluación, de la evolución en Medellín del capital humano de CTI);
- Facilitar la cooperación entre empresas e instituciones de educación locales para diseñar currículos coherentes con las necesidades específicas de estas empresas y fortalecer el enlace permanente universidad - empresa; a nivel internacional un ejemplo destacado es el caso canadiense de la Universidad cooperativa de Waterloo, basada en un compromiso cooperativo entre universidad y empresas, donde la formación académica se complementa con el trabajo presencial en una empresa;
- Facilitar iniciativas específicas de capacitación – bajo esquemas de capacitación permanente - para el personal empleado en las empresas, a través de la cooperación con las instituciones educativas secundarias y superiores (considerando los ejemplos internacionales de educación profesional dual, véase el caso danés ya nombrado de formación profesional continua); y
- Favorecer, a través de programas específicos, la movilidad de personal local calificado en CTI entre las empresas y los centros de I+D para actividades dedicadas a proyectos

de innovación, a manera de facilitar el intercambio de conocimientos, visiones, experiencias.

Recuadro 5. La Universidad cooperativa de Waterloo en Canadá

La Universidad de Waterloo cuenta con el mayor programa de educación cooperativa en el mundo, con más de 11.000 estudiantes (60 por ciento del alumnado) y 3.000 empresarios, 281 de ellos locales, que participan en el programa cada año.

La región de Waterloo en Ontario, situada a unos 100 kilómetros al oeste de Toronto y también conocida como el Triángulo Tecnológico de Canadá (CTT), aprovecha la gran fortaleza de un mercado laboral local dinámico en gran parte resultante de una decisión estratégica tomada en la creación de la institución. El documento fundacional de la nueva universidad en el año 1957 declaró ya en aquel entonces el intento de buscar un nuevo tipo de educación a construirse sobre una base cooperativa con la industria.

Todavía hoy el programa de educación cooperativa de Waterloo desempeña un papel crucial en el sistema local de innovación.

La acción de la Universidad, bajo el esquema cooperativo (se cuentan 140 programas cooperativos), en colaboración con estudiantes y empresas, está dirigida a:

- Facilitar, a través de un proceso de empleo competitivo, el acceso a oportunidades de trabajo significativas relacionadas con los estudios académicos y las aspiraciones de los estudiantes.
- Asegurar acceso a distintas oportunidades de empleo en Canadá y a nivel internacional y orientar las empresas hacia la rica disponibilidad de talentos de Waterloo.
- Apoyar a los estudiantes en la adquisición, refuerzo y mejora de sus capacidades esenciales en una economía basada en el conocimiento y en mercado laboral global.

Fuente: Página web de la Universidad de Waterloo <https://uwaterloo.ca/co-operative-education/> y <http://www.cecs.uwaterloo.ca/about>

En el caso de las *otras empresas*, básicamente micro y pequeñas, es preciso estimular su capacidad para que adquieran la sensibilidad y la atención a las ventajas de contar con capital humano apto y orientado hacia la innovación, diferenciando las modalidades de acción conforme a las distintas fases de su desarrollo: empresas “tradicionales” ya existentes y consolidadas, empresas en fase de cambios estratégicos, nuevas empresas o empresas recién constituidas.

Al respecto se hacen las siguientes recomendaciones:

- Estimular la capacidad y la actitud empresarial orientada hacia la innovación a través de acciones de sensibilización y animación previa;
- Diseño de programas de formación continua para los emprendedores, directivos y empleados, como prioridad permanente; complementando la acción y estableciendo sinergias con las instituciones formativas que ya están gestionando estos programas y con las cuales se han establecido alianzas estratégicas (ej.: el SENA con sus programas de Formación Continua Especializada hacia Alianzas para el Trabajo¹²);
- Definir distintas medidas de acción orientadas a la calificación de los recursos humanos, a través de la formulación de acciones integradas de educación, capacitación y servicios de apoyo.

Un problema destacado del capital humano de las empresas es la carencia de personal formado a nivel técnico profesional y el exceso de diplomados universitarios frente a la demanda expresada por las empresas, el llamado problema de la “pirámide invertida”. Este

¹²Véase <http://www.sena.edu.co/empresarios/alianzas-para-el-trabajo/Paginas/Aliazas-para-el-Trabajo.aspx> y <http://www.sena.edu.co/empresarios/alianzas-para-el-trabajo/cualifique-el-talento-humano-de-su-empresa/Paginas/Forme-el-talento-humano-para-su-empresa.aspx>

problema fue destacado en el estudio de la OCDE sobre la política de innovación nacional, donde se considera que uno de los factores que afectan la condición actual surge de la poca importancia que se atribuye a las empresas como creadoras de capital humano y al escaso reconocimiento otorgado a los perfiles profesionales. Este problema se puede encarar por el lado de la oferta formativa y a su vez por el lado de la escasa atención hacia la función determinante que cumplen los empleados profesionales técnicos en las empresas.

Con respecto a la oferta, la institución referente de trayectoria y reconocimiento en Colombia es el ya mencionado SENA, que gestiona distintos programas de capacitación profesional, aprendizaje e inserción laboral y acciones de apoyo a la innovación tecnológica en las empresas. Entre otros, en el marco de una oferta fuertemente articulada, destacan SENNOVA – Sistema de Investigación, Desarrollo Tecnológico e Innovación y las distintas medidas de fomento a la innovación en las empresas. Asimismo el SENA cuenta con centros regionales y una presencia activa capilar en Antioquia y es aliado estratégico reconocido de Ruta N.

Se recomienda concretar la alianza estratégica entre Ruta N y SENA a nivel local en un programa, posiblemente inicialmente piloto para Medellín, de acciones coordinadas que, valorizando el enfoque estratégico y las capacidades complementarias de las dos instituciones, logre mejorar la oferta de capacidades profesionales, especialmente en aquellos sectores privilegiados en el Plan CTI (salud, energía y tecnologías de la información y la comunicación), sin olvidar sin embargo los sectores tradicionales de la economía local. Se sugiere, más que crear nuevas iniciativas o programas conjuntos, orientar los programas del SENA y las iniciativas de Ruta N existentes hacia las necesidades específicas del sistema local, fortaleciendo economías de sistema a través de un esfuerzo de articulación e integración.

De manera complementaria sería necesario emprender acciones promocionales e informativas que mejoren el reconocimiento social de los profesionales técnicos y a su vez sus ingresos. En los países europeos donde las carreras de formación profesional funcionan de manera eficiente (ejemplos citados son el caso alemán y el danés, véase los Recuadros 3 y 4); a estas calificaciones les corresponde un reconocimiento bien sea “simbólico” social o salarial. Se recomienda emprender acciones informativas y promocionales de nivel general, así como también concursos y premios para reconocer los mejores técnicos activos en las empresas locales (en este sentido el concepto desarrollado a través de la iniciativa Comuna Innova de Ruta N podría ser adaptado), emprendiendo asimismo una acción de sensibilización en las empresas al fin de asegurar el reconocimiento de una remuneración progresivamente creciente a su personal calificado.

Con respecto a recursos humanos más cualificados, sería preciso emprender acciones orientadas a generar o fortalecer el conjunto de capacidades al servicio de la innovación de cada entidad local (agencias, administraciones públicas locales, instituciones de capacitación y educación, etc.) con la función de poder contar con actores expertos en temas de CTI que puedan representar efectivamente el punto de vista de la institución a la cual pertenecen y actúen acorde a una visión sistémica compartida. Estas acciones pueden ser el resultado combinado de seminarios, talleres, eventos o iniciativas de capacitación orientadas a establecer un sentido común, un lenguaje donde cada actor pueda expresarse conforme a una visión específica de su papel en el marco del sistema local de la innovación. La capacitación de agentes de innovación que se recomienda más adelante¹³, es una medida que permitiría generar y difundir recursos humanos calificados disponibles en el sistema local y en sus instancias.

Asimismo, se considera importante buscar medidas que faciliten el intercambio de expertos entre las instituciones mencionadas – pasantías, módulos de intercambio, etc. – en función de

¹³ Véase más adelante en el presente Capítulo el apartado “Generar la demanda para capital humano orientado a la innovación”.

favorecer el mutuo entendimiento de las necesidades, de las posibilidades y del rol que cada institución puede cumplir estableciendo sinergias y formas de cooperación más eficientes.

iv. iv. Generar demanda para capital humano orientado a la innovación

Ampliar la plataforma de las empresas potencialmente interesadas y activas en innovación es una necesidad de cada sistema de CTI.

El número de las empresas innovadoras puede aumentar a nivel local en función de la realización de las siguientes acciones (para un análisis más profundo ver las ideas y conceptos desarrollados en los próximos capítulos):

- Generación de nuevos emprendimientos con alto nivel de conocimiento;
- Atracción de empresas de alto contenido de innovación y tecnológico;
- Fortalecimiento y estímulo para la evolución de las llamadas empresas “tradicionales” del sistema empresarial local impulsando la innovación.

Limitante en cada uno de estos casos es el capital humano disponible en la empresa y en el contexto local. Esto conlleva a definir distintas medidas de acción, con respecto al tema de la formación de recursos humanos, que en cada caso requieren no solo la presencia de instituciones educativas y formativas de buen nivel, sino también contar con servicios de apoyo eficientes para las empresas a nivel local.

Ejemplos de estos servicios de apoyo abarcan:

- El desarrollo de programas de diagnóstico y vigilancia tecnológicos para la mejora del desempeño de las pequeñas empresas;
- El acompañamiento en la creación de *start-ups* “no” tecnológicas para que incorporen los valores de la CTI (también en sectores “rezagados” o tradicionales);
- Apoyo a las *start-ups* tecnológicas para que valoren y mejoren las capacidades de gestión de la innovación y de la empresa (estas medidas pueden incluir el esquema de los “gerentes de la innovación a contrato”, donde se proveen recursos o esquemas de subsidio para contratar expertos que apoyen el lanzamiento de la empresa);
- Estímulo a la generación de dinámicas asociativas entre empresas, y entre ellas y los centros de CTI para proyectos de I+D conjuntos;
- Apoyo a inversionistas externos para encontrar personal calificado.

Muy a menudo proveer estos servicios permite identificar necesidades específicas de capacitación en función de contribuir a generar una demanda para recursos humanos calificados.

La identificación y el diagnóstico de estas necesidades para ser efectivas deberán enmarcarse en un proceso codificado que se traduzca en la formulación de una demanda detallada a la cual corresponda una oferta efectiva por parte de las instituciones de capacitación y educación a través de iniciativas que cofinancien, en el marco de proyectos empresariales de innovación o de apoyo a las *start-ups*, acciones de formación y aprendizaje específicas diseñadas a la medida. La sinergia entre Ruta N y SENA, a través de un programa específico de colaboración que se sugiere en el párrafo anterior, es un ejemplo de cómo se podría actuar concretamente a este respecto.

La ejecución de todas estas acciones requiere contar con un conjunto de capacidades y habilidades en el mercado de la consultoría, en las universidades, en las incubadoras de empresas, en los organismos de gestión de los clústeres, en las agencias, etc., para que se rinda disponible una dotación de recursos humanos esenciales para alcanzar un sistema CTI funcional y altamente desarrollado.

Un concepto interesante que se ha experimentado a nivel internacional en varios contextos, para poder generar estas capacidades y habilidades, son los programas de “*agentes de innovación*”. Bajo este concepto se contemplan las entidades que cumplen el rol de facilitar el desarrollo de la innovación en las empresas y la transferencia de tecnología (ej.: plataformas tecnológicas, centros tecnológicos, parques científicos y tecnológicos). Asimismo, se considera la disponibilidad a nivel local de personal experto, profesionales cualificados en los procesos de la innovación. Esta segunda implicación es aquella que nos parece relevante en el caso de Medellín.

Un agente de innovación es un agente que permite dentro de una empresa, donde puede ser empleado o profesional contratado temporalmente, la promoción de la cultura de la innovación, produciendo así una mejor gestión a nivel interno de las actividades de innovación e I+D.

El agente de innovación muestra las siguientes características principales:

- Posee una amplia experiencia;
- Puede formar parte de la plantilla de la empresa o bien ser externo a la organización;
- Su objetivo es que la empresa cambie su posición “pasiva” frente a la innovación y adopte un comportamiento “activo” hacia la realización de actividades de innovación.

Es decir, el agente busca que la innovación tenga un carácter proactivo al interno de la empresa, y que ésta mantenga el control sobre el proceso de innovación de forma que éste sea continuo y no espontáneo.

Lo que se recomienda en el caso de Medellín es emprender acciones específicas hacia la generación de estas capacidades y habilidades, a manera de poder contar con recursos humanos cualificados e insertados en el sistema local de la innovación, que puedan actuar de facilitadores acelerando la demanda de innovación de las empresas y de enlace con las distintas instituciones que ofrecen servicios para CTI.

Asimismo, es preciso diseñar esquemas que soporten las empresas, las MIPYMEs que espontáneamente no tienen una actitud abierta hacia la innovación en particular, para que aprovechen la disponibilidad de tales agentes de innovación, considerando también que, entre sus funciones, se requiere actuar de manera directa estimulando a las empresas para que emprendan procesos de innovación.

Dos ejemplos interesantes desde este punto de vista son el caso español de Canarias y el de Dinamarca, donde se han dado iniciativas que han tenido como enfoque respectivamente la generación y el aprovechamiento a nivel local de personal experto que actúe de facilitador de los procesos de innovación en las MIPYMEs.

Recuadro 6. La experiencia de Canarias (España) de formación de gestores de innovación

El Gobierno de Canarias, a través de la Agencia Canaria de Investigación, Innovación y Sociedad de la Información (ACIISI), ha formado en cuatro años a un total de 12.954 personas como gestores de la innovación y ha invertido 5.094.220 euros durante el periodo 2008 y 2011, lo que resulta una media de 393 euros por alumno.

Se sitúan como objetivos del programa el promover el espíritu emprendedor tanto en los profesionales como en los empresarios, en especial en aquéllos que operan en mercados maduros poco proclives al cambio en relación con la competitividad debido a una carencia de cultura de innovación. En definitiva, propiciar un cambio del modelo económico tradicional de Canarias a medio plazo sin menoscabo de los sectores estratégicos y consolidados pero aumentando el peso específico de otros emergentes no menos estratégicos para el desarrollo sostenible del archipiélago.

El Programa, dirigido a diferentes colectivos, ha sido orientado a distintos perfiles verticales de capacitación formativa:

Promotor de la Innovación: Es el perfil básico, más general y de mayor alcance. Destinado a todos los colectivos (educadores, personal técnico de empresas, mandos intermedios, egresados, inversores, profesionales, emprendedores, alumnos universitarios y de formación profesional y personal investigador); debe introducir a sus alumnos en el modelo de economía basada en el conocimiento, la estrategia de la innovación empresarial, la existencia de herramientas de diagnóstico y oferta de consultoría para la identificación de oportunidades de mejora, informándoles de los programas de ayudas y de la oferta pública y privada de prestadores de servicios para la innovación.

Agentes de la Innovación: Este perfil se presenta para dar solución a la demanda de gestores de proyectos de innovación por parte de las empresas. Dirigido a un colectivo amplio (educadores, personal técnico de empresas, mandos intermedios, egresados, inversores, profesionales, emprendedores, alumnos universitarios y de formación profesional y personal investigador) constituye el nivel inicial de gestores de la innovación. Además de los conocimientos necesarios para la redacción, presupuesto, estudio de viabilidad económica y planificación de proyectos, se adquirirán conocimientos para su ejecución y justificación económica.

Consultores de Innovación: Este perfil recoge la formación necesaria para una consultoría de innovación empresarial en el sentido usual, donde se ofertan servicios de análisis y diagnóstico, vigilancia tecnológica, identificación de oportunidades, elaboración de propuestas y redacción, planificación, ejecución y cierre de proyectos de innovación. Dirigido a recién titulados universitarios, los alumnos que superen este nivel podrán optar a prácticas formativas en empresas y en el seno de grupos de investigación universitarios.

Asesores TICs: Esta orientación de consultores se ha diseñado para formar a especialistas en el sector de las tecnologías de la información y comunicaciones que den respuesta a las necesidades empresariales en este ámbito y que puedan participar en el programa de bonos tecnológicos como proveedores de servicios. Se dirige a recién titulados universitarios con titulaciones del perfil científico-tecnológico.

Audidores de la Innovación: Este perfil de nivel superior, completa la formación generalista de los consultores de innovación con cuatro módulos específicos de auditoría de proyectos de I+D+i.

Fuente: Página web de la Agencia Canaria de Investigación, Innovación y Sociedad de la Información (ACIISI) http://agencia.itccanarias.org/es/actuaciones/2010/actuacion_formacion_gestores_innovacion.jsp

Recuadro 7. La experiencia danesa del “Technology Partnership Programme”

El TPP (Programa de colaboración en tecnología) es un sistema de intermediación de conocimientos que ayuda a las empresas innovadoras a conseguir acceso a nuevos conocimientos, y ayuda a los miembros de la red mundial de centros de conocimiento en la comercialización de sus conocimientos y la creación de vínculos cooperativos con empresas y otras instituciones.

En el verano de 2007, la Agencia Danesa para la Ciencia, Tecnología e Innovación¹⁴ puso en marcha un proyecto piloto de tres años para estimular la innovación en las pequeñas y

¹⁴ Véase página web <http://ufm.dk/en/the-minister-and-the-ministry/organisation/the-danish-agency-for-science-technology-and-innovation>

medianas empresas. El Instituto Tecnológico de Dinamarca¹⁵ fue seleccionado, junto a otras dos agencias nacionales (FORCE Technology y DELTA), para implementar el proyecto.

"Agentes de innovación" es el nombre de la iniciativa que tiene el objetivo de ofertar a las empresas un *check-up de innovación* llevado a cabo aprovechando la experiencia de los consultores de DTI actuando como agentes de innovación a disposición de las empresas. Los consultores identifican las oportunidades de desarrollo más importantes para las empresas y trabajan en estrecha colaboración con las agencias regionales de desarrollo y con las oficinas de asesoría empresarial para proporcionar a las empresas un punto de acceso único al sistema público de innovación.

Los agentes de innovación son responsables de buscar activamente a las PyMEs y luego organizar el contacto con las instituciones CTI pertinentes, y posteriormente con la empresa para llevar a cabo el programa de innovación específico.

En 2007 el Instituto Tecnológico Danés apoyó a 65 empresas en la Región Dinamarca central en el desarrollo de su nuevo programa de innovación, con un total de 4.0 millones de euros que se han destinado al proyecto piloto de agentes de la innovación.

Fuente: Página web Danish Technological Institute <http://www.dti.dk/services/technology-transfer/23577> y <http://ufm.dk/en/research-and-innovation/cooperation-between-research-and-innovation/collaboration-between-research-and-industry/innovation-agents>

v. v. **Mejorar la articulación entre oferta y demanda de personal cualificado**

Lograr que el cruce entre la demanda y la oferta de CTI sea efectivo es determinante para cualquier diseño estratégico de innovación local. En muchos casos se detectan debilidades estructurales desde este punto de vista que conllevan a que, a pesar de la disponibilidad de conocimiento a nivel local, no se logre transferir este capital a las empresas, no permitiendo su transformación en innovación y finalmente en resultados económicamente tangibles.

A nivel internacional éste es un fenómeno reconocido por ser una debilidad del sistema europeo de CTI frente a los competidores directos (EEUU en primer lugar): *“la brecha entre la generación de conocimiento básico y la posterior comercialización de este conocimiento en productos mercadeables, ha sido identificado comúnmente y se conoce en términos generales como el problema del "Valle de la muerte". Sus efectos pueden incluir no sólo el traslado de la manufactura y de la I+D hacia otros contextos (regiones o países) más favorables para cerrar esta brecha, sino también la disrupción de completas cadenas de valor con sus últimas consecuencias en la sostenibilidad de los diferentes sectores estratégicos en Europa”*¹⁶.

Para cruzar este valle se requiere construir un puente, y a nivel europeo se recomienda una estrategia que comprende tres pilares que lo sustentan:

- Un pilar centrado en la investigación tecnológica;
- Un pilar demostración del producto centrado en el desarrollo de estos a nivel de empresa;
- Un pilar de producción centrado en manufactura avanzada y de clase mundial. (EC, 2011)

Esta brecha crítica es también pertinente en el caso específico de Medellín; como resulta del diagnóstico del sistema CTI local, el diseño de una estrategia de especialización inteligente es la medida que se recomienda para poder enfrentar este desafío.

¹⁵ Véase página web <http://www.dti.dk/>

¹⁶ Véase en **Capítulo 5**, primera recomendación sobre la estrategia de especialización inteligente para más detalle sobre el diseño de una estrategia orientada a minimizar el riesgo de no lograr cerrar la brecha entre generación de conocimiento y su explotación.

Varios factores estructurales afectan los sistemas locales frente a esta problemática y varias son las acciones que se pueden emprender de manera conjunta para encarar estas debilidades. Entre ellos, la disponibilidad de capital humano es evidentemente un factor determinante para que se genere efectivamente este traspase.

Es entonces preciso facilitar el establecimiento de un vínculo virtuoso entre la oferta y la demanda de personal calificado, actuando de manera tal de contar con la disponibilidad de perfiles con experiencia y conocimiento específicos para cada función, por un lado; y de una capacidad de ellos de interactuar eficazmente entre sí a nivel de sistema, por otro.

Varias son las formas y las herramientas que se pueden adoptar, aprovechando los servicios y los recursos de financiación ya disponibles localmente en varias instituciones (Colciencias¹⁷, SENA, etc.), para asegurar que demanda y oferta de recursos humanos sean satisfechas. Se nombran algunos casos ejemplares, a veces ya considerados individualmente en las recomendaciones anteriores.

- Pasantías para investigadores y esquemas de formación superior o doctoral basados en experiencia en empresas;
- Sistemas de aprendizaje avanzado en empresa (los nombrados casos ejemplares de formación dual);
- Fortalecer la educación superior en forma cooperativa entre empresas e instituciones académicas (ver el caso de canadiense de la Universidad de Waterloo); y
- Movilidad de personal entre centros de I+D, universidades, empresas, etc.

El elemento distintivo, a efectos de generar un efectivo intercambio entre demanda y oferta, es que estas herramientas formen parte de proyectos o programas complejos hacia la innovación donde los actores de la demanda – primariamente las empresas – y aquellos que cumplen con la función de generar dichas capacidades establezcan un vínculo estable de alcance estratégico.

Un caso positivo y promisorio de estas acciones se puede reconocer en la convocatoria reciente de Ruta N “Cooperación N: Convocatoria Redes de Cooperación Internacional Plan CTI¹⁸” donde el objetivo es fortalecer las capacidades internas de los grupos de investigación, empresas e instituciones, a través de la construcción de redes de conocimiento que permitan consolidar los desarrollos derivados de proyectos de ciencia, tecnología e innovación con aliados internacionales. Bajo dicho esquema es evidente el beneficio de lograr establecer condiciones favorables de encuentro entre demanda y oferta en un contexto de redes internacionales.

Es entonces necesario precisar que el enfoque debe ser particularmente sobre el desarrollo de iniciativas que constituyan una plataforma estratégica que motive y estimule una mejor articulación entre demanda y oferta de personal calificado en CTI.

A nivel internacional se han desarrollado varias experiencias importantes dirigidas a sustentar la movilización de capital humano entre empresas, academia y centros de CTI. En el recuadro se proponen algunos casos distintivos específicos.

Recuadro 8. Experiencias de articulación entre demanda y oferta de capacidades CTI



¹⁷ Véase el **Capítulo 3**, donde se profundiza el rol de Colciencias.

¹⁸ Página web de Ruta N <http://rutanmedellin.org/index.php/es/programas-vigentes/207-cooperacion-n-plan-cti-04062014>

Universidad de Zhejiang activa en su Sistema de Innovación Regional, China

La Universidad de Zhejiang es una de las mayores universidades nacionales. Se encuentra en Hangzhou, en el círculo económico del delta del río Yangtze, la región económicamente más desarrollada de China. La Universidad forma grandes números de talentos de alta calidad correspondiendo a la demanda de desarrollo regional de los años recientes y es activa en programas de capacitación y educación específicamente diseñados para la transformación de la economía local y la modernización.

Los bonos de innovación, Países Bajos

El objetivo principal del sistema de bonos de innovación es el acercamiento de las PYME a las instituciones públicas de CTI. El bono genera dos impactos principales: primero, permite a la PYME abordar los proveedores de conocimiento con sus necesidades de innovación, oportunidad inexistente en ausencia de este tipo de incentivos; en segundo lugar, el bono es un incentivo para que los expertos de las instituciones de CTI trabajen con las PYME pues su tendencia es de interactuar con empresas de mayor tamaño o no trabajar con la industria. Como resultado, el bono de Innovación se convierte en un medio para la transferencia de conocimiento basado principalmente en la demanda.

NITEC - Apoyo a la Unidades I + D en las PYME, Portugal

NITEC intenta fomentar la creación de unidades de I + D en las PYMEs, proporcionando un subsidio de tres años para el salario del personal científico y técnico contratado. Los principales objetivos del programa NITEC (*Núcleos de Investigaçã o e Desenvolvimento Tecnológico no Sector Empresarial*) son los siguientes: (1) apoyar la creación de las competencias I + D internas a las empresas portuguesas; (2) apoyar los esfuerzos de la empresa para mejorar las capacidades de diseño y de proceso, así como adquirir conocimientos tecnológicos directos; y (3) promover la capacidad de la empresa para el desarrollo de productos y soluciones tecnológicamente innovadores.

Un caso destacado de acciones orientadas a la movilidad de expertos CTI a nivel de sistema es el caso del Programa de movilidad para los investigadores de la VINNOVA, Agencia de la Innovación de Suecia.

El programa es interesante ya que integra distintas medidas para favorecer, a través de una asociación entre los distintos actores implicados, la movilidad a nivel local, nacional e internacional.

Recuadro 9. VINNOVA Mobility for Growth Programme

El programa VINNOVA Mobility for Growth (Movilidad para el Crecimiento) es implementado a través de asociaciones entre universidades, instituciones de investigación, infraestructuras de investigación, empresas, PYME y otros agentes socioeconómicos de diferentes países de Europa y a nivel mundial.

El programa es el sucesor del programa VINNMER, que en 2007-2014 período invirtió aproximadamente 60 millones de euros.

El objetivo a largo plazo del programa es contribuir, frente a los próximos cambios generacionales, en la investigación sueca; en la presencia de un número significativamente aumentado de personas calificadas en investigación que pueden convertirse en futuros líderes de las universidades y colegios universitarios, agrupaciones de centros, institutos de investigación y empresas.

Objetivos generales del programa:

- Movilidad Intersectorial: Promoción de la movilidad entre los sectores público y privado.
- Movilidad transnacional: Promoción de la movilidad de investigadores y el desarrollo de carreras atractivas.
- Futuros líderes cualificados en I + D: Potenciar la demanda de formación y de cualificaciones a través de una mejor gestión de los recursos humanos en entornos altamente competitivos.
- Igualdad de oportunidades: La exigencia y promoción de un mejor equilibrio trabajo/vida y el equilibrio de género a través de acuerdos de trabajo flexibles en los contratos de trabajo completos.
- Apoyo a la movilidad como un mérito: Una carrera móvil debe ser un fuerte mérito futuro en todos los sectores la realización de I + D.

En términos de resultados esperados por el programa original, en total (durante el periodo 2012-2017) se espera subvencionar más de 100 investigadores expertos con oportunidades para nuevas cualificaciones de investigación y desarrollo de la carrera.

Fuente: Página web de VINNOVA <http://www.vinnova.se/>

vi. vi. Una recomendación final: fortalecer la gobernanza multi-nivel en los procesos de desarrollo de capital humano para la CTI en Medellín

Las distintas recomendaciones planteadas en el presente capítulo conllevan una gran complejidad pero son esenciales en la ruta hacia el desarrollo y la consolidación de un sistema local de innovación en Medellín que sea competitivo a nivel global.

Algunos de los factores determinantes de tal complejidad se pueden reconocer en:

- Dotación de centros – académicos, de formación técnica, de investigación y desarrollo, de transferencia tecnológica, de desarrollo de la competitividad – con características de excelencia a nivel nacional e internacional;
- Multiplicidad de los actores implicados y riesgo de solapamiento y competencia destructiva en el desempeño de las acciones previstas, con caída de la eficiencia del sistema;
- Perspectiva temporal de largo plazo necesaria para alcanzar resultados efectivos y sostenibles;
- Mezcla de factores tangibles (inversiones y recursos, generación de nuevas empresas innovadoras, aumento de la competitividad del sistema, capacidad educativa instalada, etc.) e intangibles (actitud de los empresarios y de los demás actores, idiosincrasias locales, percepción hacia el futuro y orientación estratégica, etc.) determinantes de las características del contexto local;
- Estrategia de innovación que apuesta hacia sectores de alto valor de conocimiento en un contexto empresarial donde predominan sectores tradicionales que están vinculados a activos territoriales efectivos (en Antioquia, pensando como ejemplo al sector cafetero);
- Vínculos imprescindibles entre el enfoque local privilegiado de Medellín y las dinámicas de nivel regional y nacional.

Todo lo anterior nos lleva a la necesidad imprescindible de estructurar un sistema de gobernanza que permita actuar de manera eficiente y compartida sobre un sistema dinámico en continua evolución, donde el capital humano es factor concurrente¹⁹ y determinante al mismo

¹⁹ Se adapta el concepto de “concurrentencia” desarrollado en la planificación del desarrollo local, donde se considera el proceso de planificación en que se tienen en cuenta de manera simultánea distintos ámbitos temáticos y que es por su naturaleza interdisciplinaria, multisectorial y participativa. Un caso notable de planificación concurrente es el de Barcelona y del Distrito 22@ en particular.

tiempo: concurrente ya que las acciones de desarrollo de las capacidades deben poder contar en una aceptación y en un compromiso compartido entre las personas y las entidades a las cuales pertenecen; determinante debido a que la capacidad de dirigir la evolución del capital humano a través de un conjunto de acciones articuladas eficaces en el tiempo determinará en buena medida el éxito de la estrategia para la innovación de Medellín.

Asimismo se pone de manifiesto la necesidad de contar con una estructura de *gobernanza multi-nivel*, como condición previa para poder emprender de manera eficaz acciones coordinadas para el desarrollo del capital humano orientado hacia la innovación en Medellín. Ello es uno de los ejes estratégicos transversales de referencia que se han considerado para este estudio²⁰ y conlleva la capacidad de establecer una articulación entre los distintos actores tanto a nivel “*vertical*”, desde el local Medellín hacia el departamental y el nacional, como a nivel “*horizontal*”, entre las entidades que localmente tienen un papel relevante sobre las distintas implicaciones que el tema del capital humano conlleva.

Actuar a nivel local implica, más allá de las acciones emprendidas directamente y autónomamente a tal nivel, canalizar hacia el contexto de Medellín y coordinar todas las oportunidades existentes a nivel departamental y nacional de interés para la estrategia; pero, quizás más importante aún desde el punto de vista estratégico, implica también la capacidad de diseñar e implementar una estrategia local que está bien alineada con las estrategias estatal y departamental.

Es a su vez imprescindible contar con una estructura de gobernanza eficiente a nivel horizontal, entre las varias instituciones locales, que permita vincular todos aquellos actores que, de manera distinta, comparten intereses para el capital humano y la innovación local en Medellín, buscando la eficiencia de sistema y beneficiando de la masa crítica alcanzable a través de acciones articuladas o conjuntas, en un contexto de recursos limitados.

Concluyendo, debido a esta necesidad subrayamos en particular, entre las recomendaciones propuestas en los párrafos anteriores, la necesidad del diseño de un Plan de acción sobre el capital humano en CTI cuyo desarrollo sea realmente compartido entre los actores relevantes, y el fortalecimiento de la articulación entre ellos a través de la constitución de una instancia de coordinación de las distintas acciones y de seguimiento para la ejecución del Plan, con el fin de asegurar una gobernanza multi-nivel efectiva.

²⁰ Véase en el Capítulo 1 el apartado “Hacia una nueva agenda para las políticas de innovación en Medellín”.

REFERENCIAS

- Bitran, E., Benavente, J.-M. y Maggi, C. (2011). “*Informe final de consultoría*”. Centro de Productividad Universidad Adolfo Ibáñez, Santiago de Chile.
- Brunner J. et al (2012). *Higher Education in Regional and City Development: Antioquia, Colombia*. OECD, Paris.
- Davila, T., Epstein, M., & Shelton, R. (2005). *Making innovation work*. Upper Saddle River, NJ, Pearson Education, Inc.
- EC (2011). *High Level Expert Group on Key Enabling Technologies. Final Report*. European Commission.
- EC (2014). *Innovation Union Scoreboard 2014*. European Commission
- Etzkowitz, H., Leydesdorff, L. (2000). *The Dynamics of Innovation: From National Systems and 'Mode 2' to a Triple Helix of University-Industry-Government Relations*. Research Policy, 29, 109-123.
- Euler, D., (2013). *Germany's dual vocational training system: a model for other countries?*. Bertelsmann Stiftung, Gütersloh
- OCDE (1995). *The measurement of scientific and technological activities. Manual on the measurement of human resources devoted to S&T - "Canberra Manual"*. OECD, ECSC-EC-EAEC, Brussels-Luxembourg, 1995
- OCDE (2001). *The Well-being of Nations: The Role of Human and Social Capital*. OECD, Paris.
- OCDE (2005). *Oslo Manual: Guidelines for Collecting and Interpreting Innovation Data., 3rd edition*. joint publication of OECD and Eurostat, Paris.
- OCDE (2011a). *Regions and Innovation Policy*. OECD Reviews of Regional innovation
- OCDE (2011b). *Skills for Innovation and Research*. OECD Innovation Strategy
- OCDE (2012). *Connecting with emigrants: a global profile of diasporas*. OECD Publishing.
- OCDE (2014). *Estudios de la OCDE de las políticas de innovación: Colombia. Versión Preliminar*. OCDE.
- OCyT (2013). *Indicadores de Ciencia y Tecnología Colombiana 2012*. Observatorio Colombiano de Ciencia y Tecnología, Bogotá.
- Toner, P. (2011). *Workforce Skills and Innovation: an Overview of Major Themes in the Literature*. OECD Science, Technology and Industry Working Papers, 2011/01, OECD Publishing
- Vargas, M.E., Leyva, S., Vera, A.M., Arias, Y. (2013). *Revisión de la Política para el Apoyo al Desarrollo de Sistemas de Innovación: el Caso de Medellín y Colombia*. Universidad EAFIT para Ruta N y OCDE.

CAPÍTULO 3

INTENSIFICACIÓN DE LA INVERSIÓN EN ACTIVIDADES DE I+D ORIENTADAS AL DESARROLLO SOCIOECONÓMICO DE LA REGIÓN

La mejora del sistema de innovación de Medellín requiere mayores esfuerzos para intensificar la inversión en investigación y desarrollo (I+D) mediante nuevas estrategias políticas para potenciar los grupos de investigación existentes, así como para atraer nuevos proyectos y fuentes de financiación. Este capítulo analiza cómo fortalecer la base científica de la ciudad, con especial énfasis en las universidades y centros públicos de investigación, mientras que el **Capítulo 4** se centra en la innovación empresarial, sin perjuicio de que ambos elementos están íntimamente relacionados.

Además del objetivo de generar nuevo conocimiento, la inversión en I+D en países o regiones en desarrollo es especialmente necesaria para mejorar la capacidad de absorción, es decir, la capacidad del país (o región) para identificar, seleccionar, adquirir, adaptar y explotar conocimiento existente en el exterior que pueda contribuir a su progreso socioeconómico (Criscoulo y Narula, 2008; Pietrobelli y Rabelotti, 2011). Adicionalmente, es importante considerar que la inversión en I+D en las universidades es un requisito fundamental para garantizar la calidad de la formación del capital humano, especialmente la de posgrado, asunto que fue abordado en el **Capítulo 2**. Por otra parte, ante la magnitud de los retos sociales a los que se enfrentan Colombia en general y Medellín en particular, para legitimar la inversión en I+D frente a otras alternativas de gasto público es necesario ligar más claramente la agenda de investigación con las necesidades sociales, así como establecer mecanismos de control y evaluación que permitan hacer visibles los resultados a la sociedad civil.

En efecto, uno de los grandes retos de la política científica y tecnológica colombiana consiste en equilibrar la cohesión regional y la innovación inclusiva con la necesidad de promover la competencia y la financiación basada en la excelencia como vía para potenciar la calidad científica. Por una parte, la apuesta por aumentar la inversión en I+D está plenamente justificada ante el rezago de Colombia frente a otros países de la región y, sobre todo, ante la importancia de la I+D como palanca para impulsar la diversificación de la economía, el aumento de la productividad, y el crecimiento económico a largo plazo. Por otra parte, ante la prevalencia de la pobreza, las desigualdades, y la economía informal, es preciso encontrar fórmulas para ligar más claramente el progreso económico y tecnológico con otros objetivos sociales de forma que los resultados de las inversiones en I+D sean más inclusivos.

En casi todos los países del mundo la financiación pública de las actividades de I+D se produce a través de una combinación de mecanismos de financiación directa a instituciones (i.e. contribución anual al presupuesto de universidades y centros públicos de investigación) y de mecanismos de financiación competitivos (i.e. convocatorias de proyectos de investigación y programas de centros de excelencia). Aunque es importante garantizar cierta estabilidad en los mecanismos de financiación de universidades y centros públicos de investigación, una tendencia cada vez más extendida entre los países de la OCDE consiste en fomentar la competencia y establecer incentivos para premiar la excelencia científica, introduciendo mecanismos periódicos de evaluación para dotar de más fondos a las universidades y centros de investigación más productivos (Hicks, 2012; OCDE, 2011). Este enfoque más selectivo se utiliza no solo para mejorar la productividad científica sino también para orientar las actividades de investigación hacia una serie de tecnologías o sectores prioritarios. En este sentido, la estrategia actual en Medellín se centra en orientar los esfuerzos de I+D hacia las necesidades inmediatas del mercado, concentrando recursos en tres sectores prioritarios (energía, salud y

TICs) con el objetivo de obtener resultados visibles en el corto-medio plazo que permitan justificar la continuidad de esas inversiones públicas.

Esta decisión de concentrar recursos escasos en sectores estratégicos y en proyectos con clara vocación comercial es coherente con las características del sistema de innovación de Medellín, pero al mismo tiempo entraña algunos riesgos que hay que considerar. En concreto, puede haber un riesgo de abandonar la investigación básica, pues su continuidad depende en mayor medida de la financiación pública en comparación con la investigación aplicada. No hay que descuidar la investigación sin fines comerciales a corto plazo desarrollada en universidades y centros públicos de I+D porque puede traducirse en nuevas tecnologías con mayor impacto social y contribución al crecimiento económico a largo plazo. Además, la investigación básica es necesaria para la formación de científicos de calidad en las universidades, dotados de los conocimientos transversales necesarios para absorber nuevas tecnologías. En definitiva, debe tenerse en cuenta que la investigación aplicada sólo es posible si se apoya en sólidos fundamentos de investigación básica (Santamaría et al., 2013).

La importancia relativa de la investigación básica y aplicada ha generado un intenso debate en la literatura que sigue vigente hoy en día. No existe una fórmula de fácil manejo que permita determinar qué porcentaje de la financiación pública debería dedicarse a las distintas categorías de I+D de acuerdo con las características del país, sino que nos movemos en un terreno plagado de incertidumbre. En los países de la OCDE para los que se dispone de datos, la investigación básica equivale al 20% del total (Arnold y Giarracca, 2012). Pero posiblemente la necesidad de invertir en investigación básica es menor en el caso de países en vías de desarrollo como Colombia, donde los esfuerzos deberían centrarse no tanto en ampliar la frontera del conocimiento como en absorber, adaptar, difundir y aplicar la tecnología existente en el ámbito internacional, para lo cual es prioritaria la investigación aplicada. En cualquier caso es posible que la distinción entre investigación básica y aplicada plantee un falso debate (Narayanamurti et al., 2013), ya que en última instancia lo realmente importante es que la financiación pública se guíe por criterios de excelencia y transparencia, ofreciendo mayor apoyo a los mejores grupos de investigación de acuerdo con criterios claros de evaluación.

En definitiva, la financiación pública a la investigación en Colombia y en Medellín en particular se enfrenta a una serie de dilemas que hacen precisa la búsqueda constante de un equilibrio entre innovación social e innovación tecnológica orientada a las necesidades del mercado; entre investigación básica e investigación aplicada; entre el apoyo a la innovación empresarial y los centros públicos de investigación; entre el corto y el largo plazo; etc. Ello requiere de una cuidadosa selección de un mix de políticas flexible que incida de forma proporcionada sobre los distintos objetivos planteados, enfrentándose a un presupuesto público limitado (Borrás y Edquist, 2013).

Por otra parte, el diseño y la articulación de las políticas de ciencia e innovación deben apoyarse sobre una eficiente gobernanza multinivel, mediante mecanismos de coordinación horizontal (entre distintos ministerios) y vertical (entre distintos niveles de gobierno). En el caso de Medellín, un reto que ha cobrado mayor relevancia en años recientes radica en la desarticulación entre las áreas de investigación prioritarias para la ciudad y las necesidades de la región de Antioquia. En efecto, las agendas de investigación de las universidades y centros de investigación de Medellín se están orientando progresivamente hacia los tres clústeres prioritarios del Plan Estratégico de CTI (energía, salud y TICs) mientras que en el Plan de Desarrollo de Antioquia 2012-2015 se han definido diez cadenas productivas prioritarias: aguacate, cacao, caucho, cítricos, frutos pequeños, lácteos, minería, piscicultura, reforestación, turismo. Esta desarticulación local-regional obedece al hecho de que la estructura productiva de Medellín es muy distinta a la del resto de la región de Antioquia. Fuera de Medellín, Antioquia es una región eminentemente rural, donde predominan las actividades agrícolas y mineras intensivas en mano de obra poco cualificada, especialmente en torno al cultivo de café,

aguacate, caucho y banano, así como a la extracción de oro. Sin embargo, hay pocos grupos de investigación en las universidades de Medellín que muestren interés por estos sectores.

Las universidades y grupos de investigación de Medellín

Medellín cuenta con alrededor de 30 instituciones de educación superior públicas y privadas, pero solo una pequeña parte de ellas desarrolla actividades de investigación. Entre las universidades presentes en la ciudad merece la pena destacar la Universidad de Antioquia, la Nacional de Colombia y EAFIT (OCDE, 2012a). La Universidad de Antioquia es la más antigua de la región, establecida en 1878. Cuenta con alrededor de 35.000 estudiantes, lo cual la convierte en la segunda mayor universidad del país. Esta universidad pública es también la más relevante de la región por sus actividades de I+D, acogiendo a la mayor parte de los grupos de investigación de calidad de la ciudad en una gran variedad de disciplinas científicas. Más del 40% de sus profesores contaban en 2012 con el título de doctor, cifra que apenas alcanzaba el 5% en 1980 (Vargas et al., 2013). Se trata de la única universidad de la región que puede aspirar a corto plazo a convertirse en un referente regional e incluso internacional en actividades de investigación. La otra universidad pública más reseñable es la Universidad Nacional de Colombia, la mayor universidad del país, que tiene una de sus sedes en Medellín con alrededor de 10.000 estudiantes, especialmente reconocida por su facultad de ingeniería. En cuanto a las universidades privadas, cabe destacar EAFIT, fundada en 1960 por asociaciones de empresarios, cuenta con unos 9.000 estudiantes, y destaca especialmente por el carácter aplicado de su investigación y por sus estrechos vínculos con la industria, el estado y el emprendimiento. Las otras universidades presentes en la ciudad son la Universidad San Buenaventura, Universidad de Medellín, Universidad Pontificia Bolivariana, Instituto Tecnológico Metropolitano, Fundación Universitaria Luis Amigó, Escuela de Ingeniería de Antioquia, Politécnico Jaime Isaza, Universidad Católica del Oriente, Universidad CES, y Corporación Universitaria Lasallista, entre otras.

Aunque a distintos ritmos en las distintas universidades, durante las dos últimas décadas se ha producido una transición desde un enfoque centrado exclusivamente en la enseñanza hacia un mayor énfasis en la investigación (OCDE et al., 2013). Este proceso ha venido acompañado de un importante aumento en la proporción de profesores con doctorado, así como de una profesionalización de la gestión de la investigación a través del nombramiento de vicerrectores de investigación, la intensificación de la colaboración universidad-empresa, y la creación de nuevas oficinas de transferencia de tecnología en casi todas las universidades. Sin embargo, la mayoría de estas oficinas de transferencia tecnológica de las universidades y centros de formación técnica de Medellín no han alcanzado aún una masa crítica suficiente y no han sido capaces de adoptar las mejores prácticas internacionales en lo relativo a transferencia y comercialización de la tecnología (GÉNESIS, 2009). Para compensar estas debilidades en 2005 se creó la agencia Tecnova, una organización sin ánimo de lucro promovida por las principales universidades de la región con el objetivo de ofrecer a los grupos de investigación servicios de vigilancia competitiva, pruebas piloto, gestión de patentes, búsqueda de socios industriales, y otros servicios relacionados con la comercialización de los resultados de la investigación.

Por otra parte, muchos expertos se quejan de que el sistema de incentivos es inadecuado y, en concreto, critican que la legislación laboral y la Constitución obstaculizan la participación de los investigadores de universidades públicas en proyectos de colaboración con empresas y la creación de spin-offs universitarias por la normativa relativa a incompatibilidades, que en principio no afecta a los investigadores de universidades privadas. Como ponen de manifiesto Zuñiga y Correa (2011), este tipo de barreras institucionales son habituales en muchos países en desarrollo y limitan la capacidad emprendedora de las universidades, así como la propensión de los investigadores a involucrarse en los esfuerzos de comercialización de la tecnología. Para afrontar este problema, desde 2013 un grupo de trabajo impulsado por Tecnova y la Universidad de Antioquia ha venido realizando un estudio jurídico, que se publicará próximamente, con el objetivo de plantear una propuesta que permita solucionar ese problema.

Actualmente esta iniciativa ha logrado el apoyo de Colciencias y se han sumado otras muchas universidades así como expertos jurídicos, con el objetivo de aclarar definitivamente la interpretación más apropiada del marco normativo y las reformas necesarias.

En los últimos años, las universidades se han volcado en el desarrollo de programas de investigación adaptados a las necesidades de la industria local, en colaboración con empresas y agencias públicas. Fruto de esa colaboración universidad-empresa-estado han surgido una gran diversidad de grupos, institutos y centros de investigación orientados a las necesidades de la empresa y cofinanciados por el sector privado. Cabe destacar la creación de Centros de Investigación y Desarrollo Tecnológico en distintos sectores (e.g. desde energía a software o a alimentación) que desarrollan una importante labor de I+D aplicada y difusión de tecnología. Entre los Centros presentes en Medellín destacan por la relevancia de sus actividades de I+D el Centro de Investigación e Innovación en Energía (CIIEN), así como el Centro de Innovación en Biodiversidad y Biotecnología; el Centro de la Ciencia y la Investigación Farmacéutica; la Corporación Centro de Investigación y Desarrollo Tecnológico del Sector Eléctrico; el Instituto de Capacitación e Investigación del Plástico y del Caucho; o el Centro de Investigación y Desarrollo de la Industria de la Construcción, entre otros. Otro ejemplo relevante es ARTICA, una alianza entre la empresa de telecomunicaciones UNE (perteneciente al grupo EPM) y una serie de universidades locales (EAFIT, Pontificia Bolivariana, de Antioquia, Nacional e IPS Universitaria) para desarrollar proyectos de innovación en TIC aplicadas. Es importante destacar también las actividades de investigación desarrolladas por el Hospital de Medellín, tanto de forma independiente como en colaboración con las universidades, especialmente con la de Antioquia.

La producción científica de las universidades y centros de investigación de Medellín supone una parte importante del total nacional, como pone de manifiesto un estudio reciente del Observatorio Colombiano de Ciencia y Tecnología (Ruiz et al., 2013). Por ejemplo, según este estudio, entre 2001 y 2010, la región de Antioquia produjo 5,569 artículos científicos indexados en Web of Science o Scopus, lo cual representa un 22,3% del total nacional, solo por detrás de Bogotá que representa el 38,9%. Como puede observarse en la Tabla 1, Antioquia cuenta con un total de 738 grupos de investigación catalogados por Colciencias, la inmensa mayoría de los cuales se encuentran ubicados en Medellín. Esto representa un 13% del total nacional. Si nos centramos en los grupos de mayor calidad, aquéllos en las categorías A1 o A, puede observarse que Medellín cuenta con 104, lo cual representa un 21% del total nacional en estas categorías. Por lo tanto, se detecta una alta presencia de grupos de calidad. En cuanto a los recursos humanos, cabe destacar que los 738 grupos de investigación de Medellín aglutinan a 1932 investigadores (un 13% del total de investigadores en el país), lo cual implica que cada grupo cuenta con un promedio de 2,6 investigadores. Es también destacable que en Medellín tienen su sede 47 de los 155 programas de doctorado existentes en el país (OCyT, 2013).

Tabla 1. Distribución por regiones de los grupos de investigación colombianos catalogados por Colciencias según su calidad, 2011

	A1	A	B	Otras	Total
Bogotá	94	98	272	1,795	2,259
Antioquia/Medellín	45	59	100	534	738
Resto del país	77	118	295	2,067	2,557
Total	216	275	667	4,396	5,554

Nota: Desde 2009 Colciencias cataloga los grupos de investigación en distintas categorías según su calidad medida a través de distintos indicadores científicos (publicaciones, patentes, etc.). La categoría A1 corresponde a los grupos de mayor calidad, seguida de las categorías A, B, C y D, sucesivamente. Fuente: Elaboración propia a partir de OCyT 2013.

Recientemente han tenido lugar algunas iniciativas destacables encaminadas a estrechar la colaboración entre universidades orientadas a coordinar agendas y evitar la fragmentación. Valga como ejemplo la formación del llamado G8 como foro para el diálogo donde se reúnen los rectores de las ocho principales universidades de Medellín. También cabe destacar la creación en 2013 de Sapiencia, una alianza entre las universidades públicas pertenecientes a la administración municipal de Medellín (el Instituto Tecnológico Metropolitano, el Colegio Mayor de Medellín y la Institución Universitaria Pascual Bravo) con el objetivo de construir sinergias en torno a infraestructura para la formación, difusión, colaboración universidad-empresa, y capacidades de gestión y transferencia tecnológica. Por otra parte, en el seno de la Universidad de Antioquia, se ha creado la llamada Sede de Investigación Universitaria (SIU) que agrupa los principales laboratorios y grupos de investigación con el objetivo de aumentar la colaboración y compartir laboratorios y equipos, así como de mejorar la capacidad de obtención de financiación privada para la I+D.

A pesar de todo, una clara limitación del sistema de innovación de Medellín reside en la insuficiente masa crítica y la fragmentación de los esfuerzos de investigación. Durante los últimos años el gasto en I+D de Antioquia se ha situado en el 0,37% del PIB, lo cual duplica la media nacional pero aun así representa una cifra muy modesta no solo en relación con regiones avanzadas de países desarrollados sino también en relación con otras regiones comparables en Latinoamérica. A pesar de que Medellín cuenta con muchas universidades, ninguna de ellas (ni tampoco ninguna universidad colombiana) figura entre las 500 mejores del mundo en el Academic Ranking of World Universities (ARWU), mientras que otros países de la región han logrado colocar algunas de sus universidades en este reconocido ranking internacional²¹. En las universidades de Medellín sigue habiendo demasiados grupos de investigación dispersos, que operan con presupuestos reducidos y con pocos investigadores por grupo. Quizá a través de una mayor concentración de esos grupos podría lograrse una mejor coordinación de las agendas de investigación para evitar duplicidades y aprovechar sinergias. Por otra parte, las universidades de Medellín cuentan con 47 programas de doctorado en distintas disciplinas, y aquí también valdría la pena explorar oportunidades de fusión o colaboración entre distintos programas en disciplinas afines. Más adelante presentaremos un conjunto de recomendaciones en esta dirección.

Aspectos clave para las políticas

A. El nuevo Fondo de CTI del sistema de regalías

En 2011 se estableció un nuevo sistema para administrar las regalías (o “royalties”) obtenidas por el gobierno por la explotación de los recursos minerales del país. En el pasado, los ocho departamentos más ricos en recursos mineros recibían el 80% de las regalías, pero en 2011 se produjo un cambio sustancial del sistema en virtud del cual los ingresos pasaron a distribuirse de forma más equilibrada entre las regiones de acuerdo a una fórmula que considera indicadores de población, necesidades básicas insatisfechas, y niveles de empleo. Además del nuevo sistema de reparto por regiones, otra de las novedades es un nuevo método de asignación de los fondos por programas de gasto, en virtud del cual se establece por ley que un 10% de los fondos recaudados deben destinarse a un nuevo Fondo de Ciencia, Tecnología e Innovación (FCTI)²².

²¹ En la edición 2013 de ARWU aparecen diez universidades latinoamericanas entre las 500 mejores del mundo: seis de Brasil, dos de Chile, una de Argentina y una de México. Entre ellas, la mejor valorada es la Universidad de Sao Paulo (puestos 101-150) y las siguientes son la Universidad Nacional Autónoma de México y la Universidad de Buenos Aires (puestos 151-200). Téngase en cuenta que a partir del puesto 101 las universidades aparecen valoradas por intervalos de 50. Para más información véase <http://www.shanghairanking.com/>

²² Para mayor información sobre la fórmula de reparto de los fondos de regalías por región y por tipo de programa véase OECD (2013), *OECD Economic Surveys: Colombia 2013: Economic Assessment*, http://dx.doi.org/10.1787/eco_surveys-col-2013-en

Se estima que el FCTI reportará ingresos adicionales para la inversión en CTI por un promedio de 500 USD millones anuales durante los próximos años, lo cual supone un notable aumento del presupuesto disponible para actividades de I+D (Cuervo y López, 2013). No obstante, más allá del gasto en I+D, los fondos pueden utilizarse para financiar un amplio abanico de actividades de CTI, tales como formación, innovación empresarial, extensión tecnológica, compra de maquinaria y equipo, etc.

En primera instancia, la selección de los proyectos a financiar corresponde a los gobiernos regionales. Una vez definidos y priorizados, la propuesta se envía a la Secretaría Técnica del FCTI en Colciencias, que realiza una primera evaluación de los proyectos para asegurarse que cumplen con los requisitos básicos antes de enviarlos al Órgano Colegiado de Administración y Decisión (OCAD). El OCAD se creó en 2012 para llevar a cabo la aprobación final de los proyectos, en base a una serie de criterios relacionados con la calidad y viabilidad del proyecto, su impacto social, su adecuación con los objetivos de desarrollo del país, la cofinanciación del sector privado, etc. El OCAD se compone de los siguientes miembros: Representantes de tres ministerios nacionales y del Departamento Nacional de Planeación (1 voto); Un representante de Colciencias (1 voto); Representantes de seis gobernaciones departamentales (1 voto); Representantes de seis universidades (1 voto). El proceso de evaluación incluye una presentación oral del proyecto y un proceso de evaluación por pares de todas las propuestas. Puesto que los fondos asignados a cada región están determinados de antemano, las regiones pueden optar por enviar más o menos proyectos al proceso de evaluación, favoreciendo la competencia o asegurando que sus prioridades prevalezcan según sus intereses.

El FCTI representa una gran oportunidad para Antioquia y Medellín, por ser una de las regiones más avanzadas en el ámbito científico y tecnológico, y por haber desarrollado un eficiente entramado institucional que permite absorber nuevos fondos y proyectos de I+D. En 2012 y 2013 Antioquia obtuvo del FCTI un total de 175.781 millones de pesos (unos 90 millones de USD), lo cual representa un 14,3% del total nacional asignado durante esos dos años²³. Además, Antioquia fue la región que logró una mayor cuantía de cofinanciación con fondos locales (públicos y privados), lo cual hizo aumentar el presupuesto total de los proyectos financiados a 282.764 millones de pesos (es decir, la cofinanciación fue equivalente al 37,8%).

Pero el FCTI ha puesto en evidencia el riesgo antes mencionado relacionado con la desarticulación ciudad-departamento, ya que la asignación de los recursos corresponde al gobierno regional y no al municipal. Hasta ahora, a pesar de que son de distintos partidos políticos, ha habido un buen entendimiento entre el alcalde de Medellín y el gobernador de Antioquia y, ante la disparidad de opiniones sobre el tipo de proyectos que había que financiar, se alcanzó el acuerdo de distribuir los fondos a partes iguales entre Medellín y el resto del departamento. Pero nada garantiza la continuidad de este acuerdo en el futuro, por lo que Medellín corre el riesgo de perder financiación si no logra alinear sus prioridades más claramente con las necesidades de la región. En la Tabla 2 se muestran los títulos de los proyectos financiados en 2012 y 2013 por el FCTI de regalías tanto en Medellín como en Antioquia, lo cual ayuda a ilustrar las diferencias entre las prioridades de la ciudad y de la región.

Tabla 2. Proyectos financiados por el FCTI en Medellín y el resto de Antioquia

Proyectos de Medellín (seleccionados por Ruta N)	Proyectos del resto de Antioquia (seleccionados por la Gobernación de Antioquia)
- Investigación celdas solares nanoestructuradas: desarrollo y aplicación de las tecnologías en	- Desarrollo tecnológico, productivo y comercial de aguacate en Antioquia.

²³ Cálculos propios a partir de la información publicada por Colciencias en: <http://www.colciencias.gov.co/blog/regal-para-la-cienciatecnolog-e-innovaci-n>

<p>zonas no interconectadas o de intermitencia energética del departamento de Antioquia.</p> <ul style="list-style-type: none"> - Fortalecimiento de plataforma tecnológica para la formación especializada en el área de la salud y el desarrollo de tecnología biomédica. - Desarrollo de nuevos agentes terapéuticos para el tratamiento de enfermedades de importancia en salud pública en Antioquia. - Desarrollo de soluciones en CTI para el asesoramiento especializado en farmacología y toxicología en Medellín. - Desarrollo de soluciones en CTI para tele-salud en el departamento de Antioquia. - Desarrollo de una plataforma web para soportar un centro virtual de especialistas en medicina tropical. - Plataforma tecnológica para los servicios de tele-asistencia, emergencias médicas, seguimiento y monitoreo permanente a los pacientes y apoyo a los programas de promoción y prevención. - Desarrollo de plataforma web de administración de contenido multimedia e intercambio de información de sistemas hospitalarios, especializada en imágenes biomédicas como soporte a la estrategia de turismo de salud. - Desarrollo de herramientas tecnológicas para la formación especializada en el área de la salud. - Desarrollo y aplicación de recubrimientos biocompatibles nanoestructurados para aplicaciones en instrumentación quirúrgica y odontológica e implantes. - Desarrollo de un sistema de monitoreo cardíaco vertible mediante el uso de nanosensores de base textil reforzados con nanotubos de carbono. - Modelo de prestación de servicios de salud en la modalidad de telemedicina especializada para Antioquia, Chocó y Córdoba. - Diseño y construcción de un equipo biomédico no invasivo que permita medir diferentes variables para determinar el nivel de oxigenación en la valoración del daño mitocondrial en pacientes críticos. - Biobanco regional Antioquia: Optimización de la captación y mejoramiento de componentes anatómicos. - Desarrollo de un novedoso dosificador de plástico para dispensar larvicidas con el fin de ser utilizado en las campañas de control de dengue. - Producción de fitoesteroles mediante procesos biotecnológicos a partir de tubérculos y raíces tropicales, para la obtención de productos farmacéuticos. - Servicio de evaluación y trazabilidad del rehúso de dispositivos médicos en instituciones prestadoras de servicios de salud. - Desarrollo de recubrimientos y configuraciones superficiales en la producción de implantes óseos e instrumental quirúrgico que apliquen la nanotecnología. - Servicios de tele-asistencia médica pre- 	<ul style="list-style-type: none"> - Investigación técnico-social de las oleaginosas promisorias higuierilla y sachá inchi con miras a su desarrollo agroindustrial. - Estudio, selección y estandarización, de sistemas tecnológicos alternativos para rehabilitación y tratamiento de puntos críticos en vías y desarrollo de pruebas piloto en subregiones de Antioquia. - Investigación para el desarrollo de alternativas productivas con especies promisorias de la biodiversidad en el Medio Atrato antioqueño. - Determinación del grado de explosividad del polvo de carbón y contenido de gas metano asociados a los mantos de carbón de las minas subterráneas de la cuenca carbonífera de Sinifaná. - Análisis de implicaciones sociales y económicas de las autopistas de la prosperidad en el occidente de Antioquia. - Fomento al cultivo de cacao especiales de Antioquia. - Fortalecimiento regional de la pesca y la acuicultura en Antioquia. - Fortalecimiento de la cadena productiva de leche del distrito norte antioqueño. - Unidad de información e investigación sobre nuevas medidas de calidad de la educación en Antioquia. - Capacitación mediante becas de maestría a docentes y directivos de establecimientos educativos municipios no certificados en el occidente, Antioquia, todo el departamento - Fortalecimiento proyecto Antioquia: origen de cafés especiales en el departamento de Antioquia. - Fortalecimiento a los productores en el encadenamiento productivo de fruta pequeña. - Mejoramiento de la productividad para el desarrollo y aumento en la competitividad en la cadena de caucho natural, mediante un programa de investigación aplicada en innovación en el departamento de Antioquia. - Identificación de factores de riesgo bióticos y abióticos asociados a la infección en mangle rojo (<i>rhizophora mangle</i>) en el golfo de Urabá. - Desarrollo de diseños arquitectónicos y técnicos para soluciones de vivienda a bajo costo en sistemas de hormigón y tierra cruda en el departamento de Antioquia. - Fortalecimiento del sector de las plantas aromáticas, medicinales y condimentarias en el departamento de Antioquia. - Investigación y mejoramiento de la productividad del cultivo del plátano suroeste y Urabá. - Fortalecimiento de la cadena de hortalizas en el departamento de Antioquia a través de la generación de un sistema de inocuidad y aprovechamiento de residuos para potenciar su actividad.
--	---

hospitalaria. - Desarrollo de implantes quirúrgicos empleando tecnologías avanzadas. - Sistema integrado para el monitoreo continuo de pacientes en los ambientes domiciliario, intrahospitalario y de movilidad.	- Investigación control del caracol plaga achatina fulica y disminución del riesgo en salud, agricultura y turismo. con la comunidad de Santafé de Antioquia.
---	---

Nota: Formalmente Ruta N gestiona solo 6 proyectos, pero se trata de macroproyectos más genéricos que engloban varios proyectos. En este cuadro hemos optado por incluir el desglose detallado de esos proyectos.

Fuente: Información proporcionada por Ruta N y Colciencias.

B. Las convocatorias de proyectos de investigación de Colciencias

Además del nuevo FCTI de regalías, Colciencias convoca anualmente varios programas competitivos para financiar proyectos de investigación, así como becas para doctorados y ayudas para la internacionalización dirigidas a investigadores y grupos de investigación. En la convocatoria de 2014, el presupuesto total ascendió a 550.593 millones de pesos colombianos (equivalente a unos 281 USD millones), de los cuales más de un 80% se dedicaron a fortalecer el capital humano altamente cualificado a través de becas para doctorandos (nacionales y en el extranjero), jóvenes investigadores, y programas para la repatriación de investigadores postdoctorales. El resto de los fondos se destinaron a financiar proyectos de investigación, proyectos de innovación y programas de internacionalización²⁴.

En lo relativo a la financiación de proyectos de investigación, los fondos disponibles en la convocatoria de 2014 ascendieron a 64.147 millones de pesos (alrededor de 33 millones de USD), y se distribuyeron por áreas temáticas como aparece recogido en la Tabla 3. Hay que resaltar que se trata de una cantidad muy baja y, ante la escasez de fondos, la competencia entre grupos de investigación es muy alta, de forma tal que en el pasado sólo lograron financiación alrededor de un 7-8% de los proyectos que se presentaron a las convocatorias (OCDE, 2014).

Tabla 3. Distribución de las convocatorias de investigación de Colciencias, 2014

<i>Descripción</i>	<i>Presupuesto (USD)</i>	<i>Porcentaje del total</i>
Proyectos de investigación básica y aplicada en el sector salud	9.180.000	28,1%
Proyectos de investigación básica y aplicada en ciencias básicas	8.770.573	26,8%
Proyectos de investigación básica y aplicada en ingenierías	4.590.000	14%
Proyectos de investigación básica y aplicada en el sector agropecuario	2.550.000	7,8%
Proyectos de investigación básica y aplicada en ciencias de la vida	2.550.000	7,8%
Proyectos de investigación básica y aplicada en ciencias de la tierra	2.550.000	7,8%
Proyectos de investigación básica y aplicada en ciencias sociales y humanas	2.040.000	6,2%
Proyectos de investigación básica y aplicada en líneas de administración pública	484.436	1,5%
Total	32.715.009	100%

Nota: Para la conversión a dólares se ha utilizado en tipo de cambio 1 peso colombiano = 0,00051 dólares.

²⁴ Los detalles completos de la convocatoria pueden consultarse en: <http://www.colciencias.gov.co/convocatorias2014/>

Fuente: Colciencias, <http://www.colciencias.gov.co/convocatorias2014/>

Independientemente de la escasa cuantía de los fondos disponibles para proyectos de investigación competitivos, los investigadores colombianos que hemos entrevistado para este estudio a menudo reportaron problemas relacionados con la burocracia y las demoras en el proceso de evaluación de proyectos y asignación de las ayudas, comentarios que por otra parte suelen ser habituales en todos los lugares del mundo. Lo cierto es que recientemente Colciencias ha mejorado notablemente la calidad de sus convocatorias y de sus procesos internos, con el objetivo de agilizar los procesos de evaluación y transferencia de fondos, en el marco de un proyecto de asistencia técnica del Banco Mundial.

C. Internacionalización

Teniendo en cuenta que los esfuerzos por fomentar la internacionalización son de crucial importancia para acelerar el desarrollo del sistema científico y tecnológico colombiano, durante los últimos años Colciencias ha adoptado una estrategia orientada a fortalecer los vínculos internacionales. En este ámbito el programa que absorbe la mayor parte de los recursos es el de Becas de Doctorado en el Exterior, que en la convocatoria de 2014 tiene previsto ofrecer 400 becas, comprometiendo un importe total de unos 65,3 USD millones. Se trata de un crédito 100% condonable para formar investigadores que hayan sido previamente admitidos a programas de doctorado en universidades seleccionadas en el exterior. A esto se suma el programa de Becas Colciencias-Fullbright para estudios doctorales en Estados Unidos con un presupuesto de alrededor de 2,5 USD millones para un total de 20 becas, y el programa de crédito-beca Colciencias-Colfuturo, que ofrece 1300 créditos para estudios de maestría y doctorado en el exterior y cuenta con un presupuesto aproximado de 17,5 USD millones. Junto a estos programas nacionales existen algunos programas similares de ámbito regional. En el caso que nos ocupa destaca el programa Enlaza Mundos creado en 2008 para favorecer la movilidad internacional de estudiantes, docentes e investigadores de Medellín.

Una novedad importante de la Convocatoria de 2014 de Colciencias fue la oferta de un programa llamado “Repatriación de cerebros vía posdoctorados”, a través del cual se ofrecieron 100 ayudas para apoyar el retorno de investigadores colombianos residentes en el exterior mediante estancias posdoctorales en universidades, centros de desarrollo tecnológico y empresas colombianas, con un presupuesto total aproximado de 8,8 USD millones (Fuente: Colciencias, Convocatoria 2014).

Colombia ha establecido acuerdos bilaterales de colaboración científica con diversos países desarrollados entre los que destacan Estados Unidos, Reino Unido, España, Alemania, Suiza, así como con otros países de renta media como China, India, México, Chile y Argentina. Cabe destacar también la creciente participación de universidades y centros de investigación colombianos en los programas marco de investigación de la Unión Europea.

Por otra parte, como aparece reflejado en la Tabla 4, además de las becas orientadas a los estudiantes de doctorado, la convocatoria de ayudas 2014 de Colciencias contiene también una serie de programas orientados a apoyar la internacionalización de los investigadores. Aunque el presupuesto disponible es muy reducido, se trata de una buena señal que indica la creciente importancia atribuida a esta línea de actuación.

Tabla 4. Programas de internacionalización de Colciencias, Convocatoria 2014

<i>Nombre</i>	<i>Descripción</i>	<i>Presupuesto (USD)</i>	<i>Porcentaje del total</i>
Complementos para proyectos con financiación	Apoyar el desarrollo de proyectos que cuenten con financiación internacional entre la comunidad Colciencias en el	291.953	26,4%

internacional	exterior e investigadores colombianos.		
Apoyo a proyectos con Norte América	Apoyar la movilidad de investigadores para el desarrollo de proyectos conjuntos con investigadores en Estados Unidos y Canadá.	204.000	18,4%
Apoyo a proyectos con Europa	Apoyar la movilidad de investigadores para el desarrollo de proyectos conjuntos con investigadores en Francia, Alemania, Reino Unido.	204.000	18,4%
Apoyo a proyectos con América Latina	Apoyar la movilidad de investigadores para el desarrollo de proyectos conjuntos con investigadores en Brasil, Chile, México y Argentina.	153.000	13,8%
Apoyo a proyectos con Asia	Apoyar la movilidad de investigadores para el desarrollo de proyectos conjuntos con investigadores en Corea, China, Japón y Singapur.	153.000	13,8%
Pasantías en la Universidad de Purdue	Pasantías en la Universidad de Purdue para realizar investigaciones hasta por 6 meses, dirigida a estudiantes de doctorado de universidades nacionales con beca Colciencias.	102.000	9,2%
Total		1.107.953	100%

Nota: Para la conversión a dólares se ha utilizado en tipo de cambio 1 peso colombiano = 0,00051 dólares.

Fuente: Colciencias, <http://www.colciencias.gov.co/convocatorias2014/>

Sin embargo, en términos generales puede afirmarse que la escasa internacionalización del sistema de innovación constituye una debilidad que debería tratar de corregirse en el futuro. Como apunta la evaluación nacional de la OCDE (2014), el ratio de profesores e investigadores extranjeros en las universidades colombianas es muy bajo, y el ratio de estudiantes extranjeros de educación terciaria es todavía menor. Este diagnóstico nacional es igualmente válido para el caso de Medellín. Aunque hay iniciativas en marcha para apoyar la internacionalización, el sistema regional de innovación es todavía excesivamente cerrado. Por eso es importante impulsar su apertura internacional, aprovechando el buen momento que vive la ciudad y la mejora exponencial de su reputación en años recientes.

D. Innovación social

Aunque en Medellín existen algunas ‘islas de excelencia’ en términos de empresas y grupos de investigación universitarios integrados en la economía global y operando en la frontera mundial del conocimiento, no debe olvidarse que la gran mayoría de las empresas de la región son muy poco innovadoras y productivas, y que casi el 50% de la actividad económica es informal. La pobreza y el desempleo siguen afectando a grandes masas de la población urbana, y las brechas en acceso a educación y salud siguen siendo muy preocupantes. Por lo tanto, el gran reto es encontrar un equilibrio entre las políticas de innovación orientadas a fortalecer y expandir esas ‘islas de excelencia’, por una parte, y la necesidad de que la innovación contribuya de forma más amplia al desarrollo económico y social de la población, por otra parte.

En otras palabras, hay que promover la *innovación inclusiva*, que no aumente las desigualdades sociales sino que ofrezca nuevas oportunidades y beneficios económicos para todos los ciudadanos. Por ejemplo, durante los últimos años han aparecido en distintas regiones pobres del mundo una gran variedad de aplicaciones TIC para la agricultura, la salud, la educación o la banca móvil, que han contribuido notablemente a mejorar las condiciones de vida de los grupos de población más desfavorecidos (Recuadro 1). Las estrategias de *innovación*

social tratan de ligar los procesos de innovación tecnológica con la satisfacción de las necesidades sociales, como por ejemplo la protección del medio ambiente, vivienda de interés social de buena calidad e infraestructuras asociadas, y una mayor productividad agrícola.

Recuadro 1. Ejemplos de innovaciones inclusivas basada en las TIC

B2bpricenow, Filipinas: proporciona información sobre precios de mercado a agricultores y cooperativas, así como un mercado online donde se pueden procesar pedidos a través de tarjetas de crédito y pagos por teléfono móvil.

M-PESA, Kenia: sistema de transferencia de dinero por teléfono móvil que comenzó en Kenia y se está extendiendo rápidamente en África.

ReMeDi Kiosks, India: plataforma online dirigida a la población pobre de áreas rurales para diagnosticar enfermedades y responder a problemas.

Proyecto Masiluleke, Sudáfrica: ayuda a aumentar el número de pacientes diagnosticados de Sida, y difunde información y recordatorios sobre prevención y tratamiento mediante el envío de más de 1 millón de mensajes SMS diarios.

1920 AgriExtension, Sri Lanka: línea telefónica gratuita que proporciona servicios de asesoría tecnológica a agricultores.

Project Mind, Filipinas: proporciona servicios educativos a distancia vía teléfono móvil. Los estudiantes son evaluados y examinados a través de sus respuestas vía SMS a preguntas de elección múltiple sobre matemáticas y ciencias.

Child Count+, Kenia: aplicación que recolecta información sobre mujeres embarazadas y niños menores de 5 años para controlar su salud y organizar visitas de personal sanitario a regiones rurales.

Hike, India: aplicación de mensajes por móvil similar a WhatsApp pero que, a diferencia de ésta, funciona no solo con smart-phones sino también con la anterior generación de móviles que todavía son los más utilizados en países como India.

Fuente: Ejemplos tomados de Mirani (2013) y Paunov (2013).

Medellín es conocida internacionalmente por sus logros en materia de innovación social, con una estrategia muy exitosa de regeneración urbana para acabar con la violencia basada en la recuperación de espacios públicos y la inversión en nuevos sistemas de transporte para comunicar las zonas más desfavorecidas de la ciudad (Metrocable, escaleras mecánicas, etc.). También se han desarrollado con mucho éxito programas orientados a la búsqueda de nuevas oportunidades para la inserción social de jóvenes marginados que formaron parte de los cárteles de la droga (Rodríguez y Alvarado, 2008). Este tipo de iniciativas -y no tanto los descubrimientos científicos de sus universidades o las patentes- fueron el impulso que llevó a Medellín a obtener en 2013 el premio a la ciudad más innovadora del mundo otorgado por Wall Street Journal, Urban Land Institute y Citi Group.

E. El horizonte de los retornos

Las inversiones en I+D no generan resultados relevantes en el corto plazo, sino que es preciso garantizar su continuidad y expansión en el medio y largo plazo para que se logren los resultados esperados. Esta necesidad de continuidad puede verse amenazada por el ciclo político y por la prioridad más apremiante de otros objetivos políticos en el corto plazo. Ante el costo de oportunidad asociado a la presencia de necesidades sociales más apremiantes como el alivio de la pobreza y el desarrollo de infraestructuras, para legitimar las políticas de I+D es necesario definir *ex ante* los retornos económicos y sociales esperados y evaluar *ex post* los resultados reales. También es crítico en este sentido asociar más claramente las políticas de I+D con la agenda de desarrollo económico y social.

Por eso, es fundamental seguir trabajando en la búsqueda de consenso entre todos los agentes sociales en torno a la inversión en I+D, articulando un discurso y una estrategia convincentes que no sean sensibles al ciclo político. En la actualidad la apuesta por la innovación del gobierno de Medellín es muy fuerte, y hay voluntad para emprender proyectos ambiciosos, pero nada garantiza que esto siga siendo así cuando se produzca el relevo político en la Alcaldía. La buena relación entre el alcalde de Medellín y el gobernador de Antioquia ha facilitado la coordinación y el acuerdo para el reparto de la financiación estatal, pero esa buena relación podría romperse cuando cambien los respectivos gobiernos por lo que es importante trabajar hacia acuerdos más sostenibles a largo plazo.

Por otra parte, debe tenerse en cuenta en todo momento que, aunque están plenamente justificadas las ambiciones de Medellín por transformarse en ciudad líder latinoamericana en ciencia y tecnología, las inversiones necesarias son grandes y conllevan muchos riesgos, mientras que los retornos para la sociedad son inicialmente de naturaleza intangible y sólo serán significativos en el mediano o largo plazo. Por lo tanto, el despliegue de las inversiones necesarias debe hacerse con mucha cautela, garantizando su continuidad en el tiempo y en todo caso evitando la creación y subsiguiente declive de “catedrales en el desierto”, ya sean institutos públicos de investigación o instituciones intermedias como parques tecnológicos o incubadoras. En ese sentido es necesario integrar la evaluación continua como un elemento fundamental de las políticas de I+D, no solo para mitigar a tiempo los riesgos derivados de decisiones equivocadas sino también con el objetivo adicional de dar visibilidad a los aciertos, resaltando los beneficios económicos y sociales logrados.

Análisis DAFO

A partir del diagnóstico realizado en este capítulo, la Tabla 5 presenta un resumen de las debilidades, amenazas, fortalezas y oportunidades (DAFO) que caracterizan el estado actual del sistema científico de Medellín.

Tabla 5. Análisis DAFO

<p>Fortalezas</p> <ul style="list-style-type: none"> - Presencia de algunas de las principales universidades y centros públicos de investigación del país. - Mejoras recientes en la articulación del sistema regional de innovación. 	<p>Oportunidades</p> <ul style="list-style-type: none"> - Capacidad de absorber más recursos de los nuevos programas nacionales de apoyo a la investigación. - Persistencia en la apuesta por la innovación social.
<p>Debilidades</p> <ul style="list-style-type: none"> - Insuficiencia de masa crítica y fragmentación de los esfuerzos de investigación. - Desarticulación entre las áreas de investigación prioritarias de Medellín y las necesidades de la región de Antioquia. - Limitada internacionalización del sistema regional de innovación. 	<p>Amenazas</p> <ul style="list-style-type: none"> - Riesgo de descuidar la investigación básica. - Los retornos económicos y sociales de la I+D requieren tiempo y continuidad.

Recomendaciones

En línea con la reciente evaluación de las políticas de innovación en Colombia realizada por la OCDE (2014), una primera recomendación general, y quizá también la más importante,

es que Colombia debería aumentar sustancialmente su inversión en ciencia y tecnología para facilitar la diversificación de la economía, impulsar el crecimiento económico, y contribuir a afrontar los grandes retos sociales que acechan al país. En la actualidad Colombia se encuentra muy rezagada en sus niveles de inversión en I+D, no solo con relación a los países de la OCDE sino también en comparación con otros países de renta media y renta baja. Son encomiables las medidas recientes para aumentar el presupuesto disponible para ciencia y tecnología, como el nuevo fondo del sistema de regalías, pero siguen siendo insuficientes para compensar el retraso tecnológico del país, haciéndose necesarias nuevas medidas más ambiciosas para impulsar el gasto en I+D articuladas en torno a un consenso nacional que trascienda el ciclo político. Al mismo tiempo, no sólo se trata de invertir más, sino también de hacerlo mejor, logrando que las inversiones en I+D se traduzcan en la consecución de objetivos socioeconómicos palpables a medio plazo, y estableciendo sistemas de seguimiento y evaluación de los resultados más sofisticados que permitan el aprendizaje continuo y la mejora progresiva de la intervención pública en el tiempo.

Aunque desde Medellín puedan dotarse fondos y programas complementarios, esta agenda orientada a lograr un salto cuantitativo y cualitativo en la financiación de la I+D debe asumirse primordialmente desde el ámbito nacional. En este sentido, desde Medellín deben continuar los esfuerzos por influir sobre la agenda del gobierno nacional, recordando en todos los foros posibles la necesidad de aumentar el compromiso político con la ciencia y la tecnología, como ya se ha venido haciendo en los últimos tiempos²⁵. El gobierno nacional se encuentra en una fase de experimentación en sus políticas de I+D y es receptivo ante cualquier propuesta proveniente de Medellín. A partir de esta receptividad Medellín podría ejercer una mayor influencia en la agenda nacional, proponiendo nuevos programas e incluso actuando como región piloto para la experimentación con nuevos instrumentos de política. Esta actitud más colaborativa debería siempre prevalecer frente al enfrentamiento o la crítica no constructiva de los programas y políticas de innovación nacionales.

Mientras que son muchas las necesidades actuales del sistema nacional de innovación, y de Medellín en particular, los recursos disponibles son escasos y es preciso concentrar los esfuerzos en una serie de actuaciones prioritarias. Ante el diagnóstico planteado anteriormente, y considerando los resultados de la evaluación nacional de la OCDE (2014), a continuación desarrollamos en mayor profundidad las siguientes recomendaciones:

- Fortalecer los grupos de investigación existentes y favorecer la consolidación de centros de excelencia para alcanzar masa crítica, introduciendo criterios de evaluación objetivos y transparentes.
- Fomentar la innovación social y estrechar los vínculos entre la agenda de investigación de Medellín y las necesidades de la región de Antioquia.
- Mejorar la coordinación multinivel, en particular en lo relativo al nuevo fondo de CTI del sistema de regalías, con el objetivo de aprovechar sinergias, evitar duplicidades y atraer más fondos de I+D a Medellín.
- Fomentar la internacionalización del sistema regional de innovación y atraer fondos, investigadores, y proyectos internacionales.

Tanto la perspectiva nacional como el enfoque regional son necesarios para la articulación de estas propuestas, que por otra parte se inspiran en las cuatro líneas estratégicas de actuación

²⁵ Véase, por ejemplo, el artículo publicado el 31 de marzo de 2014 por los vicerrectores y directores de investigación de universidades del G8 de Medellín:

<http://www.semana.com/educacion/articulo/inversion-ciencia-tecnologia/382220-3>

planteadas en el **Capítulo 1**: innovación social, gobernanza multinivel, internacionalización y especialización inteligente.

i. Fortalecer los grupos de investigación existentes y favorecer la formación de centros de excelencia

Como se ha señalado anteriormente, una de las principales debilidades del sistema regional de innovación reside en la fragmentación de los esfuerzos de I+D y la insuficiencia de masa crítica. Los fondos disponibles, aunque están creciendo sustancialmente, deben repartirse entre múltiples universidades y centros tecnológicos, cientos de grupos de investigación, y un denso entramado institucional de organizaciones intermedias y agencias públicas. Para obtener mejores resultados sería recomendable mejorar la gobernanza de las universidades y de los institutos públicos de investigación a través de mecanismos más claros de rendición de cuentas y asignación de recursos basados en el desempeño, introduciendo mayor competencia y mejores incentivos, y buscando una mayor proporción de financiación autónoma a través de proyectos competitivos y la captación de capitales privados.

Las iniciativas recientes antes mencionadas para mejorar la colaboración entre universidades son encomiables, pero no dejan de ser insuficientes. Más allá de la colaboración entre los órganos de dirección de las universidades, es importante descender hacia los grupos de investigación, fomentando una mayor colaboración e integración entre éstos. En total hay en Antioquia 738 grupos catalogados por Colciencias, con menos de tres investigadores como promedio. Entre estos grupos, 104 han obtenido la calificación más alta (A1 o A) y podrían formar la base de un foro de consultas con Ruta N para identificar retos y explorar posibles instrumentos políticos para mejorar su rendimiento. Un primer paso es que Ruta N realice, a partir de la información proporcionada por Colciencias, un ejercicio de mapeo de los centros existentes y una base de datos actualizada con personas de contacto, disciplinas científicas, y otros elementos definitorios del perfil y calidad de los grupos.

Frente al énfasis que parece mostrar actualmente el sistema por crear nuevas instituciones, nuevos laboratorios, nuevas empresas, nuevos centros tecnológicos, etc. creemos que es fundamental construir sobre lo que ya existe, y más concretamente redoblar el apoyo a los grupos de investigación de mayor calidad. Tras el desarrollo de un complejo entramado institucional durante los últimos años, es momento de asegurar que los recursos lleguen a los mejores grupos de investigación y se destinen directamente a la ejecución de proyectos, la compra de equipo, y la contratación de jóvenes investigadores. La priorización de los grupos de investigación es un asunto políticamente difícil para los órganos rectores de la universidad, por lo que podría ser positivo realizarla desde una agencia pública independiente, que establezca criterios de evaluación y selección transparentes, con la intervención de expertos externos al sistema.

En el ámbito nacional, una de las principales recomendaciones de la OCDE (2014) consiste en lanzar un programa de financiación de Centros de Excelencia para fomentar la masa crítica, la excelencia y la pertinencia en las universidades y en institutos públicos de investigación. Este tipo de programas están cobrando una creciente popularidad en el mundo, como pone de manifiesto los ejemplos recientes descritos en el Recuadro 2, que incluyen algunos de los países más avanzados del mundo (como Finlandia, Alemania y Japón) pero también otros países de renta media (Chile) y renta baja (Uganda).

También existe un precedente en Colombia, donde Colciencias constituyó en 2007 un programa de Centros de Excelencia por el que se seleccionaron ocho centros constituidos como consorcios de grupos de investigación de distintas universidades para desarrollar masa crítica que les permita mejorar la calidad de sus actividades de investigación. Sin embargo, en la práctica estos centros recibieron tan solo alrededor de 4,3 USD millones de financiación en 2007, y los esfuerzos no continuaron en los siguientes años, quedando el programa en una suerte

de limbo. Esa financiación de unos 500,000 USD por centro como promedio es a todas luces insuficiente para los objetivos planteados, siendo necesario un programa mucho más ambicioso y con financiación más sostenible a largo plazo.

En definitiva, debería considerarse el lanzamiento de un nuevo programa de Centros de Excelencia nacional dotado con muchos más recursos y con un diseño más acorde con las necesidades actuales del sistema. En este proceso, valdría la pena explorar la posibilidad de obtener financiación y asistencia técnica del Banco Mundial, que ya ha apoyado a otros países de la región como Chile, México y Venezuela en este tipo de programas a través de la llamada Iniciativa Científica del Milenio, en colaboración con el *Institute for Advanced Study*²⁶.

Podría también iniciarse un programa de centros de excelencia desde Medellín o Antioquia, orientado a las tecnologías y sectores que se definan tras la elaboración de un plan de especialización inteligente. Se trataría de apoyar a un grupo reducido de centros de excelencia, formados a partir de alianzas entre los mejores grupos de investigación existentes. Por ejemplo, podrían seleccionarse en un primer piloto a tres centros de excelencia (uno por cada uno de los actuales clústeres prioritarios de la ciudad) que recibirían financiación adicional para crear vínculos con centros de investigación internacionales, para adquirir infraestructuras o equipamiento técnico, o para contratar a investigadores jóvenes. Alternativamente, podría lanzarse una convocatoria abierta, sin especificar las áreas prioritarias.

Recuadro 2. Ejemplos internacionales de programas de Centros de Excelencia

Finlandia: El programa de Centros de Excelencia iniciado el año 2000 seleccionó 26 centros en diferentes áreas de investigación a los que se dotó con 72 USD millones de financiación durante un periodo de dos años. En 2002 se expandió el programa, con un presupuesto adicional de 43 USD millones para 14 centros de excelencia. Los centros seleccionados están constituidos por grupos de entre 20 y 200 investigadores que aunque comparten una agenda de investigación y un equipo directivo comunes, pueden pertenecer a distintas universidades en diferentes partes del país.

Página web: http://www.research.fi/en/resources/centres_of_excellence_in_research

Japón: En 2002 se lanzó el “Programa de Centros de Excelencia Siglo 21” mediante el que se dotó de financiación adicional a los mejores institutos de investigación y programas de doctorado de universidades, durante un periodo de cinco años, eligiéndose en total 200 proyectos. En 2007 se lanzó una nueva convocatoria del programa por otros cinco años, con un presupuesto anual de alrededor de 334 US millones.

Página web: <http://universitydesign.asu.edu/db/the-21stcentury-center-of-excellence-program-in-japan>

Alemania: La Iniciativa de Excelencia se inició en 2005 y en 2012 se lanzó la segunda convocatoria con tres líneas de financiación: una para escuelas de postgrado para promover a investigadores jóvenes, otra para clústeres que promuevan la investigación de frontera y un tercero para estrategias institucionales que promuevan la investigación universitaria. En la convocatoria de 2012 se asignaron recursos equivalentes a 3,5 USD billones para un periodo de 5 años, a 45 escuelas de postgrado, 43 clústeres de excelencia, y 11 estrategias institucionales.

Página web:

http://www.dfg.de/en/research_funding/programmes/excellence_initiative/general_information/index.html

Chile: La Iniciativa del Milenio de Chile se inició en 1999 con un presupuesto de 15 USD millones para 3 años, de los cuales 5 fueron financiados por el Banco Mundial. En total se

²⁶ Para más información véase: <http://sig.ias.edu/msi>

eligieron 8 centros de excelencia, formados por grupos de investigación de una o varias universidades, y orientados tanto a actividades de investigación como a la formación doctoral y postdoctoral de los mejores jóvenes investigadores del país. Tras esa primera fase piloto, a partir de 2002 el programa se expandió sustancialmente hasta alcanzar en 2012 un presupuesto anual de alrededor de 18 USD millones, financiando a 31 centros de excelencia.

Página web:

<https://www.innovationpolicyplatform.org/document/research-centers-excellence-chile>

Uganda: El programa de centros de excelencia de Uganda (2007-2013) surgió con el apoyo del Banco Mundial, con un presupuesto de 33,5 USD millones para apoyar un total de 39 proyectos durante un periodo de 5 años. Se establecieron 3 líneas de financiación para los centros de excelencia de universidades: la primera centrada en proyectos de investigación y formación de postgrado, la segunda orientada a la creación o fortalecimiento de programas de grado en ingeniería y ciencias básicas, y la tercera dedicada a estrechar la cooperación universidad-empresa.

Página web: <https://innovationpolicyplatform.org/document/developing-uganda%E2%80%99s-science-technology-and-innovation-system-millennium-science-initiative>

Son muchas las alternativas de diseño posibles para los programas de centros de excelencia, pero el objetivo último es siempre orientar los recursos escasos hacia los proyectos de mayor calidad, ofreciendo financiación adicional a medio-largo plazo para que los mejores grupos de investigación puedan intensificar, con cierta autonomía, tanto sus actividades de investigación como de formación especializada. A menudo estos programas impulsan la colaboración entre grupos de investigación de distintas universidades; es decir, los centros de excelencia no tienen que estar necesariamente vinculados a una sola universidad, sino que pueden constituirse como centros “virtuales”. A través de este tipo de programas también puede fomentarse la colaboración universidad-empresa y los vínculos internacionales, integrando estos aspectos en las bases de las convocatorias. En este contexto vale la pena destacar el programa de Centros de Excelencia de Singapur como un modelo de aprendizaje que podría resultar útil para Medellín (Recuadro 3).

Recuadro 3. Programas de Centros de Excelencia de Singapur

En Singapur, desde la creación en 2006 de la *National Research Foundation* (NRF) se ha venido dando una mayor atención al desarrollo de Centros de Excelencia en Investigación. En concreto, NRF ha lanzado dos programas: el *Research Centers of Excellence* (RCE) y el *Campus for Research Excellence and Technological Enterprise* (CREATE). Por una parte, en el marco del programa RCE, en 2007 se abrió una convocatoria competitiva a través de la cual se seleccionaron cinco centros de excelencia ubicados en universidades nacionales para desarrollar investigación de vanguardia relacionada con los objetivos estratégicos de Singapur, todos ellos liderados por investigadores de prestigio internacional reclutados de universidades extranjeras. Por otra parte, a través del programa CREATE se ha logrado atraer los centros de I+D de diez universidades de prestigio internacional, entre otras MIT, UC Berkeley y Cambridge University. Se trata de un buen ejemplo de cómo los programas de centros de excelencia en investigación pueden reforzarse mediante la atracción de investigadores e instituciones extranjeras.

Para más información véase la descripción completa de este programa incluida en el Anexo I.

Las iniciativas de apoyo a centros de excelencia sirven para crear procesos objetivos, independientes y transparentes de asignación de recursos, así como para orientar los recursos hacia los proyectos de mayor calidad y relevancia (Malkamäki et al., 2001).

La experiencia internacional permite extraer algunas lecciones sobre cómo articular este tipo de programas en la práctica:

- Para que el programa sea efectivo, es necesario asegurar la sostenibilidad de la financiación a los centros de excelencia al menos durante un periodo de entre 5 y 10 años.
- En la fase de diseño, es fundamental reflexionar sobre los objetivos últimos del programa, que deben quedar claramente definidos para guiar el proceso de selección de proyectos y la posterior evaluación del programa.
- Los procesos de selección deben basarse en la valoración del cumplimiento de una serie de criterios fijados de antemano en convocatorias públicas, y suelen incluir una evaluación por pares independiente, a menudo haciendo uso de evaluadores internacionales líderes en su campo científico.
- Debe crearse una oficina de gestión del programa con un liderazgo claro y recursos para actuar, pero al mismo tiempo es preciso controlar los costes administrativos.
- Los gestores del programa deben también ocuparse de difundir las convocatorias y ofrecer servicios de apoyo a los grupos de investigación en el proceso de preparación de las propuestas, asegurándose de que los mejores grupos de investigación estén bien informados y participen en las convocatorias.
- Aunque es importante que los centros de excelencia sean autónomos y aunque hay que contar con que los retornos de este tipo de programas solo llegarán en el medio/largo plazo, es importante establecer mecanismos claros de seguimiento y evaluación periódica, para tomar acciones correctivas si fuera necesario, y para rendir cuentas a los políticos y a la sociedad civil, de forma que puedan tomarse decisiones bien fundadas sobre la continuidad de este tipo de programas.

ii. Fomentar la innovación social y estrechar los vínculos entre la agenda de investigación de Medellín y las necesidades de la región de Antioquia

Como se ha señalado antes, Medellín es reconocida internacionalmente por sus logros en materia de innovación social. Por lo tanto, la ciudad debería seguir construyendo sobre esta oportunidad, para transformarse en un polo internacional de innovación social e inclusiva desde donde eventualmente desarrollar negocios y proyectos para la “base de la pirámide” de toda Latinoamérica y más allá. Esta agenda es más realista que la ambición de convertirse en la capital de la ciencia de la región, y puede ser igualmente positiva en términos de atracción de empresas y talento, generación de empleo y, en última instancia, crecimiento sostenible.

Vale la pena mencionar en este contexto una iniciativa reciente prometedora como el proyecto SocialLab puesto en marcha por Ruta N, que busca fomentar que las instituciones públicas y privadas de la ciudad pongan en marcha laboratorios de innovación social. Inicialmente en el programa participan 9 universidades, 9 emprendedores sociales y 8 empresas de la ciudad, que intercambian experiencias y reciben formación y apoyo tanto de Ruta N como de Boston College en el fortalecimiento de capacidades de innovación social. En la primera reunión de 2013, se crearon equipos interdisciplinarios en torno a cuatro temas: habitabilidad, movilidad, superación del conflicto y educación para el trabajo, en los que participan varias instituciones del mundo de la empresa y la academia, con el fin de coordinar proyectos que finalmente recibirán el apoyo de expertos en innovación social del Boston College para la elaboración de prototipos de soluciones sociales.

A pesar de ésta y otras experiencias interesantes orientadas a potenciar la innovación social, deberían dedicarse más recursos a este tipo de iniciativas. En todos los programas y procesos de evaluación de proyectos deberían incorporarse de forma más sistemática criterios relacionados con los beneficios sociales del proyecto y el alcance de los retornos esperados. Para lograr el apoyo de la sociedad civil que garantice su continuidad en el tiempo, los

beneficios de las inversiones en I+D e innovación no deberían concentrarse exclusivamente en un pequeño grupo de empresas y grupos de investigación avanzados que defiendan sus propios intereses, sino que deberían repartirse de forma más equitativa en la sociedad y contribuir también a mejorar la calidad de vida de las capas más desfavorecidas de la población. En este contexto las políticas de innovación orientadas a la demanda, y en particular la compra pública innovadora, pueden contribuir sustancialmente a articular de forma más adecuada los esfuerzos de innovación con las necesidades sociales, como discutiremos en mayor detalle en el **Capítulo 5**.

Para avanzar en esta agenda, es fundamental consolidar la estrecha coordinación entre la Alcaldía de Medellín y la Gobernación de Antioquia. Al margen de las motivaciones altruistas de contribuir al desarrollo de Antioquia y reducir las brechas sociales, sería en última instancia beneficioso para Medellín reorientar en mayor medida su agenda de investigación hacia las necesidades de la región, buscando la convergencia entre éstas y los tres clústeres prioritarios de la ciudad, o las nuevas áreas de investigación prioritarias que se desarrollen bajo una nueva estrategia de especialización inteligente. En este sentido, algunos ejemplos de áreas con gran potencial son las siguientes:

- Uso de TICs para mejorar los sistemas logísticos de producciones agrícolas en la región.
- Nuevos métodos para mejorar la eficiencia energética en actividades agropecuarias y mineras.
- Uso de fuentes de energía, como los paneles solares, que puedan dotar de mayor autonomía a las zonas rurales poco conectadas con las redes de distribución.
- Tratamiento de residuos agrícolas para su reciclaje como fuentes energéticas, por ejemplo en el cultivo de café.
- Potenciar la telemedicina para dar mayor cobertura asistencial a la población rural de la región.
- Desarrollo de plataformas y programas de educación a distancia (e-learning) desde las universidades con sede en Medellín, para llegar a los alumnos del resto de la región.

Además de contribuir a objetivos de desarrollo social e inclusivo a través de la innovación, la colaboración con el resto de Antioquia permitiría a Medellín beneficiarse en mayor medida de los nuevos fondos de regalías así como de otros programas nacionales como Vive Digital del Ministerio TIC, entre otros. Por ejemplo, En Antioquia se están haciendo esfuerzos importantes por integrar áreas rurales dispersas a través del programa de Parques Educativos cofinanciado por el Ministerio TIC y el Banco Mundial, que consiste en el desarrollo de centros de internet, colegios, educación superior digital, apoyo al emprendimiento, etc., donde las universidades e instituciones de Medellín podrían jugar un papel más relevante en la construcción de las infraestructuras necesarias así como en la provisión de contenidos y programas educativos. Una tendencia reciente prometedora es la expansión de las universidades de Medellín hacia otros puntos de la región, como muestra el reciente proyecto de la Universidad de Antioquia que en 2013 abrió nuevas sedes en Oriente y Urabá, las cuales contarán con infraestructura para laboratorios de investigación en las áreas estratégicas de esas regiones.

Cabe también resaltar el importante impacto que pueden tener las empresas de Medellín en la mejora de la articulación del sistema local de innovación con el resto de la región de Antioquia, creando mayores vínculos no solo orientados a encadenamientos productivos o redes de distribución, sino también a actividades innovadoras. Los centros de I+D de las grandes empresas de Medellín podrían expandirse, estableciendo unidades más pequeñas en otras zonas del resto de Antioquia, para beneficiarse de una mayor diversidad de fuentes de conocimiento,

al tiempo que integran a otros actores actualmente excluidos de la dinámica de la innovación. Un ejemplo claro es el de Nutresa, empresa con sede en Medellín reconocida como la empresa de alimentos más grande de Colombia y cuarta de América Latina, cuyos productos más destacados son chocolates, pastas, galletas, café y helados, y que cuenta para ello con una intensa actividad productiva en varias zonas de Antioquia. Para impulsar la innovación dentro del grupo, en 2013 Nutresa puso en marcha un fondo de capital de riesgo llamado "Out of Box" (dotado con 15.000 millones de pesos), para el que a mayo de 2014 habían recibido ya 51 propuestas y seleccionado dos a las que se asignaron 4.000 de pesos millones para cada una. Habría que recapacitar sobre cómo integrar en mayor medida este tipo de programas a actores provenientes de las zonas rurales de Antioquia. En general, sería muy beneficioso lograr un mayor compromiso de las grandes empresas de Medellín para explotar el efecto arrastre que pueden ejercer sobre el sistema regional de innovación, integrando mejor a Medellín con las zonas rurales de Antioquia.

Por otra parte, para mejorar la coordinación local-nacional en temas relacionados con la innovación social, habría que estrechar la colaboración con el Departamento de Prosperidad Social, creado en 2011 para desarrollar y coordinar todas las políticas públicas para reducir la pobreza y compensar a las víctimas del conflicto (Schwab Foundation for Social Entrepreneurship, 2013). También resulta muy relevante en este sentido la actuación de la Agencia Nacional para la Superación de la Pobreza Extrema (ANSPE), que en 2012 inició un proyecto colaborativo con Colciencias y el Departamento Nacional de Planeación (DNP) orientado a profundizar en el estudio de la innovación social; mapear el ecosistema nacional de innovación social y sus principales actores e interacciones; y diseñar un modelo conceptual de la cadena de valor de la innovación social en Colombia. Un objetivo de este estudio es sentar las bases para el diseño de nuevos instrumentos políticos y de un manual de operaciones para fomentar la innovación social.

Aunque el interés por la innovación social está aumentando rápidamente en todo el mundo, la experiencia internacional disponible es todavía muy limitada. Colombia - y Medellín en particular - es de hecho uno de los países en los que se están desarrollando algunas de las experiencias más interesantes, que podrían servir como referencia para otros lugares del mundo (OCDE, 2014).

iii. Mejorar el FCTI de regalías

Como ya se ha explicado antes, una vez establecida a nivel central la asignación del Fondo de CTI del Sistema de Regalías por regiones (departamentos), la articulación y selección inicial de los proyectos concretos a financiar con cargo a esos fondos corresponde a la gobernación de cada región. La gobernación envía entonces su propuesta a la Secretaría Técnica del programa en Colciencias, para que el Órgano Colegiado de Administración y Decisión (OCAD) se pronuncie sobre la aprobación final de los proyectos.

El sistema del FCTI de regalías ha fortalecido la autonomía regional y ha fomentado una articulación más sistemática de estrategias regionales de CTI. Pero la experiencia hasta la fecha ha dejado en evidencia una serie de problemas en el funcionamiento del sistema (Cuervo y López, 2013; OCDE, 2014). Uno de los objetivos del sistema es favorecer la convergencia regional, y por eso se destina una mayor proporción de los fondos a las regiones más pobres. Sin embargo, hasta ahora se ha observado que las regiones menos desarrolladas por lo general carecen de capacidad de absorción, porque no cuentan con las capacidades necesarias para definir e implantar proyectos de CTI apropiados. Por eso se intenta favorecer la colaboración de las regiones menos desarrolladas con las más avanzadas. Pero hasta ahora los resultados de esta estrategia han sido decepcionantes, porque las regiones no se han mostrado muy dispuestas a colaborar, sino que quieren optimizar los proyectos a nivel local, gastando el dinero en instituciones y empresas locales, lo cual redundaría en una fragmentación de los esfuerzos, ineficiencias, y desaprovechamiento de oportunidades de generar masa crítica (OCDE, 2014).

En términos más generales, la asignación de los fondos de regalías para CTI se enfrenta al difícil reto de conjugar dos estrategias: la primera orientada al desempeño y la excelencia científica, y la segunda orientada a la innovación inclusiva y la reducción de brechas regionales (Correa, 2012).

En vista de los problemas de coordinación y establecimiento de prioridades entre el orden nacional y el regional, Colciencias está trabajando en nuevas normas sobre la ejecución y selección de los proyectos financiados por el FCTI de regalías, lo cual redefinirá las normas del juego (Cuervo y López, 2013). En concreto, en julio de 2013 Colciencias acordó ciertos cambios en el sistema de regalías para definir los requisitos mínimos que deben cumplir los programas y proyectos de CTI que busquen financiación, entre los que destacan:

- Los programas tendrán impacto regional y estarán dirigidos a la consolidación de redes temáticas que vinculen a diferentes agentes del sistema universidad-empresa-estado.
- Los proyectos fomentarán la articulación del estado en todos sus niveles: central, departamental, municipal, y promover la participación de todos los actores.
- Los proyectos promoverán la alianza de grupos de investigación más avanzados, reconocidos y categorizados por Colciencias, con los menos avanzados contribuyendo a la disminución de brechas de conocimiento.

En definitiva, el funcionamiento del FCTI de regalías plantea dilemas entre la centralización y la descentralización, y entre la concentración de los recursos en los mejores grupos de investigación y su distribución más equilibrada a lo largo del país. Sería recomendable introducir nuevas reformas en el programa para lograr un equilibrio entre estas fuerzas que posibilite asignar el mejor uso posible a los fondos, favoreciendo a las regiones más pobres pero al mismo tiempo evitando que se malgasten los recursos. A continuación presentamos, sin ánimo exhaustivo, una serie de opciones y sugerencias para la reforma del sistema.

Recomendaciones para el gobierno nacional

- Establecer directrices más claras sobre cómo elaborar estrategias regionales de CTI y reforzar el apoyo tanto técnico como financiero que desde Colciencias se presta a los gobiernos regionales para el diseño de esas estrategias y la articulación de proyectos que concurrirán al FCTI de regalías.
- A partir del punto anterior, mejorar la coordinación entre las estrategias de CTI de las regiones, aumentando los esfuerzos de coordinación nacional para detectar duplicidades en los planes regionales, identificar oportunidades de cooperación, y difundir ejemplos de buenas prácticas que puedan aplicarse en varias regiones.
- Mejorar el actual Sistema de monitoreo, seguimiento, control y evaluación (SMSCE) del FCTI, así como la herramienta informática para la gestión y monitoreo de la ejecución de proyectos (Gesproy), para solucionar los problemas relacionados con los frecuentes colapsos del sistema, la ausencia de un punto claro de contacto para solucionar incidencias, las deficiencias del soporte técnico, etc. En términos más generales, es importante establecer mecanismos más eficientes y transparentes de selección, seguimiento y evaluación de proyectos, introduciendo evaluaciones intermedias y mecanismos de alerta temprana, con la posibilidad de retirar la financiación a algunos proyectos que no cumplan con sus compromisos de resultados intermedios.
- Crear nuevos mecanismos para incentivar el establecimiento de redes temáticas que fomenten la colaboración inter-regional. Por ejemplo, tras un proceso de consultas, las

evaluaciones del OCAD podrían establecer la obligatoriedad de colaboración en ciertos casos en que se identifiquen duplicidades u oportunidades para explotar sinergias. Otra opción podría consistir en reservar una parte del FCTI solamente a proyectos colaborativos entre regiones, con una convocatoria especial para este tipo de proyectos.

- Reconsiderar el tipo de proyectos y gastos elegibles bajo el FCTI. Aunque no se ha realizado todavía ningún análisis pormenorizado, la evaluación preliminar de la OCDE (2014) sugiere que la mayor parte de los fondos se están destinando a programas de formación y capacitación del capital humano. En el futuro, cabría plantear si el FCTI debería restringir su ámbito de actuación a proyectos de investigación e innovación, dejando que los proyectos relacionados con la formación sean financiados a través de otros programas existentes.
- Establecer un nuevo mecanismo para que la OCAD pueda renovar las ayudas a los proyectos que obtengan los mejores resultados. Actualmente, los proyectos obtienen financiación del FCTI por un periodo máximo de 4 años, que coincide con la vigencia de los planes departamentales de desarrollo. Se trata de un horizonte que puede ser demasiado corto, especialmente para los proyectos de investigación más ambiciosos, y se corre el riesgo de que con los cambios de gobierno se produzca una reordenación de las prioridades, descartándose proyectos exitosos que provengan del anterior gobierno. Por lo tanto, sería interesante introducir un sistema para la prolongación de las ayudas de forma más automática, sin tener que pasar previamente por la gobernación del departamento. En cualquier caso, habría que limitar la parte total del presupuesto que puede quedar comprometido con renovaciones, para que el nuevo gobernador no vea su presupuesto totalmente comprometido.
- Una reforma más radical para evitar los riesgos de la excesiva descentralización del sistema de selección de proyectos consistiría en establecer un mecanismo de evaluación más centralizado en Colciencias. Los fondos podrían seguir asignándose como hasta ahora a los distintos departamentos, pero para la selección de proyectos dentro de cada departamento sería Colciencias quien lanzaría una convocatoria pública y evaluaría las propuestas. Cada gobierno regional establecería sus prioridades y participaría en el diseño de las bases de la convocatoria, pero la gestión de la convocatoria y la selección final de los proyectos correspondería a Colciencias, haciendo uso de evaluadores externos y de otros procedimientos para garantizar la independencia.

Recomendaciones para Medellín y Antioquia

- Establecer un sistema más claro y estable para la coparticipación de la alcaldía de Medellín y la gobernación de Antioquia en la articulación y selección de proyectos. Como hemos señalado antes, aunque la gestión de los fondos de regalías corresponde al gobierno regional y no al municipal, hasta la fecha Ruta N ha asumido también un papel muy importante en la articulación de los proyectos. Por un acuerdo entre el alcalde de Medellín y el gobernador de Antioquia, se decidió repartir los fondos de regalías al 50% entre Medellín y el resto de la región. Sin embargo, no hay ninguna garantía de que este sistema vaya a continuar en el futuro. Sería deseable aclarar el marco institucional que regirá en el futuro.
- Introducir criterios de selección de proyectos más transparentes y competitivos. Hasta ahora el proceso de selección de proyectos ha sido un poco caótico, lo cual es natural teniendo en cuenta el reciente nacimiento del FCTI de regalías. Sin embargo, en el futuro serán necesarios mayores esfuerzos para definir mejor tanto el fondo como la forma de las sucesivas convocatorias y sus criterios de selección.

- Establecer mecanismos que permitan que ciertos proyectos estratégicos obtengan financiación a más largo plazo, superando el ciclo político, mediante renovaciones casi-automáticas de la financiación en caso de que se alcancen los objetivos intermedios.
- Ante los cambios que se plantean en el sistema de regalías, es esencial que se valoren posibles proyectos de colaboración con otras regiones del país. Esta agenda se basaría en buscar la convergencia de las áreas de investigación estratégicas para Medellín con las necesidades de las regiones más desfavorecidas del país, bajo una perspectiva de innovación social. Como ejemplo de éxito, en 2012 la empresa UNE (teleco del grupo EPM) junto con una serie de aliados locales, logró obtener financiación del sistema de regalías para un proyecto de prestación de servicios de salud a través de telemedicina para impactar la calidad, prevención y cobertura de los servicios de salud en las regiones de Antioquia, Chocó y Córdoba.

iv. Fomentar la internacionalización

Si Medellín quiere cumplir su meta de convertirse en la capital Latinoamérica de la innovación, es fundamental fomentar la internacionalización y buscar nuevas estrategias para atraer talento, captar financiación internacional, y estrechar la cooperación científica internacional.

Los esfuerzos de internacionalización del sistema de investigación e innovación en Colombia, como hemos señalado antes, se han centrado en la oferta de becas para que estudiantes nacionales cursen estudios de doctorado en el extranjero, y este tipo de programas siguen constituyendo la mayor parte del presupuesto de los programas internacionales de Colciencias. El hecho de que muchos de los docentes e investigadores cursaron sus estudios de doctorado en el exterior significa que los vínculos científicos internacionales son fuertes, y deberían buscarse mecanismos para potenciarlos en mayor medida en el futuro.

La inversión en formar talento nacional en universidades extranjeras es importante como mecanismo para acelerar la convergencia tecnológica y debería seguir potenciándose en el futuro. Pero al mismo tiempo, en sentido inverso, sería recomendable empezar a dedicar más esfuerzos a la atracción de investigadores extranjeros, y en este sentido planteamos una primera serie de recomendaciones. En segundo lugar, sugerimos algunas posibles líneas de actuación para fortalecer la colaboración con universidades y centros de investigación extranjeros.

Atracción de investigadores extranjeros

Colombia en general y Medellín en particular deberían dedicar mayores esfuerzos a estimular la llegada de investigadores extranjeros, y muy particularmente de otros países latinoamericanos, que contribuyan al desarrollo de capacidades locales en áreas estratégicas así como a la formación de vínculos con centros de investigación internacionales. Estos programas deberían establecer mecanismos para simplificar el acceso al sistema universitario a los extranjeros, ofreciendo información, asesoramiento, becas y contratos especiales, en aras a reducir las barreras administrativas y a reducir la endogamia del sistema. La atracción de talento podría articularse a través de programas de centros de excelencia, como se hizo en el caso de Singapur descrito en la sección anterior (Recuadro 2). Se trataría de atraer a investigadores líderes internacionales para que dirijan (o codirijan) los nuevos centros de excelencia que en su caso se creen en Colombia o Medellín.

Un elemento importante para el éxito de este tipo de programas de atracción de talento es emprender una búsqueda activa de los investigadores extranjeros que mejor encajen con las necesidades locales, y entablar contacto personal con ellos para comprender sus necesidades y “seducirlos” con una oferta adecuada de incentivos. En otras palabras, es importante una orientación más personalizada de los programas de atracción de talento, de forma que no se

limiten los esfuerzos a la publicación de convocatorias. Otro elemento interesante sería concentrar los esfuerzos en atraer investigadores de países de habla hispana, tanto de Latinoamérica como de España (donde hay una base importante de investigadores bien formados dispuestos a emigrar ante la actual falta de oportunidades en ese país), pues quizá resulte un objetivo más apropiado que atraer personas de otros terceros países teniendo en cuenta las características locales y el objetivo de transformar a Medellín en la capital Latinoamericana de la innovación.

Desde la perspectiva de la gobernanza multinivel, cabe recapacitar sobre si los programas de atracción de talento tienen sentido desde el nivel regional/local o más bien deberían ser abordados exclusivamente a través de programas nacionales. Para apoyar el primer argumento resulta ilustrativo el caso de España, donde conviven programas nacionales y regionales de atracción de talento. En efecto, en España se han desarrollado algunos programas de ámbito nacional, orientados especialmente al retorno de investigadores españoles trabajando en centros extranjeros, pero paralelamente algunas regiones han decidido lanzar programas específicos orientados a la atracción de talento, tanto de otras regiones españolas como de terceros países (Recuadro 4).

Recuadro 4. Programas regionales de atracción de talento en España

Algunas regiones españolas han creado agencias para la atracción de talento con el objetivo de eludir los problemas regulatorios e institucionales que dificultan la contratación de investigadores extranjeros. Estas agencias, a través de convocatorias públicas generalmente anuales, ofrecen contratos especiales a investigadores de países extranjeros o del resto de España para que se integren en universidades o centros públicos de investigación locales, eludiendo las normativas relativas a la convalidación de títulos y los burocráticos procesos de acreditación previa del profesorado universitario. A través de estos programas se puede competir mejor por el talento internacional, ofreciendo salarios más atractivos y sorteando la tan habitual endogamia de las universidades y el favoritismo por los candidatos locales en detrimento de la excelencia científica.

Cataluña fue la región pionera en este tipo de programas en España, con el establecimiento del programa Icrea en 2001. En sus doce años de actividad hasta 2013, Icrea ha contratado un total de 294 investigadores en especialidades muy diversas, que han contribuido de manera decisiva al desarrollo de capacidades científicas regionales, y en particular al aumento de las publicaciones científicas y patentes, así como a la atracción de financiación proveniente de programas competitivos europeos y nacionales, como pone de manifiesto una evaluación independiente del programa realizada recientemente por Technopolis.

Siguiendo el exitoso ejemplo de Icrea, en 2007 el gobierno regional vasco lanzó un programa similar llamado Ikerbasque, que hasta 2012 atrajo al País Vasco a 116 investigadores procedentes de 20 países. Tanto Ikerbasque como Icrea se dirigen no solo a investigadores extranjeros sino también a los procedentes del resto de España. Por ejemplo, en el caso de Ikerbasque 31 de los 116 investigadores vinieron de otras regiones españolas, 55 de otros países de la Unión Europea, 20 de EEUU y 15 de otros países. Inicialmente, el programa Ikerbasque ofrecía únicamente contratos permanentes a investigadores sénior, pero en el año 2012 se incluyó también una convocatoria específica dirigida a investigadores jóvenes con una prometedora carrera científica y experiencia internacional, a los que se ofrece un contrato de 5 años. Al igual que en el caso de Icrea, las evaluaciones recientes que se han hecho de Ikerbasque son muy positivas: por ejemplo, cabe destacar que los investigadores contratados por Ikerbasque lograron más de 17 millones de euros de financiación externa para proyectos de investigación, lo que supone prácticamente duplicar la inversión realizada para atraerlos.

Más información sobre ICREA: <http://www.icrea.es>

Más información sobre Ikerbasque: <http://www.ikerbasque.net>

Paralelamente, sería importante dedicar un esfuerzo especial a facilitar el retorno de investigadores colombianos que se encuentren trabajando en el extranjero. Para ello son útiles los programas de conexión que han sido utilizados en muchos países del mundo con distintas herramientas para formar redes con los investigadores de la diáspora orientadas a la transferencia de conocimiento y habilidades tecnológicas, así como a la formación de redes empresariales y oportunidades locales de inversión (OCDE, 2012b). Como hemos señalado antes, Colciencias ha lanzado una nueva convocatoria en este sentido que debería expandirse y mejorarse en el futuro, no solo con el objetivo de favorecer el retorno de científicos al país sino también para estrechar la colaboración científica y el intercambio de conocimiento, así como la participación de la diáspora en los procesos de evaluación del sistema colombiano de ciencia, tecnología e innovación. Desde Medellín debería considerarse cómo sacar mayor partido de esta iniciativa de Colciencias y cómo complementarla con otras iniciativas autónomas. Un ejemplo es el programa “Intercambio de Estudiantes” de Ruta N que ha sido diseñado para poner en contacto estudiantes de universidades públicas con estudiantes colombianos de doctorado estudiando en el extranjero para que ambos desarrollen proyectos conjuntos. Está previsto que este programa se ponga en marcha próximamente a través del desarrollo de una plataforma web que permita estas interacciones.

Colaboración internacional con universidades

Además de las iniciativas encaminadas a la atracción de talento, sería recomendable valorar posibles medidas para mejorar los mecanismos de colaboración con universidades extranjeras. En el ámbito nacional existe un grupo de trabajo impulsado por Colciencias, llamado Grupo Internacional, cuyo objetivo es identificar oportunidades de cooperación internacional en ciencia y tecnología, facilitando el acceso a los grupos y centros de investigación, y desarrollo tecnológico del país, a recursos intelectuales y financieros de ámbito internacional. Adicionalmente, desde el Ministerio de Educación se ha impulsado la Red Colombiana para la Internacionalización de la Educación Superior (RCI) cuyo objetivo es favorecer la internacionalización a través del intercambio de buenas prácticas entre universidades y la organización de eventos²⁷. También la Red Nacional Académica de Tecnología Avanzada (RENATA), impulsada por el gobierno nacional e integrada por más de 150 universidades y centros de I+D del país, tiene como misión propiciar la colaboración con las redes académicas internacionales y los centros de investigación más desarrollados del mundo²⁸. Por otra parte, Colciencias ha actuado como Punto Nacional de Contacto para fomentar la participación de grupos de investigación colombianos en los programas de investigación de la Unión Europea, y el nuevo programa Horizonte 2020 lanzado a finales de 2013 abre mayores oportunidades para la participación de grupos de investigación colombianos en los proyectos y redes financiados con fondos europeos²⁹.

Desde Medellín habría que estar atentos a las actividades de estas iniciativas de ámbito nacional. Paralelamente, sería recomendable integrar en mayor medida la colaboración científica internacional en las agendas de la Agencia de Cooperación e Inversión de Medellín (ACI) y de Ruta N. A través de un programa regional de centros de excelencia como el propuesto en la sección anterior podría impulsarse de forma más selectiva y con mayores recursos la inserción de los mejores grupos de investigación de la ciudad en redes globales de innovación. En efecto, como ponen de manifiesto Giuliani y Rabellotti (2012), más que medidas genéricas y acuerdos marco entre universidades, la forma más eficiente para potenciar las conexiones internacionales de universidades locales es apoyar a los mejores investigadores y grupos de investigación, ya que son ellos los principales responsables de la transferencia de

²⁷ Para más información véase: <http://rcicolombia.jimdo.com/>

²⁸ Para más información véase: <http://www.renata.edu.co/>

²⁹ Para más información véase:

http://ec.europa.eu/research/horizon2020/pdf/press/fact_sheet_on_international_participation_in_horizon_2020.pdf

conocimiento. Estos investigadores actúan como puentes con redes internacionales, y se caracterizan por su talento, su conocimiento de idiomas, y su historial de publicaciones en las mejores revistas científicas.

Por otra parte, podrían mejorarse los incentivos para la atracción de centros de I+D de universidades y empresas extranjeras. El Distrito Medellín de la alcaldía de Medellín y el Parque Manantiales de la gobernación de Antioquia ofrecen unas plataformas excelentes para la oferta de incentivos a empresas e instituciones extranjeras. En el **Capítulo 6** se valoran las opciones políticas para atraer más empresas extranjeras innovadoras a la ciudad, lo cual representa actualmente un objetivo prioritario de Ruta N. Aquí nos interesa señalar la pertinencia de buscar nuevas fórmulas para la atracción de universidades extranjeras que puedan implantar centros de investigación y formación avanzada en la ciudad; una tendencia cada vez más extendida entre las grandes universidades globales que requiere de una actuación pública activa y de la oferta de generosos incentivos. Un ejemplo emblemático es el Georgia Institute of Technology, una de las más reconocidas universidades de investigación estadounidenses, que durante los últimos años ha establecido nuevos centros de I+D en países latinoamericanos como Costa Rica, México y Panamá, además de sus otros centros fuera de EEUU entre los que figuran Francia, China, Irlanda y Singapur.

De hecho, el caso de la Universidad de Purdue es un ejemplo exitoso en este sentido tanto para Colombia como para Medellín en particular. Desde 2010 Colciencias cuenta con un acuerdo marco con esta universidad estadounidense para el intercambio de estudiantes y profesores, y en enero de 2014 la universidad anunció su intención de establecer su primera oficina de enlace en Medellín, dentro del complejo Ruta N³⁰. Ya en 2011 la Universidad de Purdue había donado un supercomputador a la Universidad EAFIT de Medellín, y este anuncio más reciente supone una nueva apuesta por estrechar vínculos con la ciudad.

La experiencia de Singapur descrita anteriormente (Recuadro 2) resulta un referente muy interesante para el contexto de Medellín. También el programa de Centros de Excelencia Internacionales de Chile puede ser una experiencia a tener en cuenta³¹. A través de la primera convocatoria de este programa, el gobierno ofreció a universidades y centros públicos de I+D extranjeros un subsidio máximo de USD 12,8 millones durante un plazo de 8 años, que deben ser complementados con financiación propia de las instituciones. Así, en 2011 se seleccionaron las propuestas de cuatro instituciones internacionales para el desarrollo en Chile de programas de investigación ligadas a las prioridades del país: la alemana Fraunhofer en biotecnología; la australiana Csiro en minería; la francesa Inria en tecnologías de la información; y la holandesa Wageningen en la industria de alimentos.

En conclusión, los incentivos y programas de atracción de talento y de universidades extranjeras representan un potente mecanismo para acelerar la internacionalización del sistema y favorecen la transferencia y difusión internacional de conocimiento y tecnología. Sin embargo, también representan un riesgo y un coste de oportunidad, al desviarse recursos que podrían haberse utilizado para apoyar a las universidades e investigadores locales. Por lo tanto, estos programas deben diseñarse con la debida cautela, estableciendo mecanismos de evaluación para asegurar que los retornos sociales obtenidos justifiquen los altos costes.

v. *Otras recomendaciones*

- *Orientar progresivamente la agenda de investigación de la ciudad hacia una estrategia de especialización inteligente.* La especialización inteligente implica concentrar en mayor medida los escasos recursos disponibles en unas áreas prioritarias claramente articuladas de acuerdo con las fortalezas y ventajas comparativas de la ciudad. El enfoque actual de

³⁰ Para más información véase <http://www.portafolio.co/economia/alianza-u-purdue-y-colciencias>

³¹ Para más información véase el Modelo de Aprendizaje en el **Anexo 1** de este documento.

selección de clústeres industriales prioritarios debería complementarse con una apuesta por una serie de tecnologías transversales que resulten relevantes para varias industrias simultáneamente (“*key enabling technologies*”). Para ello es preciso el desarrollo de plataformas de colaboración entre gobierno, universidad y empresas, como se comentará en mayor detalle en el **Capítulo 4**.

- *Explorar oportunidades de fusión o colaboración entre distintos programas de postgrado en disciplinas afines.* Como se ha señalado antes, las universidades de Medellín cuentan en total con 47 programas de doctorado, así como centenares de programas de maestría, que en ocasiones mantienen su actividad sin un suficiente número de alumnos. Por lo tanto sería recomendable fomentar nuevos programas inter-universitarios e inter-disciplinarios que ayuden a evitar estas duplicidades y permitan alcanzar mayores economías de escala para impulsar la calidad de los programas. A corto plazo, un objetivo prioritario sería poner en marcha un Doctorado en Ingeniería impartido por los mejores grupos de investigación de distintas universidades de Medellín, con distintas áreas de especialización, que tenga potencial para consolidarse como el mejor programa de doctorado en ingeniería del país y una referencia en Latinoamérica capaz de atraer una alta proporción de alumnos extranjeros.
- *Reforzar la labor de Tecnova en la promoción de la transferencia tecnológica y la comercialización de la investigación de las universidades.* Como se ha señalado antes, la agencia Tecnova se creó como alianza entre las principales universidades de la región para reforzar la labor de las oficinas de transferencia tecnológica de las distintas universidades, permitiendo alcanzar economías de escala y favoreciendo el intercambio de mejores prácticas y la aplicación de programas transversales para mejorar las relaciones universidad-empresa e impulsar las actividades de transferencia y comercialización. Su labor ha ayudado a superar las limitaciones con que se encontraban las oficinas de transferencia tecnológica de las universidades, que a menudo carecían de los recursos humanos, los conocimientos especializados y la experiencia necesarios para acometer de forma eficaz su labor. En los últimos años se han unido a Tecnova algunas universidades de otras regiones del país, como la Universidad de los Andes, la Universidad del Atlántico o Uninorte, entre otras, poniendo de manifiesto el éxito de este modelo y el potencial de Tecnova de convertirse eventualmente en una agencia estatal. En efecto, el gobierno nacional podría considerar nuevas fórmulas de apoyo a Tecnova para ampliar su ámbito de actuación al conjunto del país.
- *Buscar nuevas fórmulas para complementar los programas de Colciencias de apoyo a la investigación con iniciativas locales.* Por ejemplo, desde la alcaldía de Medellín o la gobernación de Antioquia podría ofrecerse financiación adicional a los grupos de investigación que hayan obtenido una ayuda competitiva de los programas de Colciencias, siempre y cuando cumplan algún requisito adicional como por ejemplo que aborden un área de investigación que se considere prioritaria para la ciudad. De esta forma no haría falta un nuevo proceso de evaluación, reduciéndose el coste de administración del incentivo. Además, este tipo de iniciativas contribuirían al objetivo de concentrar más recursos en los mejores grupos de investigación para alcanzar mayor masa crítica y evitar la fragmentación. Habría que definir claramente el tipo de gastos elegibles para estas ayudas complementarias. Por ejemplo, podría plantearse destinar las ayudas a la contratación de jóvenes doctores que se integren en el proyecto, o a la contratación de investigadores extranjeros de relieve. Lo mismo podría hacerse para los doctorandos que reciben la beca doctoral de Colciencias: desde Medellín podría complementarse esa ayuda, por ejemplo para aquellos doctorandos que vayan a desarrollar su investigación en alguno de los tres clústeres prioritarios, o en una serie de grupos de investigación seleccionados (por ejemplo, en los grupos catalogados como de mayor calidad por Colciencias). Esto podría asimismo favorecer que los mejores doctorandos que obtengan una beca de Colciencias elijan estudiar en una universidad de Medellín.

- *Más allá de los programas de Colciencias, explorar cómo Medellín podría participar en mayor medida en las actividades de I+D impulsadas desde otros ministerios y agencias nacionales.* En particular, teniendo en cuenta los clústeres prioritarios de Medellín, resulta prioritario estrechar la colaboración con los ministerios de TIC, Minas y Energía, y Salud y Protección Social, sin olvidar otros ministerios relevantes como Educación, Defensa, y Transporte. Un ejemplo de éxito es el caso de Vivelab, una red nacional impulsada por el Ministerio TIC para promocionar los negocios basados en contenidos digitales, videojuegos, animación, diseño gráfico, aplicaciones para móviles, etc. Recientemente se logró un acuerdo entre este programa y la Alcaldía de Medellín para crear un centro Vivelab en el edificio de Ruta N, que ya está operando y cuenta con 30 estaciones de servicio.
- *Integrar en mayor medida la promoción de la I+D en la agenda de cooperación internacional al desarrollo.* Durante los últimos años organizaciones internacionales como el Banco Interamericano de Desarrollo o el Banco Mundial, así como gobiernos nacionales y ONGs, han venido orientando en mayor medida sus programas de ayuda financiera y asistencia técnica al desarrollo hacia programas para el fortalecimiento de los sistemas nacionales de innovación en países en desarrollo (Machado, 2013). En el caso de Colombia, recientemente Colciencias recibió un crédito de 50 USD millones del Banco Mundial y el BID. Valga también como ejemplo el programa ERICA del gobierno de España en Antioquia, que cuenta entre sus ejes temáticos con la promoción del desarrollo tecnológico y la innovación en la región. Este tipo de iniciativas podrían expandirse en el futuro para apalancar los fondos disponibles para CTI.

REFERENCIAS

- Arnold, E., Giarracca, F. (2012). "Getting the balance right: basic research, missions and governance for Horizon 2020". EARTO, Brussels.
- Borrás, S., Edquist, C. (2013). "The choice of innovation policy instruments", *Technological Forecasting and Social Change* 80. pp. 1513-1522.
- Correa, P. (2012), "Colombia's mining royalties divide scientists". *SciDev*, 20/01/2012.
- Criscuolo, P., Narula, R. (2008). "A novel approach to national technological accumulation and absorptive capacity: aggregating Cohen and Levinthal". *European Journal of Development Research* 20, pp. 56-73.
- Cuervo, C.J., López, L. (2013). "Regalías para la ciencia, la tecnología y la innovación: caso Colombiano", en: OCyT (ed.) *Observando el sistema colombiano de ciencia, tecnología e innovación: sus actores y sus productos*, Capítulo 11. pp. 369-407, Observatorio Colombiano de Ciencia y Tecnología, Bogotá.
- GÉNESIS (2009). *Diagnóstico organizacional de las Unidades de Emprendimiento adscritas a Instituciones de Educación Superior del Valle de Aburra*. Corporación Incubadora de Empresas de Base Tecnológica del Oriente Antioqueño, Medellín.
- Giuliani, E., Rabellotti, R. (2012). "Universities in emerging economies: bridging local industry with international science - evidence from Chile and South Africa". *Cambridge Journal of Economics* 36, pp. 679-702.
- Hicks, D. (2012). "Performance-based university research funding systems". *Research Policy* 41, pp. 251-261.
- Machado, A.C. (2013). "Towards a framework for conceptualizing international cooperation in science, technology and innovation". *Institutions and Economies* 5, pp. 1-20.
- Malkamäki, U., Aarnio, T., Lehvo, A., Pauli, A. (2001). *Centre of Excellence policies in research: Aims and practices in 17 countries and regions*. Publications of the Academy of Finland 2/01.
- Mirani, L. (2013). "Developer markets", en: *The World in 2014*. The Economist, November 18, 2013.
- Narayanamurti, V., Odumosu, T., Vinsel, L. (2013). "RIP: The basic/applied research dichotomy". *Issues in Science and Technology*, Winter 2013.
- OCyT (2013). *Indicadores de Ciencia y Tecnología Colombiana 2012*. Observatorio Colombiano de Ciencia y Tecnología, Bogotá.
- OCDE (2014). *Estudios de la OCDE de las políticas de innovación: Colombia. Evaluación general y recomendaciones*. OCDE, París.
- OCDE (2012a). *Higher education in regional and city development: Antioquia, Colombia*. OECD Publishing.
- OCDE (2012b). *Connecting with emigrants: a global profile of diasporas*. OECD Publishing.
- OCDE (2011). *Public research institutions: mapping sector trends*. OECD Publishing.

- OCDE, IBRD, World Bank (2013). *Reviews of National Policies for Education: Tertiary Education in Colombia 2012*. OECD Publishing.
- Paunov, C. (2013). “Innovation and inclusive development: a discussion of the main policy issues”. OECD Science, Technology and Industry Working Papers, 2013/01, OECD Publishing.
- Pietrobelli, C., Rabellotti, R. (2011). “Global value chains meet innovation systems: are there learning opportunities for developing countries?”. *World Development* 39, pp. 1261-1269.
- Pineda, L., Scheel, C. (2011). *Plan Estratégico de Ciencia Tecnología e Innovación de Medellín 2011-2021*. Ruta N, Medellín.
- Rodríguez, A., Alvarado, H. (2008). *Claves de la innovación social en América Latina y el Caribe*. CEPAL, Santiago de Chile.
- Ruiz, C., Bueno, E., Montes, J., Velandia, J., Navarro, O., Henao, D. (2013), “Análisis de la dinámica de producción de documentos científicos en los departamentos emergentes del país (2001-2010)” en: OCyT (ed.) *Observando el sistema colombiano de ciencia, tecnología e innovación: sus actores y sus productos*, Capítulo 2. pp. 43-72, Observatorio Colombiano de Ciencia y Tecnología, Bogotá.
- Santamaría, L., Díaz, M., Valladares, F. (2013). “Dark clouds over Spanish science”. *Science* 340, pp. 1292.
- Schwab Foundation for Social Entrepreneurship (2013). *Breaking the binary: policy guide to scaling social innovation*. Geneva: Schwab Foundation for Social Entrepreneurship, p. 19.
- Vargas, M.E., Leyva, S., Vera, A.M., Arias, Y. (2013). *Revisión de la política para el apoyo al desarrollo de sistemas de innovación: el caso de Medellín y Colombia*. Universidad EAFIT para Ruta N y OCDE.
- Zuñiga, P., Correa, P. (2013). “Technology transfer from public research organizations: concepts, markets, and institutional failures”. Innovation Policy Platform, OECD and World Bank. Página web: <https://innovationpolicyplatform.org/document/technology-transfer-public-research-organizations-concepts-markets-and-institutional>

CAPÍTULO 4

FOMENTO A LA INNOVACIÓN EMPRESARIAL, APOYO A EMPRENDEDORES Y PARTICIPACIÓN DE ACTORES ESTRATÉGICOS EN ACTIVIDADES DE CTI

El reciente reporte de la OCDE sobre evaluación y recomendaciones de política de innovación para Colombia constata que, a pesar del buen desempeño de la economía colombiana durante la última década en términos de crecimiento económico, dinamismo exportador e importantes avances en materia social, subsiste un evidente rezago en el desempeño del país en materia de ciencia, tecnología e innovación (CTI), con un sector empresarial y emprendedor que ejerce un rol más bien periférico dentro del sistema nacional de innovación.

El referido informe destaca el papel clave que debe ser otorgado a la innovación, en sus múltiples expresiones, para abordar los desafíos que enfrenta Colombia en términos de transformación y diversificación de la economía, impulso a la productividad, aumento del nivel de ingresos y nivel de empleo de la creciente población urbana, fomento a la diversificación agrícola para mejorar la calidad de vida en zonas rurales, y aseguramiento de la sostenibilidad ambiental del crecimiento.

Asimismo, se subraya la necesidad estratégica de situar al sector empresarial en el centro del sistema de innovación, tal como ocurre en las economías más avanzadas y también en aquellas emergentes más exitosas. Las empresas representan la fuente principal de dinamismo en todos los sistemas de innovación de alto rendimiento, y ayudan a potenciar las actividades de investigación científica aplicada y formación de capital humano avanzado, por parte de las universidades e institutos de investigación. En la actualidad la participación de las empresas en actividades y programas relacionadas a la innovación en Colombia es baja en términos relativos, pues solo un 30% del total de I + D se lleva a cabo por parte del sector empresarial, en comparación con un 65 a 75% en los principales países de la OCDE y China, y algo menos del 50% en Brasil (OCDE, 2014).

La literatura internacional señala que la disposición de una empresa a desarrollar actividades e inversiones en CTI puede variar, dependiendo del segmento productivo al que pertenece, en términos de tamaño, sector, antigüedad y origen de los capitales, pero sobre todo, de la sofisticación de la demanda que enfrenta y de la identificación de oportunidades en los mercados en que compite (OCDE, 2010). Es por ello que iniciativas locales como “Medellín Ciudad Clúster” conducida desde la Cámara de Comercio, o el Programa de “Landing” de empresas internacionales liderado por Ruta N con apoyo de la Agencia de Cooperación e Inversión de Medellín y la Agencia de Cooperación Internacional (ACI), otorgan particular atención a sectores específicos de alto potencial competitivo, así como a iniciativas que promueven el emprendimiento innovador dinámico y el aterrizaje en Medellín de empresas extranjeras de base tecnológica y perfil innovador. Tales acciones resultan relevantes por su potencial efecto catalizador sobre aquellos segmentos de negocios locales que mayormente pueden incidir en alcanzar una mayor participación privada sobre la tasa de inversión en CTI.

Las políticas de fomento a la innovación empresarial en Colombia se dirigen mayoritariamente a empresas impulsadas por la ciencia y la investigación, así como a los vínculos entre las universidades y el sector productivo (OCDE, 2014). Esto es importante, pero el potencial de incremento del esfuerzo innovador no se limita únicamente a ese segmento de empresas ni a la investigación científica aplicada como su único factor desencadenante. Por otro lado, no puede dejar de hacerse referencia al grupo de empresas ‘multilatinas’ con sede en

Medellín, que en los últimos años han expandido sus actividades de I+D, al tiempo que algunas empresas extranjeras han abierto nuevos centros de I+D en la ciudad³².

Sin embargo, tales iniciativas tienden a constituir la excepción antes que la regla. Diversos estudios han identificado una relativa debilidad de interacciones entre diferentes tipos de actores del sistema de innovación colombiano.

Por otra parte las condiciones de entorno, tales como el ambiente macroeconómico y de negocios, así como la efectividad del marco regulatorio relativo a la propiedad intelectual juegan un papel relevante en las decisiones de inversión en CTI por parte de las empresas. No pocas inversiones privadas en CTI requieren un horizonte de mediano plazo para rentabilizarse, por lo que un entorno económico estable y razonablemente predecible favorece el buen desempeño de las políticas de fomento a la innovación empresarial.

Al examinar el desempeño de la oferta de financiamiento para proyectos empresariales en CTI en Colombia, se constata una débil articulación entre las instituciones responsables, con cierta tendencia a la duplicación y fragmentación de esfuerzos, y un limitado alcance de cada instrumento o convocatoria por separado, debido a que sus respectivos presupuestos para transferir recursos son normalmente bastante limitados, situación que por otra parte es habitual no solo en Latinoamérica sino también en muchos países de la OCDE.

A nivel nacional debe mencionarse como un hito relevante de política pública la creación en el año 2012, por parte de Bancoldex³³, de la plataforma Innpulsa con el fin de promover la innovación empresarial y el emprendimiento dinámico como motores para la competitividad y el desarrollo regional en el país. Los objetivos estratégicos definidos para Innpulsa son: (i) la construcción y el fortalecimiento de una mentalidad y cultura que fomente la innovación y el emprendimiento dinámico; (ii) el fortalecimiento del "ecosistema" para ofrecer a los emprendedores dinámicos y a las empresas innovadoras nuevos vehículos de financiación para que sean más competitivos; y (iii) el desarrollo y fortalecimiento de las capacidades de las regiones con énfasis en sus apuestas productivas.

La oferta de instrumentos públicos para apoyar la participación empresarial en la inversión en CTI en Medellín se presenta muy esquemáticamente en la Tabla 1. En ella se puede apreciar que diferentes instituciones públicas, tales como Colciencias, Innpulsa, y los Ministerios de Agricultura (MINAG); de Comercio, Industria y Turismo (MINCIT), y de Tecnologías de Información y Comunicaciones (MINTIC), entre otros, además del Órgano Colegiado de Administración y Decisión (OCAD) del Fondo para la Ciencia, Tecnología e Innovación (FCTI), en el marco del sistema nacional de regalías conducen y gestionan un amplio número de instrumentos y convocatorias no exentas de problemas de diseño, implementación y coordinación entre sí, lo que a menudo se traduce en excesiva complejidad burocrático-administrativa durante las fases de postulación y ejecución, lenta capacidad de respuesta, y discontinua operación en el tiempo (Bitran et.al., 2011).

Cabe destacar que las Iniciativas Regionales de Innovación (IRIs, referidas en la Tabla 1) recientemente impulsadas por Ruta N, responden a un enfoque de articulación y orquestación de actores en torno a propósitos compartidos, el cual puede contrarrestar eficazmente muchos de los referidos problemas de coordinación debido a la fragmentación de instrumentos y canales institucionales, tal como lo ilustra la experiencia de la agencia TEKES de Finlandia con

³² En la Tabla 3 del presente capítulo se destacan algunas iniciativas específicas al respecto.

³³ Bancoldex: Banco de Desarrollo Empresarial y Comercio Exterior de Colombia. Institución financiera de segundo piso, de naturaleza pública, adscrita al Ministerio de Comercio, Industria y Comercio.

programas similares.³⁴ A pesar de las dificultades señaladas, la mayoría de las universidades y centros de I+D recurren regularmente a los mecanismos disponibles³⁵. No ocurre lo mismo a nivel de las empresas privadas, donde solo aquellas con mayor grado de sofisticación parecen familiarizadas con algunos instrumentos públicos de apoyo a la CTI.³⁶

Tabla 1. Principales Instrumentos públicos para apoyar la inversión empresarial en CTI

Institución Oferente	Programas o instrumentos	Modalidad de operación	Naturaleza de usuarios
COLCIENCIAS	<ol style="list-style-type: none"> 1. Co-financiación de proyectos entre Universidades, centros o grupos de I+D, y empresas. 2. Capital semilla para emprendimientos de base CTI. 3. Financiación de patentes o tecnologías protegibles. 4. Incorporación de doctores graduados para labores de I+D en empresas. 5. Deducción sobre el impuesto a la renta de carácter Científico, Tecnológico o de Innovación. 	Mediante convocatorias con periodicidad anual o semestral.	Principalmente universidades, pero también empresas con áreas de desarrollo e innovación.
INNPULSA	<ol style="list-style-type: none"> 1. Apoyo a proyectos de innovación y mejoramiento de calidad en micro y pequeñas empresas (antes Fomipyme). 2. Apoyo a start ups. 3. Apoyo a rutas competitivas regionales. 4. Apoyo a la gestión de innovación en empresas. 	Mediante convocatorias con periodicidad variable.	Empresas, nuevos emprendimientos, grupos de empresas o cámaras de comercio locales.
SENA	<ol style="list-style-type: none"> 1. Programa de innovación y desarrollo tecnológico. Recursos Ley 344. 	Mediante convocatorias periódicas.	Pequeñas y medianas empresas, entidades locales de interfaz y transferencia tecnológica.
Ministerio TIC	<ol style="list-style-type: none"> 1. Red de emprendedores basados en TIC “apps.co”. 	Inscripción en redes sociales, oferta de actividades y acceso a contactos y beneficios no monetarios.	Empresas de reciente creación basadas en TIC.
Sistema General de Regalías	<ol style="list-style-type: none"> 1. Fondo Nacional de Ciencia y Tecnología – FNCT 	Convocatoria anual: Colciencias desempeña función de Secretaría	Sin restricción pero orientado preferentemente a universidades y

³⁴ La Agencia finlandesa TEKES ha liderado a la fecha cerca de 30 programas integrados de innovación con diferentes focos, pero siempre guiados por un criterio de desafío u oportunidad global de mercado relevante. Para más detalle véase <http://www.tekes.fi/en/programmes-and-services/tekes-programmes/>

³⁵ De hecho, el instrumento de “Cofinanciación de proyectos de I+D entre universidades, centros de I+D y empresas”, ha sido evaluado favorablemente en el marco de un estudio comparativo, que incluyó dispositivos públicos de cofinanciación similares, que operan en países como México, Chile y otros. (Banco Interamericano de Desarrollo, BID, 2011).

³⁶ Véase OCyT (2012). Un análisis explicativo más detallado, aun cuando menos actualizado, se puede encontrar en Salazar, J.C. et. al. (2007)

		Técnica del Órgano Colegiado de Administración y Decisión a nivel nacional (OCAD).	centros de I+D.
Ruta N	<ol style="list-style-type: none"> 1. Iniciativas Regionales de Innovación (IRIs) 2. Convocatoria Inngenio. 3. Otorgamiento de Capital Semilla. 4. Programa de Fortalecimiento de Gestión de la Innovación (en alianza con IdeéLaboratoriet, Suecia). 5. Start-Up Weekend. 	<ol style="list-style-type: none"> 1. Articulación de iniciativas “triple hélice” conducidas por Ruta N; a 5. Convocatorias locales. 	<u>Usuarios 1:</u> comunidades articuladas de actores desde la universidad, empresas y Estado, lideradas desde el Plan CTI de Medellín <u>2</u> categorizados según mipymes, grandes empresas e instituciones (universidades y CDT) <u>Usuarios 223 y 445:</u> empresas jóvenes y start ups. <u>Usuarios 334:</u> empresas medianas y grandes.
Cámara de Comercio de Medellín y Antioquia	<ol style="list-style-type: none"> 1. Iniciativa “Medellín ciudad clúster”, en alianza con la Alcaldía, desarrolla planes de acción para fortalecer y facilitar el acceso a mercados de empresas pertenecientes a los <i>clústeres</i> integrantes: (i) textil – confección, diseño y moda; (ii) construcción; (iii) energía eléctrica; (iv) servicios médicos y odontológicos; (v) tecnologías de información y comunicación; y (vi) turismo de negocios, ferias y convenciones. 	Programa permanente, opera mediante planes de trabajo anuales para cada “ <i>clúster</i> ”.	Empresas locales de los sectores considerados. Las empresas pueden estar en fase de creación, estructuración, fortalecimiento o consolidación.
CNBT: Consejo Nacional de Beneficios Tributarios	<ol style="list-style-type: none"> 1. Deducción tributaria por inversión en I+D. 2. Deducción tributaria por donación para I+D. 3. Deducción de IVA para importaciones de bienes destinados a la investigación. 4. Exención de impuesto a la renta para: innovaciones en software; productos medicinales; proyectos de I+D e investigadores. 	Ventanilla abierta, declaraciones anuales. Beneficios 1, 2 y 3, son calificados y validados por COLCIENCIAS.	Empresas, universidades, centros de I+D y colegios.
Alcaldía de Medellín	<ol style="list-style-type: none"> 1. Acuerdo con beneficios tributarios por cinco años, a empresas que operen ciertas actividades económicas de cada <i>clúster</i> y que desarrollen innovaciones detalladas en el propio acuerdo. 	Vigencia anual, por 5 años, con deducciones decrecientes.	Empresas existentes o que se constituyan durante los cinco años siguientes a la vigencia del acuerdo.
Alcaldía de Medellín	<ol style="list-style-type: none"> 1. Programa Parque E acompañamiento startups 2. Programa Aceleración empresas 	Convenios anuales	Emprendedores, nuevas empresas y empresas en

	con Creame Incubadora de Empresas.		desarrollo
--	------------------------------------	--	------------

Fuente: Elaboración propia; con base en Vargas, Leyva, et.al., (2013), sitios web, información proporcionada por Ruta N, y material de difusión corporativo de las diferentes instituciones mencionadas.

El sistema local de CTI de Medellín ha alcanzado un nivel de desarrollo y visibilidad superior a la mayoría de las otras ciudades de mayor tamaño relativo del país. Complementariamente, la estrategia de promoción de clústeres implementada con la conducción de la Cámara de Comercio local, en alianza con la Alcaldía de Medellín, a partir del informe “Monitor Medellín” (1994), se ha mantenido vigente hasta el presente, con cambios de énfasis propios de su evolución en el transcurso de estas dos décadas.

Un insumo relevante para actualizar la referida estrategia de selectividad táctica basada en clústeres ha sido el Plan CTI de Medellín, que en sus propuestas más directamente relacionadas con la innovación del sector empresarial plantea los siguientes “vectores estratégicos”: (i) definición de estrategias, políticas y programas para la creación y aceleración de empresas de base tecnológica de Medellín y la región; (ii) esquemas de apoyo directo a la industria tecnológica de Medellín; (iii) fortalecimiento de los agrupamientos tecnológicos de Medellín; y (iv) mayor cooperación inter-empresarial y alianzas estratégicas para la internacionalización de los agrupamientos tecnológicos.

A partir de tales vectores, el Plan CTI propone, a partir de un examen de los seis clústeres incluidos en la estrategia actual, una mayor atención en torno a aquellos tres con mayor potencial de internacionalización con desarrollo de nuevos negocios basados en la construcción de ventajas competitivas dinámicas tales como el conocimiento especializado y capacidades de innovación.

Tabla 2. Áreas de nuevos negocios vinculados al Programa “Medellín Ciudad Clúster”, destacados por el Plan CTI de Medellín

Clúster	Áreas de nuevos negocios con alto potencial dinámico
Energía	<ul style="list-style-type: none"> • Servicios de ingeniería; • Redes de transmisión y distribución inteligentes; (<i>smart grids</i>)y • Eco-eficiencia energética.
Tecnologías de Información y Comunicación (TIC):	<ul style="list-style-type: none"> • Desarrollo de plataformas tecnológicas; • Redes inteligentes; y • Generación de animación y de contenidos digitales.
Salud	<ul style="list-style-type: none"> • Desarrollo de plataformas tecnológicas para e-health; e • Internacionalización de la cadena de la salud.

Fuente: Plan CTI Medellín 2011-2021.

Para acompañar y monitorear la evolución de estas apuestas estratégicas se propone en el Plan de CTI la implementación de mecanismos de seguimiento estratégico, y la identificación de oportunidades de “co-descubrimiento”; basadas en la elaboración de hojas de ruta y la implementación de mecanismos de gobernanza multi-nivel entre instituciones de alcance nacional, departamental y municipal. En línea con este esfuerzo, Ruta N está implementando una plataforma de indicadores de desempeño alimentados por un mapa general de proyectos, que busca facilitar la labor institucional y establecer modelos efectivos de coordinación multi-nivel.

El Plan, entregado durante el segundo semestre de 2011, contempla dos fases para su implementación: una inicial denominada de “consolidación del plan estratégico”, para el

periodo 2011 – 2015, en la cual se priorizan el primer y segundo vector estratégico, con el fin de fortalecer la articulación y operación del Sistema Regional de Innovación, y a la vez favorecer el acceso a fuentes de financiamiento nacionales e internacionales para sustentar una creciente inversión en CTI. La segunda fase, denominada de expansión del sistema regional de innovación, prevista para el periodo 2016 – 2021, pone énfasis en el despliegue del sistema, con base en los vectores estratégicos tercero y cuarto.

Tal como se indica en el capítulo 1, el Plan CTI comprende múltiples objetivos e instrumentos específicos, los cuales actualmente se encuentran en diferentes fases de desarrollo o implementación. Sin embargo, su actual etapa de consolidación se expresa claramente mediante dos perspectivas: (i) como política rectora de la función de Ruta N y por su vía, del ecosistema de CTI y de todas las organizaciones que conforman el sistema regional de innovación; y (ii) como dependencia directa de Ruta N con el objetivo de ejecutar el presupuesto asignado por el Concejo de Medellín, mediante los programas de actuación vigentes ya referidos en el capítulo 1. A continuación se presenta una caracterización general de tendencias movilizadoras del sistema regional de innovación de Medellín, en términos de oferta de conocimientos e I+D aplicada, y de demanda empresarial por CTI. Si bien no pretende ser exhaustivo, este análisis contribuye a la identificación de los principales desafíos y oportunidades que Medellín enfrenta para alcanzar tasas de inversión empresarial significativamente mayores en CTI.

A. Animación y articulación de la demanda empresarial por CTI

Medellín registra una base de 90.320 empresas formalizadas (2012), de las cuales un 97% son micro y pequeñas, y tan solo un 1% son grandes empresas³⁷. A pesar de no contar con una base de información muy detallada, las últimas encuestas nacionales de innovación con resultados disponibles, realizadas para la industria manufacturera y el sector servicios, sirven de base para que el OCyT estime para 2012 una participación empresarial equivalente al 26% del gasto total en actividades de CTI a nivel del Departamento³⁸. Este porcentaje resulta inferior al promedio de participación empresarial a nivel nacional para el mismo año. La misma fuente establece que las grandes empresas, definidas en Colombia como aquellas con más de 200 empleados, asignaron ese año la mayor parte de los recursos humanos y financieros empresariales destinados a actividades de CTI.

La ciudad es sede de al menos ocho grupos o conglomerados empresariales, con compañías capaces de crecer constantemente a tasas importantes, con reconocido liderazgo en el país e importante potencial exportador en rubros no tradicionales. Algunos de los grupos más importantes son: Empresas Públicas de Medellín (EPM), Interconexión Eléctrica S.A. (ISA), Almacenes Éxito, Grupo Argos, Grupo Nutresa, Grupo Corona, Grupo de Inversiones Suramericana (SURA) y Grupo de Manufacturas Orbis (ex Mundial). Los cinco primeros figuran entre las 15 empresas más grandes del país. La capitalización bursátil de empresas con sede en Medellín alcanza una participación superior a la de las empresas con sede en Bogotá (excluyendo Ecopetrol).³⁹

³⁷ Fuente: Cámara de Comercio de Medellín.

³⁸ Este concepto excede significativamente el gasto en I+D para cada año pues incluye, entre otras, actividades innovadoras “en un sentido amplio”, y gastos administrativos y de soporte de las mismas. Los datos más recientes disponibles provienen de las Encuestas de Desarrollo e Innovación Tecnológica en la industria manufacturera (EDIT) para 2009-2010, y en los servicios (EDITS) para 2010-2011. Ambas encuestas son levantadas por el Departamento Administrativo Nacional de Estadísticas, DANE.

³⁹ Ruta N. Presentación “¿Por qué invertir en Medellín?”, 2013.

Empresas Públicas de Medellín (EPM) es una empresa pública cuya actividad se centra en energía, agua y telecomunicaciones. Además de Colombia, la empresa se ha expandido en años recientes hacia países de Centroamérica, México y Chile. Es especialmente reconocida internacionalmente por su liderazgo en la construcción y gestión de centrales hidroeléctricas.

El holding estatal ISA es un participante importante en los sectores de energía y telecomunicaciones en Latinoamérica. Se dedica al transporte de electricidad y posee una red de transmisión de alta tensión de cerca de 39.000 km, desplegada en Colombia, Perú, Bolivia y Brasil, e interconexiones entre Venezuela, Colombia, Ecuador y Perú.

Argos es líder en Colombia en la producción de cemento, además de ser el tercer productor de cemento de Estados Unidos. Cuenta también con una fuerte presencia en Centroamérica y el Caribe.

Sura es el grupo financiero de mayor expansión en los últimos años en el país, con presencia destacada en varios países latinoamericanos.

Nutresa es la empresa de alimentos más grande de Colombia y cuarta de América Latina, con presencia en casi toda América y Malasia. Sus productos más destacados son chocolates, pastas, galletas, café y helados.

El grupo Corona y Sumicol se dedica a materiales de construcción, cerámica, productos químicos y pinturas, y cuenta también con una importante presencia en el continente.

Durante la última década, el segmento local de grandes empresas ha aumentado notablemente sus actividades de I+D en la ciudad. Mención especial merece el grupo EPM, que durante los últimos años ha destinado el 0,6% de sus ingresos a I+D y desde 2012 destina por ley el 7% de sus excedentes ordinarios se destinan a financiar a Ruta N para la ejecución del Plan de CTI de Medellín. Por otro lado, en marzo de 2013 EPM constituyó un fondo de capital privado con 100,000 millones de pesos para invertir en nuevas empresas y proyectos innovadores que sean de interés para sus líneas de negocio.

A medida que impulsan su apuesta por la I+D, estas grandes empresas están estrechando vínculos con las universidades locales. Cabe destacar la reciente creación del Centro Argos para la Innovación (CAPI) en asociación con la Universidad EAFIT para la investigación sobre el cemento. Otro ejemplo es la alianza firmada en 2013 entre Sumicol y la Universidad de Antioquia, orientada a la investigación sobre microencapsulación y nanosistemas basados en minerales no metálicos.

También algunas multinacionales extranjeras han establecido centros de I+D de relevancia en la ciudad durante los últimos años, siendo los ejemplos más destacados Hewlett Packard y Kimberley Clark. HP Labs (Hewlett Packard) llegó a Medellín en 2010, instalándose inicialmente dentro de la Universidad EAFIT, para posteriormente pasar a ocupar parte del moderno edificio de Ruta N en la ciudad. Además de prestar servicios tecnológicos estándares a empresas locales, progresivamente la empresa ha emprendido proyectos de mayor calado innovador y ha aumentado consistentemente su inversión local en I+D. Respecto a Kimberley Clark, en 2012 estableció cerca de Medellín un Centro de Innovación Global, que se suma a los que la empresa tiene en Estados Unidos y Corea, con una inversión inicial de USD 20 millones.

De cara al futuro, el reto es lograr que las actividades de I+D de las grandes empresas colombianas antes mencionadas continúen concentrándose en la ciudad, además de seguir atrayendo las actividades de I+D de empresas extranjeras. La rápida expansión internacional de las multilatinas con base en Medellín puede actuar como palanca de desarrollo del sistema regional de innovación, siempre y cuando éste mejore y prepare sus capacidades científico-tecnológicas para satisfacer las cada vez más exigentes demandas empresariales.

En la siguiente Tabla se presentan algunos datos significativos relativos a la inversión en CTI e iniciativas destacadas relativas a la gestión innovadora de cuatro de estos grupos en la ciudad de Medellín: EPM, Argos, Nutresa y Corona.

Tabla 3. Iniciativas de inversión en CTI de conglomerados empresariales con sede en Medellín

Grupo Empresarial	Sectores y tecnologías de interés	Inversiones en CTI (2012) e iniciativas destacadas
EPM	Energía, agua, nanotecnología, TIC, gestión de la innovación, nuevos negocios.	USD 22.7 millones (incluye aporte de Ruta N de USD 14.9 millones. Aporte de USD 55 millones para la creación del fondo “Emprendimiento e Innovación S.P.” de capital de riesgo para nuevos negocios.
Argos	Cementos, químicos, nuevos negocios.	USD 9.6 millones. El grupo cuenta con una Vicepresidencia de innovación basada en tres pilares: gestión de la innovación; investigación y desarrollo; y nuevos negocios. Tiene previsto desarrollar un Centro de CTI en el campus de la Universidad EAFIT. ⁴⁰ Ganadores del programa ofrecido por Ruta N y Alcaldía de Medellín para fortalecer el sistema de gestión de la innovación con la empresa sueca Idélaboratoriet, donde fueron invitados a presentar el sistema Ideaxion en la conferencia Back End of Innovation (BEI) junto a empresas como Exxon Mobil, 3M, GE Energy, IDEO y Johnson & Johnson.
Nutresa	Alimentos, biotecnología.	USD 5,8 millones. En 2012 realizaron el lanzamiento del programa de innovación abierta denominado “Soluciones Innovadoras”, creado para resolver retos de alto impacto que la empresa internamente no ha logrado solucionar. En 2013 lanzaron el fondo de capital de riesgo “Out of the Box” con una inversión inicial cercana a USD 8.5 millones, destinada a financiar proyectos de innovación radical que impacten en la competitividad de la compañía.
Corona (Sumicol)	Construcción, revestimientos cerámicos, insumos químicos para la construcción, nuevos materiales.	S/i. Colaboración con Universidad EAFIT para crear grupos de investigación. Desarrollo sistemático de 4 tecnologías medulares en alianza con grupos de investigación. Su unidad de negocios Sumicol fue reconocida como la más innovadora por Ruta N en una convocatoria en la que participaron 60 empresas. El reconocimiento hace énfasis en la madurez de su sistema de gestión de la innovación y en el apoyo e impulso al ecosistema de innovación regional, reflejado en la alianza estratégica con la Universidad de Antioquia para el desarrollo, producción y aplicación, de un portafolio de tecnologías de microencapsulación y nanosistemas, basadas en minerales no metálicos para uso en las industrias de

⁴⁰ En las entrevistas sostenidas en el curso del presente trabajo, los directivos de Argos indicaron que para este proyecto ya cuentan con un equipo medular de 33 personas como núcleo de I+D de Argos, además de un primer acuerdo con la Universidad, generando pasantías para más de 30 alumnos durante un primer periodo de vigencia.

		alimentos, agro, farmacéutica, médica, cosmética y química ⁴¹ .
Concreto - EIA		Alianza para el desarrollo de perspectivas innovadoras y sostenibles que contribuyan al crecimiento de la economía y al aprendizaje práctico del futuro talento humano de Colombia, desde el sector de la construcción, con diseño de CMD Ingenieros de España, con tecnología de punta e implementación de soluciones en bioclimática como estudios de ventilación e iluminación natural y uso eficiente de los recursos hídricos, así como espacios de inmersión tecnológica, un sistema estructural ecológico, un patio climático configurable, mobiliario flexible y zona de café y snacks.

Fuente: Elaboración propia con base en Vargas, Leyva et. al. (2013); <http://www.corona.com.co/web/Corporativo/>; y <http://www.eia.edu.co/index.php/medios/noticias/910-concreto-centro-innovacion.html>

A lo anterior es necesario agregar la creciente presencia de nuevas empresas extranjeras, de menor envergadura, instaladas recientemente en Medellín con infraestructura para I+D y laboratorios, en el marco de la estrategia de “Landing” de Ruta N con apoyo de la agencia de promoción de inversiones de la ciudad, ACI, cuyo detalle se presenta en el **Capítulo 6**.

De manera complementaria, en años recientes se han desplegado diversas iniciativas para promover el surgimiento de nuevas empresas de base tecnológica. Medellín ha desarrollado iniciativas pioneras para Colombia en esta materia. Entre éstas pueden mencionarse, los programas de Aceleración y el de Inn Celer de CREAME (antes IEBTA), entidad fundada en los años 90s como incubadora tradicional de empresas, la cual es ahora una entidad dedicada a la creación de empresas basadas en conocimiento y tecnología, que dio inicio a Capitalia Colombia⁴², con soluciones y servicios financieros; Cultura E, lanzada en 2004 por la Alcaldía de Medellín como una plataforma amplia de promoción del emprendimiento mediante la creación y el desarrollo de nuevos actores, así como de alianzas estratégicas entre diferentes instituciones de la ciudad, además del Banco de las Oportunidades, y Centros de Desarrollo Zonales (Cedezos), éstos últimos para puesta en marcha de empresas en etapa temprana.⁴³

En 2006 la Alcaldía de Medellín se asoció con la Universidad de Antioquia para crear el Parque del Emprendimiento (Parque E) con el objetivo de promover la iniciativa emprendedora entre los estudiantes universitarios y apoyar el desarrollo de emprendimientos de alto valor agregado. La universidad aporta recursos en especie que son complementados por el presupuesto aportado por la Alcaldía que, entre 2006 y 2012, superó los USD 6 millones, con una evolución creciente en el tiempo. En Parque E laboran unos 23 profesionales a tiempo completo entre todas las áreas de actividad, incluyendo las de back office. El público objetivo de las actividades de Parque E son estudiantes y egresados universitarios o terciarios, profesionales de organizaciones con amplia experiencia y conocimiento, investigadores, centros

⁴¹ Fuente: *Corporativo Corona Sumicol*. Página web <http://www.corona.com.co/web/Corporativo/Pages/Comunicado-Sumicol-reconocida-como-la-mas-innovadora-por-Ruta-N>

⁴² Para mayor detalle, véase <http://www.elmundo.com/portal/pagina.general.impression.php?id=241079>

⁴³ El programa “Cultura E” tiene más de una decena de subprogramas destinados a diferentes segmentos de la población emprendedora (jóvenes, microempresarios de subsistencia, emprendedores tecnológicos, dinámicos, etc.), que apuntan a diferentes factores y que influyen sobre el proceso emprendedor, tales como cultura emprendedora, desarrollo de proyectos, adquisiciones de capacidades, y financiamiento, entre otras (Kantis et. al., 2012).

de desarrollo tecnológico y las propias instituciones de educación superior. El modelo de intervención de Parque E está organizado en torno a tres líneas específicas de acción, según el perfil de beneficiario y la fase del proceso emprendedor. Estas líneas son: (a) Fomento a la cultura de emprendimiento, (b) Apoyo a la creación de empresas y (c) Consolidación de empresas.

En la actualidad existe un número creciente de proveedores de *capital inteligente* (fondos de capital semilla y de riesgo) y servicios no financieros que han hecho de Medellín probablemente el ecosistema urbano más importante de Colombia para el emprendimiento dinámico, que ya alcanza reconocimiento a escala latinoamericana. El rol animador de Ruta N, mediante iniciativas como Inngenio y Startup weekend, ha sido fundamental en dicho proceso. Dicho rol se traduce también en el apoyo a la identificación y apoyo a nuevos emprendimientos dinámicos por parte de entidades privadas como el Founder Institute, y en la promoción de spin-off a partir de proyectos de I+D desarrollados localmente por universidades o institutos de investigación y desarrollo tecnológico.

En materia de servicios financieros, Ruta N ha complementado los esfuerzos por establecer una cartera de emprendimientos promisorios (*deal flow*) con el impulso otorgado, desde fines de 2012, mediante la creación de un fondo de inversión orientado a proveer financiamiento vía capital de riesgo a empresas jóvenes con alto potencial de crecimiento dinámico. Ello ha sido posible gracias a un aporte “ancla” de USD 4 millones, complementado con una convocatoria a inversionistas privados. La iniciativa dio origen al recientemente creado Fondo Velum, con base de USD 10 millones, de los cuales USD 5 millones corresponden a aportes del Fondo Multilateral de Inversiones del BID (FOMIN); y el resto a inversionistas locales. La oferta de capital inteligente para el emprendimiento se ha fortalecido con la reciente conformación de otros tres fondos privados de capital de riesgo para empresas en etapas tempranas de desarrollo,⁴⁴ y ha sido complementada con servicios como los ya referidos de Capitalia Colombia.

Asimismo, en la plataforma de apoyo al desarrollo empresarial se encuentran una variedad de instituciones que van desde la banca y el capital de riesgo (Interactuar, Banco de las Oportunidades, Fundación Coomeva, Fondo de Garantías de Antioquia, Fondo Capital Medellín), hasta la promoción, información y comunicación, propiedad intelectual y estándares y normas técnicas y sanitarios Invima, que buscan soportar un sistema abierto desde las particularidades de cada gremio en su aporte al sistema. Entre las entidades integradoras de empresarios en Medellín que apoyan y fomentan el emprendimiento se encuentran ANDI, ProAntioquia, ACOPI, y FENALCO, las Cajas de compensación COMFAMA y COMFENALCO, así como también la Cámara de Comercio de Medellín para Antioquia, y otros entes como soporte a la divulgación de la cultura de la innovación como bibliotecas, museos y parques. Se complementan con programas, concursos y recursos de organismos gubernamentales nacionales como Innpulsa y el Sena con el Fondo Emprender y sus unidades de emprendimiento.

En el ámbito de la promoción de la innovación y competitividad de las empresas locales destaca la labor de la Fundación ProAntioquia, conformada por iniciativa de las empresas locales y regionales, y el capítulo regional de la Asociación Nacional de la Industria, ANDI, con el fin de promover el desarrollo regional. ProAntioquia participa como referente de “la gran empresa antioqueña” en prácticamente todas las iniciativas de innovación, ciencia, emprendimiento, educación y desarrollo social de la región.

Otra iniciativa relevante de impulso a la demanda empresarial por innovación, es la ya mencionada estrategia Medellín Ciudad *Clúster*, liderada por la Cámara de Comercio de

⁴⁴ Dos de ellos de naturaleza corporativa, bajo iniciativas de EPM y Grupo Nutresam, y otro en forma asociativa entre Socialatom y Ruta N ver: <http://www.socialatomventures.com/>

Medellín, la Alcaldía de Medellín y diferentes empresarios que han participado desde la formulación y la estructuración de cada uno de los *clústeres*, hasta su funcionamiento en la actualidad. Tal como lo reconoce el Plan CTI de la ciudad, la idea subyacente al concepto de clúster y su promoción, es crear relaciones de cooperación entre las empresas, los subcontratistas, los clientes y los proveedores de materias primas, maquinaria, equipo y servicios. La cooperación y la especialización de las empresas conducen a la eficacia colectiva, y mejoran la capacidad de innovación en procesos y productos.

En la actualidad la estrategia local de *clústeres* se está reinterpretando en cuanto a tener una estrategia territorial de especialización inteligente. Por parte del Plan CTI se identifican oportunidades de mercado global con alto potencial dinámico innovador dentro de los clústeres de energía, TIC y salud (referidas en Tabla 2). Se plantea abandonar la dimensión sectorial y apuntar a clústeres con conceptos movilizadores más transversales: como “bienestar” o “ciudades inteligentes”, reconociendo además la naturaleza de sus grados de madurez competitivos. De esta forma los espacios de potencial colaboración basada en CTI se vuelven plataformas transversales en lugar de “feudos” sectoriales.

El énfasis propuesto en el Plan CTI sobre estas oportunidades de mercado, apunta hacia un direccionamiento que supone un alcance más amplio de las ventajas competitivas diferenciadoras que pueden construirse sobre la base de determinados activos, vocaciones y potencialidades territoriales, inspirado en lo que se reconoce en la actualidad como “*enfoque de especialización inteligente*” (Navarro, Aranguren y Magro, 2012). Este nuevo énfasis puede considerarse una natural evolución del programa Medellín Ciudad Clúster, sin embargo marca un diferencia relevante de perspectiva y premisas respecto de aquel, al no limitarse a priorizar determinadas industrias para establecer planes o agendas competitivas sectoriales, sino que complementa más bien la priorización de sectores, subsectores y tecnologías habilitantes con la identificación de oportunidades de mercado globales, basadas en ventajas competitivas reveladas o latentes, adopción de un enfoque orientado por una partea mayor *perspectiva funcional*, considerando la creciente fragmentación de las cadenas de producción globales en todas las industrias y especialmente en aquellas de mayor valor añadido.; y promoviendo por otra parte el desarrollo de *variedad relacionada* como modelo de aglomeración de actividades de diversas cadenas de valor que comparten capacidades de CTI (Henning et al., 2010) Por ejemplo, no basta con seleccionar el sector TIC como clúster prioritario, sino que se identifican oportunidades de desarrollo, basadas en prospectiva tecnológica y de mercados en el ámbito TIC y a partir de ellas, qué tipo de actividades o funciones pueden emerger dentro del sector, y, como efecto de variedad relacionada, qué actividades productivas o de servicios localizadas pueden verse favorecidas por las ventajas competitivas construidas a partir de las funciones y actividades TIC impulsadas.

La revisión de la iniciativa *ciudad clúster* plantea asimismo la conveniencia de desplegar estrategias diferenciadas según clúster y eslabón específico. La idea es alinear de mejor manera los desafíos competitivos específicos que enfrenta cada eslabón o segmento de empresas dentro de un clúster. En retrospectiva, la selección original de los seis clústeres del programa se ha justificado, dado su mejor desempeño relativo, en términos de ingresos, empleos y exportaciones, aun cuando no todos con el mismo dinamismo (Cámara de Comercio de Medellín, 2009 y 2011). En un futuro, sin embargo, tanto la Cámara de Comercio como Ruta N coinciden en la oportunidad de avanzar hacia agendas específicas con énfasis diferenciados según las claves competitivas de cada industria, tales como transformación o reconversión, profundización, o experimentación.

B. Articulación entre la oferta local de conocimientos y las oportunidades de inversión en CTI

Las principales universidades presentes en Medellín: Universidad Nacional, U. de Antioquia, U. de Medellín, Escuela de Ingeniería de Antioquia, EAFIT, CES, Corporación

Universitaria Lasallista y U. Bolivariana, han conformado el grupo *G8* como una “mesa de trabajo” con activo involucramiento de los Rectores de estas Universidades. Su agenda comprende diversos temas comunes, más allá de la innovación, por lo cual constituye una instancia bastante excepcional de acuerdos y coordinación entre las cabezas de las entidades participantes. Recientemente se conformó asimismo por parte del Municipio de Medellín una Agencia de Educación Superior denominada Sapiencia⁴⁵, por parte del Instituto Tecnológico Metropolitano (ITM), la Institución Universitaria Colegio Mayor de Antioquia y la Institución Universitaria Pascual Bravo, como una nueva plataforma para integrar esfuerzos de las universidades tecnológicas locales, con objetivos de construir sinergias en torno a infraestructura para la formación, difusión, colaboración universidad-empresa, y procesos de gestión y transferencia tecnológica.

En el eje de facilitadores o intermediarios y articuladores que desempeñan un rol vital de conectores dentro del sistema local de innovación, existe un importante número de entidades de diferente naturaleza. Con orientación regional y diversas líneas de I+D aplicada y prospectiva se destaca el Centro de Ciencia y Tecnología de Antioquia, CTA, que entre otros programas ejecuta uno, llamado “enplanta” para la medición de productividad adecuada a las Pymes⁴⁶. En el ámbito de la transferencia tecnológica e innovación intersectorial destaca la presencia de Tecnova, oficina especializada fundada por iniciativa del comité Universidad Empresa Estado - UEE, que se ha consolidado como un modelo de colaboración Universidad-Empresa para CTI, valorización y transferencia tecnológica, cumpliendo un rol de vinculación destacado a nivel nacional e internacional.

En ámbitos más focalizados existen múltiples Centros de Desarrollo Tecnológico –CDT-, todos ellos con proyectos de I+D y extensión tecnológica en diferentes sectores y ámbitos del conocimiento y CTI.

Algunos de estos centros y corporaciones son:

- ARTICA, Alianza Regional TIC Aplicadas (vinculado a EPM)
- CIEN, Centro de Investigación e Innovación en Energía (vinculado a EPM)
- CORPOICA, Corporación Colombiana de Investigación Agropecuaria (vinculada al Ministerio de Agricultura)
- CIDET, Corporación Centro de Investigación y Desarrollo Tecnológico del Sector Eléctrico Colombiano
- CNPMLTA, Centro Nacional de Producción Más Limpia y Tecnologías Ambientales
- ICIPC, Instituto de Capacitación e Investigación del Plástico y del Caucho
- CECIF, Centro de la Ciencia y la Investigación Farmacéutica
- CIDICO, Corporación Centro de la Investigación y Desarrollo de la Industria de la Construcción
- INTAL, Instituto Ciencia y Tecnología Alimentaria
- CIB, Corporación para Investigaciones Biológicas

⁴⁵ <http://www.medellin.edu.co/index.php/h-becas-fondos/sapiencia/323-sapiencia>

⁴⁶ Programa enPlanta. Página web <http://www.cta.org.co/component/k2/item/6-enplanta>

- CTF-IME, Corporación Centro Tecnológico de la Industria Metalúrgica Eco-Eficiente

También con un rol promotor y articulador, corresponde hacer mención a diversas iniciativas locales en torno a parques tecnológicos, cuya labor principal es conectar oferta y demanda con estructuras físicas que buscan incentivar la inversión en tecnología. Por último, cabe hacer mención también a los centros de productividad, tales como Socya (antes Codesarrollo) y el ya mencionado CTA, cuyas funciones incluyen ofrecer servicios de investigación y desarrollo, mediante la investigación aplicada a las PYMES.

Análisis DAFO

Tal como se ha señalado en este capítulo, Medellín cuenta con una creciente masa crítica de actores institucionales, que la posicionan muy favorablemente en términos de densidad de su sistema local de CTI en comparación con otras metrópolis de Colombia y América Latina. Este tejido institucional local cubre diferentes roles, tales como promoción, vinculación, generación de conocimiento, apoyo al emprendimiento innovador, empaquetamiento y transferencia de tecnología, y mantiene además vínculos relevantes de colaboración e intercambio con instituciones pares y de referencia en sus ámbitos, a nivel tanto nacional como internacional. Esta fortaleza relativa no es fruto de la casualidad, sino de una labor de animación permanente desplegada por el Municipio de la ciudad, en colaboración con el gobierno departamental. Tal como se ha señalado en capítulos precedentes, un hito de esta labor ha sido la creación y operación de la agencia municipal Ruta N, bajo un modelo de sostenibilidad financiera que le permite desempeñar un rol animador y orquestador permanente del sistema local de CTI. Cuenta además con una hoja de ruta basada en el Plan CTI 2011-2021, alimentada por múltiples estudios complementarios encargados a equipos de prestigio internacional.

Sin embargo, tal como ocurre a escala nacional, el sector empresarial aún no se sitúa al centro del sistema local de innovación. La inversión en CTI por parte de los actores empresariales se circunscribe mayoritariamente a una decena de empresas de tamaño importante, que en su conjunto suman una alta capitalización bursátil, con capacidades y requerimientos localizados en la ciudad, y por lo tanto con potencial demanda sofisticada por CTI. A ellas deben agregarse las empresas globales que han instalado capacidades de I+D en la ciudad, y la irrupción de nuevos emprendimientos locales y externos basados en conocimiento y tecnología.

Los avances en gestión de innovación por parte de algunos de los grupos empresariales (multilatinas) de Medellín abren la oportunidad de difundir, desde su propia experiencia, las ventajas y resultados de introducir la cultura de la innovación en la empresa, buscando así activar un efecto multiplicador entre empresas locales de menor tamaño relativo.

Tabla 4. Análisis DAFO

Fortalezas	Oportunidades
<ul style="list-style-type: none"> - Compromiso de líderes locales con la CTI y economía del conocimiento. - Densidad y variedad de actores dentro del sistema local de CTI. - Existencia de un segmento de empresas de mayor tamaño relativo y presencia internacional, con demanda significativa 	<ul style="list-style-type: none"> - Estrategia de especialización inteligente orientada a captar oportunidades de mercado globales, basada en el programa Medellín Ciudad Clúster, para abordar eficazmente fallas de coordinación e inteligencia de mercados, promoviendo dinámicas de aglomeración económica basadas en <i>variedad relacionada</i>.⁴⁷

⁴⁷ A respecto, véase Tabla 5 en este capítulo.

<p>por innovación.</p> <ul style="list-style-type: none"> - Rol de Ruta N como entidad articuladora principal del Plan CTI, pilar de gobernanza, animador y orquestador estratégico del sistema local de CTI. 	<ul style="list-style-type: none"> - Conformación reciente de una oferta significativa de fondos de inversión privados y mixtos, orientados a capitalizar emprendimientos innovadores y/o de base tecnológica en fase temprana. Base amplia de PYMEs (equivalente a un 97% del universo de empresas formales de la ciudad) hacia las cuales irradiar progresivamente capacidades, conductas habilitantes y prácticas innovadoras.
<p>Debilidades</p> <ul style="list-style-type: none"> - Desarticulación y limitado alcance actual de instrumentos públicos ofrecidos desde el nivel nacional para la inversión empresarial en CTI. - Limitado alcance de espacios actuales de colaboración entre grupos de investigación y el sector empresarial. - Restricciones legales para spin-off de investigadores del sector público. - Número significativo de micro y pequeños negocios que operan informalmente, con baja productividad y alta precariedad laboral. 	<p>Amenazas</p> <ul style="list-style-type: none"> - Insuficiente flujo (deal flow) de nuevos emprendimientos dinámicos con alto potencial de desarrollo; con relación a la actual oferta de VC. - Riesgo de no ampliar suficientemente, ni con la velocidad requerida, el universo de empresas locales con capacidad sistemática de innovación, a fin de reducir los actuales rezagos y brechas intrasectoriales de productividad.

Recomendaciones

La reciente revisión de las políticas de innovación en Colombia realizada por la OCDE (2014), señala claramente la importancia y oportunidad para el país, dado el desempeño económico y nivel de desarrollo alcanzado durante la última década, de situar al sector empresarial en el centro del sistema de innovación, tal como ocurre en las economías más avanzadas y también en aquellas emergentes más dinámicas. Las empresas representan la fuente principal de dinamismo en todos los sistemas de innovación de alto rendimiento y ayudan a potenciar las actividades de las universidades e institutos de investigación. El sistema local de CTI de Medellín presenta un alto nivel de densidad y desarrollo en términos comparativos con otras ciudades de tamaño medio e incluso mayor en Colombia y América Latina, sin embargo, debe ponerse énfasis en superar las actuales debilidades que limitan una mayor inversión en CTI por parte de las empresas.

Los paradigmas tradicionales que consideran la innovación empresarial como la última etapa de un proceso lineal, que va desde la investigación básica a la investigación aplicada y luego al desarrollo tecnológico que es incorporado en la producción, han perdido relevancia ya que no explican como ocurre en la práctica la gran mayoría de los procesos de innovación. Una visión más cercana a la realidad considera que la investigación básica contribuye al stock de conocimiento, el cual solo indirectamente influencia el proceso de innovación. La respuesta a desafíos y oportunidades de mercado asociados al lanzamiento de nuevos o mejores productos y servicios constituye la principal fuerza motriz de todo proceso innovador, luego el encuentro

entre la oferta de conocimiento y la demanda empresarial (o emprendedora) por innovación resulta ser un elemento crucial para alcanzar altas tasas de inversión privada en CTI.

Las recomendaciones por tanto asumen el carácter sistémico del proceso innovador en las empresas, considerando seis propuestas concretas que apuntan, en primer lugar, a fortalecer capacidades y condiciones de entorno para la inversión privada en CTI; en segundo lugar, a estimular la propia demanda de las empresas por innovación; y en tercer lugar, a promover la articulación entre oferta y demanda por CTI. Estas recomendaciones deben ser consideradas de manera consistente y complementaria con las orientaciones estratégicas presentadas en el primer capítulo.

1°. En el ámbito del fortalecimiento de capacidades y condiciones de entorno para la inversión empresarial en CTI se propone:

- i. Impulsar un *Programa de Especialización Inteligente* en torno a ámbitos de negocios e industrias⁴⁸ que representan una oportunidad de posicionamiento de las empresas locales en mercados globales. Debido a su alcance y transversalidad, esta propuesta reviste carácter de orientación estratégica para el sistema regional de innovación de Medellín.
- ii. Mejorar el entorno para nuevos emprendimientos de base tecnológica y alta intensidad innovadora.

2°. Con el fin de estimular directamente la demanda por innovación empresarial se proponen las siguientes recomendaciones:

- iii. Implementar un programa regular de cofinanciamiento de proyectos de innovación postulados por pymes y organizaciones sociales locales.
- iv. Promover y apoyar programas de desarrollo de proveedores locales altamente innovadores, y en paralelo, identificar y desplegar iniciativas de difusión tecnológica habilitante para PYMEs, a partir de estándares y requerimientos de empresas multilatinas y globales establecidas en Medellín.

3°. Finalmente, a objeto de favorecer la articulación entre la oferta y demanda por CTI dentro del sistema regional de innovación de Medellín, se proponen otras dos recomendaciones:

- v. Promover la conformación y operación de Programas Tecnológicos de Triple Hélice que cofinancien hojas de ruta con participación colaborativa de Universidades, Centros de I+D y empresas, inspirados en los *Competence Centres* promovidos desde los años noventa en países europeos.
- vi. Implementar Fondos de Fideicomiso multi-nivel (“Fondos mixtos”), para financiar inversiones habilitantes y esfuerzos de I+D+i conjuntos entre universidades y centros de investigación y desarrollo tecnológico con empresas.
- vii. Establecer y difundir plataformas y canales que faciliten el encuentro entre la oferta de capital inteligente establecida en Medellín y emprendimientos o empresas locales con alto potencial de crecimiento.

⁴⁸ Véase Tabla 2 de este Capítulo.

i. Implementar, a partir del Programa Medellín Ciudad Cluster, una estrategia de especialización inteligente en torno a oportunidades globales de mercado para empresas existentes y emergentes de los clústeres de energía, TIC y salud.

A partir de la propuesta contenida en el Plan CTI, referida a brindar una mayor atención a segmentos con alto potencial de internacionalización, sobre la base de ventajas competitivas diferenciadoras basadas en el conocimiento y la innovación, se propone establecer, como una nueva etapa del Programa “Medellín Ciudad Clúster”, una estrategia territorial de especialización inteligente.

Los ámbitos de negocio destacados en el Plan CTI corresponden a servicios de ingeniería, redes de transmisión y distribución inteligentes y eco-eficiencia energética, dentro del clúster de Energía; plataformas tecnológicas, arquitectura de redes y animación y de contenidos digitales, dentro del clúster de TICs; y plataformas tecnológicas para *e-health* e internacionalización de servicios en cadena, dentro del clúster de la salud.

La evolución del enfoque de selectividad estratégica basado en clústeres hacia una perspectiva de especialización inteligente permite focalizarse en lugar de sectores, en oportunidades de mercado globales, con alto contenido de conocimiento y tecnología para la generación de ventajas competitivas. Este enfoque ofrece un instrumental más amplio y sistémico que aquel propio de programas “tradicionales” de identificación y construcción de agendas en torno a clústeres con potencial competitivo, al incorporar el concepto de hojas de ruta para abordar brechas en factores competitivos clave, como tecnología, diseño, capital humano, calidad, o acceso a mercados (OCDE, 2013).

La elaboración de hojas de ruta para clústeres, plataformas tecnológicas habilitantes y sectores emergentes a partir de oportunidades globales de mercado permite dinamizar múltiples cadenas de valor de manera simultánea, y a la vez estimular una oferta de servicios empresariales más “inteligentes” en función de las brechas detectadas como más relevantes, en ámbitos tales como investigación y desarrollo, gestión y retención de talento, construcción de capacidades tecnológicas, o inteligencia de mercados.

En la Tabla 5 se señalan esquemáticamente los principales elementos que distinguen al enfoque de especialización inteligente de la aproximación más convencional de promoción de clústeres, reiterando que no se trata de enfoques contradictorios entre sí, por cuanto en la perspectiva de especialización inteligente, la clusterización de territorios sigue siendo un proceso relevante, pero las premisas e implicancias para las estrategias de CTI y promoción de los sistemas regionales de innovación difieren sustancialmente en términos del tipo de priorización propuesta y sus alcances.

Tabla 5. Esquema comparativo entre selectividad basada en clústeres priorizados y estrategia de especialización inteligente

Principales premisas e implicancias	Estrategias de priorización de clústeres	Estrategias de especialización inteligente
<ul style="list-style-type: none"> • Posibles movilizadores competitivos (dependiendo del nivel de desarrollo relativo) 	<ul style="list-style-type: none"> • Competitividad basada en factores productivos; • Competitividad basada en eficiencia e inversiones • Competitividad basada en innovación 	<ul style="list-style-type: none"> • Cierre de brechas (catching up); • Transformación socio-económica; • Innovación y dinamización de ventajas científico-tecnológicas
<ul style="list-style-type: none"> • Modelo subyacente de aglomeración 	<ul style="list-style-type: none"> • Basado en especialización sectorial 	<ul style="list-style-type: none"> • Basado en especialización funcional y variedad relacional
<ul style="list-style-type: none"> • Principales interrelaciones 	<ul style="list-style-type: none"> • Intra –cluster: redes horizontales y 	<ul style="list-style-type: none"> • Actividades o funciones especializadas en cadenas

	articulaciones verticales a lo largo de la cadena de valor	fragmentadas; inserción ventajosa en redes de producción y cadenas de valor globales
• Naturaleza de las principales ventajas competitivas	• Eficiencia colectiva y dinámicas endógenas de innovación	• Superación de fallas de coordinación y generación de equilibrios superiores en inversión e innovación a fin de capturar oportunidades de mercado globales
• Orientaciones estratégicas para sostener y mejorar las ventajas competitivas alcanzadas	• Profundización y especialización en los clusteres priorizados; concepto de learning regions basado en ventajas ya alcanzadas.	• Adaptación a cambios y reinversión; concepto de innovating regions, basado en activos CTI.
• Naturaleza de las apuestas estratégicas de CTI	• Focalizadas en capacidades medulares clave para los clústeres priorizados	• Balance entre tipos de activos CTI territoriales. Combinación de diferentes modos de aprendizaje y tendencia a procesos de innovación abierta.

Fuente: Elaboración propia con base en Foray, David y Hall (2009); Navarro, Aranguren y Magro (2012); y OCDE (2011 y 2013).

“En esencia, la especialización inteligente pone el énfasis en la innovación y en concentrar los escasos recursos humanos y financieros de I+D+i en unas pocas áreas competitivas globalmente” (Navarro, Aranguren y Magro, 2012). Una estrategia de especialización inteligente puede recoger típicamente los siguientes objetivos estratégicos:

- Rediseño (*retooling*), que apunta básicamente a la mejora de los recursos humanos y tecnológicos de una industria existente;
- Auto-descubrimiento (*emerging*), correspondiente a la aparición de una atractiva actividad empresarial a partir de la convergencia entre una actividad de I+D+i y una actividad empresarial relacionada;
- Extensión (*extending*), consistente en el descubrimiento de un nicho nuevo a partir de la aplicación de tecnologías transversales en áreas de negocio emergentes; y
- Transectorialidad (*cross-sectoral*), se refiere a una nueva combinación de sectores que permite generar ideas innovadoras para nuevos productos y servicios.

Un ejemplo de integración de esta perspectiva en una nueva generación de políticas se encuentra en la iniciativa holandesa “Innovation Programmes in Key Areas”, que define sus focos ya sea en una temática específica, por ejemplo generación y animación de contenidos digitales; un dominio tecnológico, por ejemplo nanotecnología; o un desafío de alcance amplio para la sociedad, como por ejemplo el desarrollo de soluciones basadas en TIC para ciudades inteligentes (OCDE, 2011).

Las Iniciativas Regionales de Innovación (IRIs) impulsadas por Ruta N en el marco del Plan CTI, en la medida que se proyecten por un periodo de tiempo mínimo de cinco años y sus integrantes puedan acceder a las diferentes líneas de financiación a nivel local, departamental y nacional, pueden constituirse en proyectos basales de la estrategia de especialización inteligente de Medellín. Una referencia muy relevante, que responde al enfoque de especialización inteligente en torno a dominios tecnológicos, es la iniciativa de la Comisión Europea sobre tecnologías habilitantes claves, o “Key Enabling Technologies” – KETs.

Recuadro 1. Iniciativa KET (Key Enabling Technologies) de la Comisión Europea

El reporte de la Comisión Europea sobre KETs⁴⁹ establece el imperativo de fortalecer y sostener capacidades en toda la cadena de innovación: investigación tecnológica, desarrollo de productos y manufactura avanzada de clase mundial, para impulsar la competitividad de las economías europeas. Ello sólo es posible en la medida que exista una base de capacidades en las siguientes tecnologías claves:

- Nanotecnología
- Micro y nano-electrónica
- Biotecnología industrial
- Fotónica
- Materiales avanzados
- Sistemas avanzados de manufacturas

A partir de ello se propone el diseño de una estrategia de redes europeas especializadas en cada una de estas tecnologías, de manera de sustentar innovaciones incrementales y disruptivas en los diversos campos de aplicación, tales como energía, transporte, química, medioambiente, telecomunicaciones, entre otros. En términos de cadena de valor, el mercado potencial global para la comercialización de estas tecnologías clave se estima que alcance en 2015 a USD 1 billón trescientos mil millones.

ii. Mejorar el entorno para nuevos emprendimientos de base tecnológica y alta intensidad innovadora.

Sabido es que en las economías más dinámicas una de las fuentes relevantes de inversión empresarial en CTI corresponde a los nuevos emprendimientos de base tecnológica y alta intensidad innovadora. La política pro-emprendimiento implementada en Medellín se destaca a nivel nacional por su temprana adopción; y recientemente, el esfuerzo liderado por Ruta N, inversionistas privados y grupos económicos locales, ha permitido consolidar una oferta de capital inteligente que se estima alcanza los USD 150 millones⁵⁰. Ante esta oferta, resulta imperativo generar un flujo importante de nuevos proyectos empresariales, estimulando a emprendedores locales, y atrayendo a emprendedores externos. Ruta N ha venido promoviendo iniciativas en este ámbito con universidades y redes pro-emprendimiento nacionales e internacionales, esfuerzo que debe sostenerse y ampliarse en un futuro cercano.

Dentro de los estímulos que pueden permitir la consolidación de condiciones favorables del ecosistema para el emprendimiento, a nivel nacional puede considerarse adaptar el actual esquema de deducción tributaria por inversión en CTI, administrada por el CNBT⁵¹, a fin de establecer incentivos fiscales especiales para empresas jóvenes que invierten en CTI, ampliando el actual alcance del mecanismo establecido en la Ley de Incentivos Fiscales a la I+D empresarial, añadiendo un foco preferencial en empresas jóvenes basadas en CTI, con el fin de favorecer su desarrollo y capitalización en etapas tempranas.

Un buen ejemplo de este tipo de estímulos lo proporciona el Programa JEI implementado desde hace algunos años en Francia. El programa ha establecido un conjunto de incentivos fiscales destinados a apoyar a la creación y despegue de nuevas empresas con actividad intensiva en I+D durante sus primeros siete años de vida.

Recuadro 2. Programa de Empresas Jóvenes Innovadoras – JEI (Francia). Incentivos fiscales para la innovación empresarial y nuevos negocios

La experiencia francesa de implementación de políticas que incentivan, mediante

⁴⁹ High Level Expert Group on Key Enabling Technologies (2011). Final Report. European Commission.

⁵⁰ Información proporcionada por Ruta N, incluye el capital gerencial, es decir aportes de dedicación de Directores no remunerados en firmas emergentes.

⁵¹ Véase Tabla 3.

subsidios fiscales y tributarios, la actividad de la investigación y desarrollo en las empresas, comienza en los años ochenta, cuando se crea el mecanismo de Crédito del Impuesto a la Investigación (CIR, Crédit d'Import Reserche).

En el año 2004 se crea el Estatuto *Jóvenes Empresas Innovadoras* JEI, consistente en un conjunto de incentivos compatibles con el CIR, destinados a apoyar a la creación y despegue de nuevas empresas con actividad intensiva en I+D durante los primeros siete años posteriores a su creación. El estatuto JEI resulta una referencia relevante para favorecer el ecosistema emprendedor, en la medida que establece incentivos adicionales orientados a la creación y apoyo a nuevas empresas PYMEs basadas en CTI, muy en sintonía con algunas de las exenciones que en la actualidad administra la Alcaldía de Medellín.

La relevancia que tiene esta experiencia JEI en su potencial adaptación a Colombia se basa en los resultados que ha evidenciado tener, que en el caso francés concretamente ha favorecido particularmente a aquellas regiones con capacidades ya instaladas en materia de I+D+i. Esto supone que, de implementarse una iniciativa similar, una de las regiones que podrían acceder a los beneficios con mayor intensidad sería Antioquia, principalmente por el perfil y desempeño en materia de nuevos emprendimientos de su territorio metropolitano, Medellín.

Para más información véase la descripción completa de este programa incluida en el Anexo I.

Otra iniciativa relevante en la línea de enriquecer el ecosistema local de emprendimientos dinámicos es establecer convocatorias internacionales orientadas a atraer talentos emprendedores desde ecosistemas altamente desarrollados tales como Silicon Valley, Israel, Massachusetts, Asia Pacífico y regiones europeas dinámicas, entre otros, a fin de establecer todo o parte de sus bases de negocios en Medellín, promoviendo alianzas con emprendedores local, procurando que estos últimos accedan a oportunidades globales de escalamiento.

Un programa referencial en este sentido implementado en años recientes en América Latina ha sido Start-Up Chile⁵². La iniciativa fue ideada para atraer talentos emprendedores y vincularlos con el ecosistema local. Pueden postular proyectos liderados por emprendedores chilenos (un 20% de los postulantes) o extranjeros, debiendo considerar en todo caso un equipo que incorpore talento y capacidades desde el exterior, y un plan de negocios que proyecte un modelo de escalamiento global. Desde su inicio en 2011 el programa ha atraído a más de 12.000 postulantes, de los cuales unos 800 han recibido el beneficio que incluye un aporte de capital (equity fee) de USD 40 mil y visas de trabajo en Chile por 6 meses para el líder o integrante extranjero de cada proyecto. Start Up Chile ha logrado un amplio reconocimiento internacional como marca, y con toda seguridad ha contribuido a la generación de vínculos y redes entre emprendedores locales y extranjeros.

A la fecha, debido a su relativamente corto tiempo de vigencia, no se cuenta aún con evaluaciones concluyentes con respecto al impacto real del Programa en términos de la valoración económica de los proyectos apoyados que han despegado, estimándose actualmente por parte de Corfo que cerca de un 30% de los emprendedores apoyados, serían aquellos cuyo proyecto emprendedor ha permanecido con base en el país al cabo de al menos dos años.

⁵² Para más detalles del programa, véase la página web de Corfo: <http://www.corfo.cl/programas-y-concursos/programas/concurso-emprendedores-globales-startup-chile>

iii. Programa regular de cofinanciamiento de proyectos de innovación postulados por empresas -preferentemente PYMEs- y organizaciones sociales locales.

La innovación en general es desarrollada por las empresas, ya sean existentes o nuevas, y la motivación de éstas por innovar se encuentra en las tendencias y oportunidades del mercado. La respuesta a la pregunta de ¿cómo desarrollar productos y procesos que permitan obtener ventajas en el mercado? es la principal desencadenante de la innovación. En el proceso de diseño y rediseño de productos y procesos surge la necesidad de utilizar conocimiento científico y capital humano avanzado, con capacidad de interactuar con los ámbitos de diseño y desarrollo tecnológico. Análogamente, frente a desafíos u oportunidades de generar impactos con apropiación social, a diferentes niveles comunitarios, son organizaciones sociales con presencia local quienes pueden llegar a desarrollar tales procesos de innovación, incorporando e integrando fuentes de conocimiento al servicio de necesidades sociales con impacto local.

La inédita disponibilidad de recursos fiscales en montos significativos para invertir en ciencia, tecnología e innovación, en la región de Antioquia, a partir de la entrada en vigencia del sistema de regalías minero – energéticas, genera una oportunidad singular para definir claramente la visión sobre los desafíos que enfrenta el sistema local de CTI, sus objetivos estratégicos, políticas prioritarias, y la base institucional que permita mantener el esfuerzo en el tiempo, asegurando eficacia y eficiencia en la implementación.

En ese sentido el papel de la demanda de los sectores empresariales y sociales puede ser crucial, sugiriendo la conveniencia y necesidad de generar mecanismos del tipo *demand pull* en el proceso de identificación y selección de proyectos postulantes a los fondos del FNCT del sistema de regalías. Se propone evaluar y a partir de ello, normar el establecimiento de un porcentaje mínimo de los fondos de regalías del FNCT que debería asignarse directamente a proyectos postulados y liderados por empresas locales, preferencialmente Mipymes y sociales.. Esta asignación regional podría complementarse con el aporte de fondos Innpulsa ya implementados desde el nivel nacional, mediante la coordinación –y en lo posible, consolidación- de convocatorias, así como la homologación de destinatarios y criterios de cofinanciamiento, mediante la suscripción de contratos-plan en virtud de los cuales Innpulsa transfiera fondos para la ejecución de convocatorias, acordando criterios de selección y seguimiento para la gestión descentralizada de las mismas. Lo anterior recoge la necesaria mayor coherencia y coordinación entre los dispositivos de nivel nacional, regional y local.

Lo ideal sería establecer con la concurrencia de las fuentes ya referidas, una ventanilla única operada por Ruta N para la postulación a cofinanciamiento de proyectos de innovación (en fases de prueba de concepto, prototipo y pilotaje) a fin de evitar la dispersión de esfuerzos y reducir costos de transacción para las empresas en la búsqueda y acceso a estos mecanismos. El porcentaje de cofinanciación de un proyecto puede ser mayor cuando la empresa postulante sea una PYME o bien, una organización social local.

Cabe hacer notar que los esquemas de financiamiento público (no reembolsable, o sujeto a reembolso contingente) a proyectos de innovación empresarial en fases pre-comerciales operan a un nivel generalizado en países de la OCDE, alcanzando en países como Canadá, Corea del Sur u Holanda a cerca de un 50% de las firmas manufactureras innovadoras, independientemente de su tamaño. En Chile y Australia la cobertura de estos dispositivos de cofinanciamiento público a la innovación se sitúa en el rango de entre un 15 y 20% de las empresas innovadoras. (OECD, 2010b). Su aplicabilidad en Colombia debería ser objeto de estudio para transferir modelos y buenas prácticas de otros países, y promover las reformas en leyes o normas que permitan hacer efectivos estos esquemas en beneficio de los proyectos de innovación empresarial.

iv. Desarrollar proveedores locales altamente innovadores y difundir aprendizaje tecnológico habilitante para las PYMEs locales, a partir de los estándares y requerimientos de empresas multilatinas y globales establecidas en Medellín.

La existencia de una base de empresas internacionalizadas (“multilatinas”) cuya sede corporativa se sitúa en Medellín, sumada a una generación local de nuevos negocios o empresas de reciente creación de base tecnológica, así como la presencia de empresas internacionales que han localizado infraestructura y capacidades de CTI en la ciudad, constituye una base de potencial demanda por conocimiento especializado e innovación bastante excepcional en el contexto latinoamericano. Por un lado, vincularla a una oferta de I+D adecuada y atenta a sus requerimientos es labor fundamental de entidades conectoras tales como Tecnova, comité UEE o CTA entre otras. Por otra parte, estas empresas pueden incentivar el desarrollo de empresas locales altamente innovadoras dentro de su cadena de proveedores, a través de la transmisión de desafíos productivos o tecnológicos, y al mismo tiempo patrocinar los proyectos promisorios de aquellos proveedores dispuestos a resolver alguno de los desafíos planteados, resguardando condiciones contractuales justas, especialmente en lo referido a la propiedad intelectual de las empresas proveedoras.⁵³

En esta línea, programas de desarrollo de empresas proveedoras destinados a resolver desafíos tecnológicos relevantes para las grandes empresas clientes, pueden ser mecanismos efectivos para estimular la generación de capacidades y conductas innovadoras en las PYMEs locales participantes. Otra fórmula para promover conductas y prácticas innovadoras desde la gran empresa es la definición de estándares a cumplir por sus PYMEs proveedoras, en donde entidades intermediarias como centros de productividad pueden colaborar en el proceso de adopción de tales estándares. Existen variadas experiencias desarrolladas por empresas como Petrobras en Brasil y BHP Billiton en Chile, pero una de las que tiene mayor trayectoria y ha alcanzado resultados más significativos en términos de aumento de la capacidad exportadora de bienes y servicios de alto valor agregado es el Programa Austmine, vigente en Australia desde hace más de 10 años.

Recuadro 3. Programa Austmine de desarrollo de proveedores altamente innovadores para la minería (Australia)

Se trata de una iniciativa conducida por empresas mineras tractoras, a partir de desafíos u oportunidades de innovación con potencial impacto en su desempeño competitivo.

Operan siguiendo una lógica selectiva y gradual, adoptando la perspectiva de ruta evolutiva de las empresa en materia de innovación. Luego los proveedores (y los desafíos que determinan su selección en el programa) pueden ser categorizados según su nivel de tecnificación y sofisticación relativa.

Los contratos con proveedores participantes son contingentes a los resultados a alcanzar a través del proyecto. En paralelo, reciben asesoría para incorporar capacidades competitivas con miras a una futura internacionalización. Un aspecto crucial del Programa ha sido la condición de resguardar la titularidad de los proveedores sobre la propiedad intelectual de las soluciones alcanzadas. Las empresas tractoras respectivas se favorecen con un uso preferencial (sin costo o con exclusividad temporal, según se acuerde en cada caso) de las licencias correspondientes.

Esta iniciativa ha inspirado el diseño y ejecución desde 2009 a la fecha, del “Programa de

⁵³ Programas de desarrollo de proveedores de grandes empresas como Isagen, EPM y Argos entre otras, deberían ser objeto de estudio pormenorizado y comparativo, para identificar las mejores prácticas y promover el modelo en otros sectores empresariales para fomentar nuevas empresas innovadoras y de alto potencial de crecimiento.

Proveedores de Clase Mundial para la Industria Minera en Chile”, promovido por las compañías mineras líderes en ese país, con el apoyo de Corfo y Fundación Chile.

Fuente y más antecedentes: www.austmine.com.au

Sabido es que las diferencias de tamaño entre las empresas afectan directamente a sus capacidades de innovar. Las PYMEs en todo el mundo, y en particular en las economías en desarrollo, enfrentan restricciones graves debido a su menor tamaño. Ello da lugar a desempeños innovadores más débiles y a menores posibilidades de usar productivamente las tecnologías. Sin perjuicio de su heterogeneidad, las PYMEs suelen enfrentar obstáculos comunes, que inhiben su capacidad innovadora. Los principales son el acceso al crédito y a recursos humanos calificados, la menor propensión exportadora, la inferior capacidad de interacción con otras empresas e instituciones de formación de recursos humanos y de investigación, y la escasa pertenencia a redes. Adicionalmente en Medellín, tal como en la mayoría de las metrópolis latinoamericanas, las empresas de menor tamaño relativo suelen concentrarse en rubros tales como comercio, servicios informales y manufacturas básicas, los cuales, por sus características en la región, enfrentan demandas poco sofisticadas, lo cual tampoco genera presión por desarrollar conductas innovadoras.

Debido a ello, la incorporación de capacidades y conductas innovadoras en la PYME debe necesariamente a un proceso gradual de aprendizaje y absorción, focalizado en un principio en la transferencia e imitación tecnológica durante la implementación de nuevos procesos y la adquisición de maquinaria y equipos (OCDE/CEPAL, 2012)

En particular, la incorporación o sofisticación del uso de las TICs por parte de las PYME, desde aplicaciones genéricas a más especializadas constituye uno de los espacios más fértiles de aprendizaje y absorción tecnológica. Para estas empresas, la incorporación y el aprovechamiento de estas herramientas requieren un mayor esfuerzo relativo en capacitación de personal y habilidades previas.

En consecuencia, dentro de los programas de desarrollo de proveedores propuestos, comandados por las empresas líderes de Medellín, se propone considerar la implementación de iniciativas de difusión tecnológica orientadas a las PYMEs locales interesadas en integrarse a diferentes cadenas de suministro, mediante procesos habilitantes tales como la incorporación de facturación electrónica o herramientas de soporte tales como *Enterprise Resource Planning* (ERP) o *Customer Relationship Management* (CRM). La organización de giras de captura tecnológica a centros de referencia y la participación en redes sectoriales de transferencia, aprendizaje y colaboración tecnológica, son asimismo actividades que pueden formar parte de estas iniciativas. El financiamiento de estos programas puede considerar aportes equivalentes: un tercio desde la(s) empresa(s) líder(es), un tercio desde el conjunto de las PYMEs participantes en cada iniciativa, y un tercio proveniente de aporte no reembolsable de fondos públicos. Una primera etapa de diseño puede considerar apoyo multilateral para identificar las mejores prácticas internacionales en este tipo de Programas, establecidos en países de Asia Pacífico, Europa del Este, y en la Región, en Chile y algunos Estados de México.

v. *Promover la conformación y operación de Programas Tecnológicos Empresariales de la Triple Hélice*

Un atributo fundamental de todo sistema vigoroso de CTI, que aplica cabalmente al caso de Medellín, es la necesaria vinculación de los actores del sistema local de innovación en redes nacionales e internacionales de conocimiento e innovación abierta, ya sea mediante el establecimiento en Medellín de capacidades externas, como se plantea en el Capítulo 6, o bien mediante una amplia conexión en redes de los actores del sistema local. Ambas tendencias contribuyen significativamente a una mayor participación empresarial en proyectos intensivos en CTI. En el caso de Medellín, el establecimiento de las sedes corporativas y divisiones

especializadas de numerosas empresas multilaterales y globales acentúa aún más esta necesidad. En esta lógica, las universidades y centros locales de I+D pueden jugar un valioso papel de enlace inteligente entre las empresas y los centros de investigación líderes a nivel mundial en temáticas especializadas. La experiencia de los Consorcios Tecnológico-Empresariales desarrollada desde el año 2004 en Chile ilustra este tipo de vinculación y sus impactos. Se trata de una iniciativa inspirada, durante su diseño y gestación en la experiencia de los Consorcios de Investigación Colaborativa, CRC de Australia. A su vez estos programas se inspiran en el modelo de los *Competence Centres* promovidos en países de Europa durante los años noventa (OCDE, 2014).

Recuadro 4. Consorcios Tecnológico-Empresariales (Chile)

Desde su creación en el año 2004, los Consorcios Tecnológico-Empresariales han sido promovidos y co-financiados por el Comité InnovaChile, dependiente de la Corporación de Fomento (CORFO), en coordinación con las oficinas regionales de la misma institución. Estas últimas se coordinan internamente con las direcciones de planeación de los gobiernos regionales, para focalizar la demanda de CTI empresarial sobre la base de las prioridades estratégicas regionales (Estrategias de desarrollo regional, estrategias o agendas regionales de innovación principalmente). Con el término “consorcio” se busca poner énfasis en el compromiso colaborativo que asumen los actores participantes, el cual puede o no derivar en la constitución de una figura jurídica en la que los participantes concurren.

El modelo del instrumento plantea el financiamiento tanto de la etapa de creación como de desarrollo de un consorcio que tenga como propósito principal la producción de I+D aplicada en proyectos de interés asociativo empresarial. Los proyectos deben tener fines productivos y pueden localizarse en algún territorio específico según sea el caso. La aplicabilidad comercial de los resultados potenciales es uno de los criterios de selección de los proyectos de investigación de los consorcios. Las empresas pueden participar en calidad de socio, y establecer un contrato de co-ejecución o subcontrato en donde los objetivos sean:

- (i) desarrollar proyectos de innovación con clara orientación al mercado.
- (ii) incorporar tempranamente socios tecnológicos y agentes empresariales a los proyectos.
- (iii) establecer alianzas entre empresas y entidades tecnológicas, nacionales y/o extranjeras.
- (iv) formular estrategias de negocios a partir de los productos y resultados innovadores que se obtienen de la ejecución de proyectos de desarrollo e innovación tecnológica.

Durante el período 2004 – 2009 se conformaron 16 consorcios, con un número de 118 proyectos de investigación, y con una inversión total de USD 7 siete millones aproximadamente. Los principales sectores productivos asociados a los consorcios han sido el agropecuario, TIC, energías renovables y farmacéutica principalmente.

Para la última convocatoria, efectuada durante el segundo semestre del 2013, fueron adjudicados ocho nuevos consorcios tecnológicos empresariales, los cuales proyectan destinar unos USD 120 millones en distintos proyectos, y líneas de investigación y desarrollo dentro de los próximos diez años. De concretarse esta inversión total, CORFO habrá aportado el 43% de los recursos movilizados por el Programa.

La relevancia del modelo chileno de CTE es que ha demostrado ser un mecanismo efectivo para permitir el encuentro de la oferta de conocimiento con la demanda de I+D+i impulsada desde las empresas, y además ha promovido el desarrollo tecnológico aplicado a negocios específicos con beneficios colectivos, sectoriales y territoriales. La institucionalidad

colombiana y los canales de promoción de instrumentos para la innovación a escala regional (departamentos) permiten adaptar el modelo de consorcio propuesto en los mecanismos actuales de fomento empresarial en CTI, desde Innpulsa o Colciencias, pudiendo considerar una co-participación del Departamento de Antioquia financiada con el FNCT del sistema de regalías.

Para más información véase la descripción completa de este programa incluida en el Anexo 1.

vi. Implementar Fondos de Fideicomiso multi-nivel (“Fondos mixtos”), para financiar inversiones habilitantes y esfuerzos de I+D+i conjuntos entre universidades y centros de investigación y desarrollo tecnológico con empresas.

El sistema local de innovación de Medellín, al igual que muchos otros, enfrenta problemas y desafíos de coordinación, que dificultan por una parte un oportuno encuentro entre aquellos actores con capacidades y con requerimientos en materia de CTI, y por la otra la generación y disponibilidad de bienes públicos habilitantes para la innovación, tales como equipamiento tecnológico compartido, normas y estándares específicos o provisión de información altamente especializada. Ambos problemas se expresan en brechas que tienden a inhibir la inversión y la innovación en industrias o cadenas productivas específicas. Para resolver este tipo de brechas se propone activar un mecanismo de financiamiento de tipo fideicomiso, para la formulación y ejecución de proyectos colaborativos entre universidades, centros de I+D y empresas, o bien de generación de bienes públicos habilitantes para el desarrollo de innovaciones e inversiones colectivas o de tipo “club” por parte de empresas locales. Este fideicomiso puede contar con aportes multinivel (nacional, departamental y local), y de recursos tanto públicos como privados. Es necesario considerar que el establecimiento y activación de un fideicomiso no necesariamente resuelve por sí mismo las referidas brechas, pero sí permite establecer un canal de financiación que no enfrenta las restricciones de vigencia presupuestaria propias de los mecanismos públicos convencionales, a la vez que permite acoger aportes desde fuentes públicas, privadas y multilaterales. La clave viene dada por la reglamentación y foco del fondo hacia el cierre de brechas referidas.

Un ejemplo del rol potencial de mecanismos públicos para facilitar el referido encuentro entre oferta y demanda por CTI se encuentra en el caso de los Fondos Mixtos, implementados por Conacyt en México, y que en el caso de Colombia podrían tomar como base el Fondo FJ Caldas creado en virtud de la Ley 1286 bajo la dirección y administración de Colciencias (Doc. CONPES N° 3582; 2009).

Recuadro 5. Fondos Mixtos Multinivel (México)

El Programa de Fondos Mixtos es una política de descentralización para el desarrollo de los sistemas regionales de CTI, el cual nace amparado en la necesidad de unir los esfuerzos públicos y privados en torno a las acciones conductoras de gobiernos estatales y municipales en alianza con el Conacyt. Para esto se creó un fideicomiso entre el gobierno federal y los estados, el cual actúa sobre demandas específicas locales, establecidas en instancias de decisión regional. A 12 años desde su creación, el mecanismo se ha ido consolidando como un mecanismo efectivo de inversión en materia de CTI, el cual ha permitido crear 35 Fondos Mixtos en todo el país, con un aporte aproximado de 530 millones de dólares.⁵⁴

Los Fondos Mixtos han permitido no solo la transferencia de recursos hacia las regiones, sino que han logrado materializar cambios significativos en cuanto a infraestructura y producción

⁵⁴ 32 a nivel estatal, y 3 municipales, cifra acumulada al año 2012, CONACYT.

de conocimiento local. En consecuencia, este aumento de capacidades dinamiza la relación ciencia – industria con aplicaciones sectoriales e intersectoriales que impactan de forma directa en la competitividad regional.

Por último, vale la pena decir que esta experiencia ha otorgado un rol protagónico de los gobiernos locales a partir de una estrategia renovada; basada en una mejora de la institucionalidad del sistema y una mayor participación en las definiciones de interés regional, con la premisa de que la ciencia, la tecnología y la innovación, intervienen de forma integral en el desarrollo económico, social y ambiental de un territorio.

Para más información véase la descripción completa de este programa incluida en el Anexo 1.

vii. Establecer y difundir plataformas y canales que faciliten el encuentro entre la oferta de capital inteligente establecida en Medellín y emprendimientos o empresas locales con alto potencial de crecimiento.

Atendiendo el reciente establecimiento de fondos de inversión privados en Medellín, se ha constituido una oferta de capital de riesgo para empresas con alto potencial de crecimiento, en fase temprana o en fase de desarrollo. La experiencia de estos fondos en países de la Región como México, Chile e inclusive Colombia, es que las carteras de inversión de estos fondos suelen ser bastante limitadas, debido al escaso *dealflow* de proyectos empresariales elegibles. Una causa que con frecuencia favorece este bajo desempeño es la presencia de fuertes asimetrías de información que dificultan un encuentro fluido y oportuno entre los fondos y los emprendimientos candidatos a capitalizarse.

La disponibilidad de capital inteligente constituye condición necesaria aunque no suficiente para asegurar el surgimiento vigoroso de un ecosistema emprendedor dinámico. Tal como lo ilustra la experiencia internacional, se requiere además establecer políticas e incentivos que favorezcan al mismo tiempo el desarrollo de demanda y el desarrollo del entorno al emprendimiento dinámico⁵⁵ (LIFT Growth & Innovation, 2013).

Asimismo, es frecuente que aun cuando el fondo inversionista evalúa favorablemente un emprendimiento, la operación no se concrete debido a que la negociación de la participación en la empresa, o equity, resulta insalvable. Se propone abordar las asimetrías de información y los problemas de equity gap mencionados, mediante la difusión de plataformas que faciliten el encuentro entre ambas partes, y que actúen como “*honest broker*” en el proceso de negociación entre ellas. Para ello es clave que tal plataforma opere desde un actor reconocido y neutral, pudiendo cumplir este rol una entidad como Tecnova o la propia Ruta N.

⁵⁵ El entorno al emprendimiento considera la oferta de servicios no financieros a start-ups, el marco jurídico-normativo del emprendimiento, aspectos tributarios e incluso culturales.

REFERENCIAS

- Álvarez, R., J.M. Benavente, C. Contreras Y J.L. Contreras (2010). “Consortios Tecnológicos en América Latina: Una primera exploración de los casos Argentina, Chile, Colombia y Uruguay”. BID.
- Arbeláez, M.A. y M. Palma (2011). “El Sistema Regional de Innovación del Departamento de Antioquia”. En Llisterri, J.J., C. Pietrobelli y M. Larsson: *Sistemas Regionales de Innovación en América Latina*. BID.
- Bitran, E., H. Araneda, J. M. Benavente, C. Maggi e I. Núñez (2011). “Apoyo a la Implementación de la Estrategia Nacional de Innovación de Colombia”. *Informe Final de Asesoría al Departamento Nacional de Planeación DNP*. Universidad Adolfo Ibáñez.
- Busco, C., R. Retamal, D. Rodríguez (2008). “Consortios Tecnológicos. Buenas prácticas y Lecciones Aprendidas”. Universidad Católica para Conicyt, Santiago, Chile.
- Cámara de Comercio de Medellín (2009). “Avances de la Estrategia Cluster en Medellín y Antioquia”. *Documentos Comunidad Cluster N° 5*. Medellín.
- ClioDinámica Consulting (2013). “Servicio de evaluación de los resultados intermedios de las líneas de apoyo a la creación y desarrollo de consorcios y de la línea de innovación empresarial de alta tecnología”. *Informe de Consultoría preparado para InnovaChile*, Corfo.
- Colciencias (2012). “La nueva política sobre beneficios tributarios en ciencia, tecnología e innovación”. Bogotá.
- Corchuelo, Ma. Beatriz (2007). “Incentivos fiscales a la I+D en la OCDE: estudio comparativo”. Universidad de Extremadura.
- Corporación Bucaramanga Emprendedora, CreaMe e IncuBar (2011). “Lineamientos de política de apoyo al sistema incubador de empresas de base tecnológica (EBT) en Colombia: recomendaciones para un documento CONPES”. Bucaramanga.
- Departamento Nacional de Planeación (DNP, 2009). Documento CONPES N° 3582. Política Nacional de Ciencia, Tecnología e Innovación. Bogotá.
- Foray, D., P.A. David y B. Hall (2009). *Smart Specialisation – The Concept*. Knowledge Economists Policy Brief 9. Hallepèe, S. y A. Houlou-García (2012). “Evaluación del dispositivo JEI”. *Informe para la DGCIS*, París.
- Kantis, H., Federico, J. y Menéndez, C. (2012). Políticas de Fomento al Emprendimiento Dinámico en América Latina: Desafíos y Oportunidades; Cap. 3.2 “El caso de la ciudad de Medellín”. *Documento de Trabajo CAF*.
- Lederman, D., J. Messina, S. Pienknagura y J. Rigolini (2013). “El emprendimiento en América Latina: muchas empresas poca innovación”. Banco Mundial.
- LIFT Growth and Innovation (2013). Resumen Ejecutivo: Estudio de Activación de Capital Inteligente. Informe presentado a Ruta N. Medellín.
- Martínez Carrere, Yerko (2010) “Trabajo Colaborativo: nueva forma de innovación; La Creación de los Consortios Tecnológicos Empresariales de Chile”. Innova Chile de Corfo, Gobierno de Chile.

- Ministerio de Ciencia e Innovación de España (2011). Diseño, configuración y aplicabilidad de incentivos fiscales a la innovación empresarial.
- Navarro, M., M.J. Aranguren y E. Magro (2012). Las estrategias de especialización inteligente: una estrategia territorial para las regiones. Orkestra – Deusto, España.
- NSM Consultores (2012). “Propuesta para la política pública de turismo MICE en Medellín y el área metropolitana”.
- Observatorio Colombiano de CyT (OCyT, 2012). *Anuario de indicadores de CyT*. Colciencias / BID.
- OCDE (2010). *Innovation in Firms*. A microeconomic perspective. OCDE, Paris.
- OCDE (2010b). *Measuring Innovation*. A new perspective. OCDE, Paris.
- OCDE Reviews of Regional Innovation (2011). *Regions and Innovation Policy*. OCDE, Paris.
- OCDE/CEPAL (2012), “Pymes, innovación y desarrollo tecnológico”, en *Perspectivas económicas de América Latina 2013: Políticas de pymes para el cambio estructural*, OECD Publishing. Paris.
- OCDE (2013), *Innovation-driven Growth in Regions: The Role of Smart Specialisation*, OCDE, Paris.
- OCDE (2014). *Colombia Innovation Review*. OCDE, Paris.
- Pineda, L. y C. Scheel (2010). “Plan Estratégico de Ciencia, Tecnología e Innovación de Medellín 2011-2021”. Universidad del Rosario. Ruta N, Medellín.
- Prieto, F. (2011). “Desarrollo del capital semilla y las redes de inversionistas ángeles en Colombia”. Documento de trabajo para Bancoldex. Bogotá.
- Salazar, J.C. et al. (2007). “Evaluación de Algunos Instrumentos de Política de Innovación y Desarrollo Tecnológico, y de su Impacto en el Sector Manufacturero”. *Documento de trabajo para el Departamento Nacional de Planeación DNP*.
- Vargas, M., S. Leyva et al. (2013). “Revisión de la Política para el Apoyo al Desarrollo de Sistemas de Innovación: el Caso de Medellín y Colombia”. Universidad EAFIT para Ruta N y OCDE.
- The European Association Bioindustries, 2003. *Young Innovative Company Status (YIC)*. Página Web: <http://www.europabio.org/>

POLÍTICAS PÚBLICAS ORIENTADAS A PROMOVER LA DEMANDA DE PRODUCTOS Y SERVICIOS INNOVADORES

En los estudios sobre ciencia, tecnología e innovación, siempre ha existido una tensión entre los modelos que asumen que el origen fundamental de la innovación está en las actividades de I+D cuyos resultados posteriormente se canalizan hacia el mercado (*supply-push*) y aquellos que postulan que la fuerza más importante detrás de la innovación radica en la demanda insatisfecha de los usuarios, que indica a las empresas las rutas a seguir en el desarrollo de nuevos productos y servicios (*demand-pull*). Hoy en día existe un fuerte consenso en reconocer que las dos vías son igualmente importantes y deben ser tomadas en cuenta simultáneamente en el diseño de políticas de innovación, buscando fórmulas para articular mejor las políticas orientadas al fortalecimiento de la oferta de CTI con medidas para promover la demanda de productos y servicios innovadores. Esta necesaria coordinación entre demanda y oferta requiere de un cambio de mentalidad, desde el llamado modelo lineal de innovación prevalente en el pasado –centrado en la comercialización y transferencia de los resultados de la investigación pública a la industria y al mercado– hacia un modelo más interactivo de colaboración y co-producción de conocimiento donde se traslada el énfasis hacia la formación de redes y alianzas entre actores (Edquist y Hommen, 1999).

Frente a este debate teórico, en la mayoría de países persiste una fuerte influencia del modelo lineal de innovación en las políticas públicas, que a menudo se centran casi exclusivamente en estimular la oferta a través de la inversión pública en I+D o de la provisión de incentivos a las empresas innovadoras, sin dedicar suficiente atención a la articulación de la demanda. Como ponen de manifiesto Arocena y Sutz (2010), este sesgo en las políticas es especialmente grave en los países en desarrollo, y en América Latina en particular, ya que la escasa demanda de productos y servicios innovadores por parte de las empresas y los consumidores puede considerarse como la principal barrera al progreso tecnológico. De la misma manera, las entrevistas realizadas en el marco de este informe y la lectura de los principales documentos publicados por el gobierno nacional y local, permiten afirmar que las políticas de innovación orientadas a la demanda no se encuentran suficientemente integradas en el discurso político ni en los planes de innovación vigentes en Colombia en general y Medellín en particular. No obstante, aunque no hayan sido clasificadas explícitamente como políticas de innovación orientadas a la demanda, sí que se han puesto en marcha en los últimos años algunas iniciativas relevantes en este ámbito tanto a nivel nacional como regional, que procederemos a resumir en este capítulo.

Durante los últimos años se observa un creciente interés en casi todos los países de la OCDE por las políticas de innovación orientadas a la demanda (Georghiou et al., 2013; OCDE, 2011). El objetivo subyacente es estimular la demanda de productos y servicios innovadores, para crear incentivos a la innovación empresarial y acelerar la difusión de nuevas tecnologías. Otro objetivo fundamental de este tipo de políticas es encauzar la innovación hacia áreas prioritarias para la sociedad como la sanidad, las infraestructuras de transporte o la protección del medio ambiente, entre otras. De esta manera, las políticas orientadas a la demanda permiten combinar las políticas de innovación con otras áreas políticas para estimular la innovación y orientarla hacia las necesidades sociales.

Existen distintos instrumentos políticos que pueden utilizarse para incentivar la demanda de innovaciones:

- *Compra pública innovadora*: a través de la compra pública se puede aumentar la demanda de productos y servicios innovadores por parte de las administraciones públicas, que actúan así como motor de los esfuerzos innovadores de empresas y grupos de investigación.
- *Incentivos al consumo de productos y servicios innovadores*: el gobierno puede tratar de estimular la demanda privada ofreciendo incentivos a los consumidores que compren productos y servicios innovadores, mediante deducciones fiscales o subvenciones.
- *Regulaciones y estándares*: los gobiernos pueden modificar las regulaciones y estándares de productos e industrias con el objetivo de inducir la innovación, de forma que las empresas necesiten innovar para cumplir con nuevas regulaciones. Las regulaciones y los estándares pueden imponer condiciones sobre las características de los productos (calidad, compatibilidad) o sus consecuencias (salud, seguridad, medioambiente).
- *Promoción de una cultura innovadora*: la demanda interna de productos y servicios basados en CTI está estrechamente vinculada a los conocimientos y capacidades de los usuarios (empresas o individuos), de forma que los gobiernos pueden tratar de acelerar la difusión de innovaciones mediante campañas de información y sensibilización, organización de seminarios y cursos de formación en nuevas tecnologías, y otras iniciativas similares que ayuden a dotar a los consumidores del conocimiento y confianza necesarios para adoptar nuevos productos y servicios innovadores. Algunos ejemplos típicos son las campañas públicas para promover el reciclaje, el ahorro energético, o la prevención de ciertas enfermedades.

Ante las grandes diferencias observadas entre industrias, tanto en sus trayectorias tecnológicas como en los mecanismos de coordinación entre oferta y demanda, el nivel de intervención más adecuado para la articulación de políticas de innovación orientadas a la demanda es el sectorial. Esto implica la necesidad de movilizar a distintos ministerios, departamentos o agencias públicas, con el mandato de regular sectores específicos entre los que destacan los de energía, telecomunicaciones, infraestructuras, sanidad o defensa. También son relevantes para la articulación de la demanda las políticas de consumo y de competencia. En última instancia, las políticas de innovación orientadas a la demanda requieren una coordinación entre distintos ministerios y agencias públicas, así como entre el gobierno y el sector privado, para establecer objetivos, visiones y estrategias compartidas que permitan la aplicación eficaz de las políticas. Las políticas de innovación de demanda deben dirigirse hacia objetivos claramente articulados, y su impacto debe ser evaluado cuidadosamente ya que la evidencia empírica disponible arroja resultados ambivalentes y revela que el impacto de las políticas de demanda sobre la innovación depende en gran medida del contexto (Edler, 2013).

Las políticas de innovación orientadas a la demanda son importantes, pero solo serán efectivas si las empresas locales mejoran sus competencias tecnológicas para poder responder a la demanda. Aunque, como se ha señalado en capítulos anteriores, algunas empresas de la región pueden considerarse líderes tecnológicos, como norma general la gran mayoría de empresas carecen de las capacidades necesarias en materia de CTI para poder aprovechar las nuevas oportunidades que aparecerán con el desarrollo de nuevas fuentes públicas y privadas de demanda, locales y externas. Además, la mayoría de empresas tiene un acceso limitado a información y es previsible que muchas de ellas sean incapaces de adaptarse con éxito a las normas y estándares internacionales necesarios para impulsar sus exportaciones. Por eso, las políticas de demanda como los cambios normativos y la compra pública innovadora deben ir acompañadas de otro tipo de programas que fomenten el aprendizaje y el desarrollo de competencias en las empresas, y deben también contemplar la dimensión internacional, buscando mecanismos para beneficiarse del comercio internacional y de la inversión extranjera directa como vías de acceso al conocimiento. También resulta importante en este proceso tener en cuenta el tamaño de las empresas y sus posibilidades de internacionalización.

La compra pública como instrumento para fomentar la innovación

La compra pública representa el instrumento más importante de las políticas de innovación por el lado de la demanda (OCDE, 2011). En efecto, además del objetivo de proporcionar servicios públicos de calidad al mínimo costo posible para el contribuyente, la compra pública también puede perseguir otros objetivos tales como la inclusión social, la sostenibilidad, la creación local de empleo, la colaboración entre empresas, el apoyo a las pequeñas empresas o la promoción de la innovación, siendo este último el caso que aquí nos ocupa.

La compra pública innovadora permite mejorar la prestación del servicio público al tiempo que promueve la capacitación tecnológica de las empresas. Por el volumen del gasto en compra pública⁵⁶, los gobiernos pueden actuar como palanca de la innovación empresarial y pueden también ejercer un efecto *señal* como usuario avanzado (*lead user*), influyendo así sobre el proceso de difusión de innovaciones. La compra pública innovadora puede reforzar la posición competitiva de la empresa suministradora, al dotarla con un mercado local de lanzamiento que puede utilizar posteriormente como aval para expandirse hacia otros mercados, incluyendo otros gobiernos y también el sector privado, tanto a nivel nacional como internacional⁵⁷. Por otra parte, la compra pública innovadora puede también utilizarse como mecanismo para atraer a empresas extranjeras innovadoras, que además de permitir una mejora de los servicios públicos, propicie una transferencia de conocimiento hacia el tejido productivo local, ya sea a través de la colaboración con empresas locales o de la experiencia adquirida por trabajadores locales empleados por la empresa extranjera para el desarrollo del proyecto.

Pueden diferenciarse distintos tipos de compra pública de acuerdo a la forma en que afecta a la innovación (OCDE, 2011):

- *Compra pública ordinaria*: es aquella en la que el sector público adquiere productos o servicios disponibles en el mercado, de forma que no es necesaria la realización previa de actividades de I+D por parte de la empresa proveedora. No obstante, las compras regulares pueden actuar como instrumento de la política tecnológica cuando en los pliegos del concurso se introducen criterios de selección para priorizar las empresas y proyectos más innovadores.
- *Compra pública de tecnología*: compra de un bien o servicio listo para prestar el servicio público, que no existe en el mercado pero que puede desarrollarse en un periodo de tiempo razonable mediante un esfuerzo previo de I+D para poder cumplir con los requisitos demandados por el comprador.
- *Compra pública precomercial de tecnología*: la contratación de servicios de I+D en los que el comprador público no se reserva los resultados de la I+D para su propio uso exclusivo, sino que comparte con las empresas los riesgos y beneficios de la I+D necesaria para desarrollar soluciones innovadoras que superen las alternativas que hay disponibles en el mercado. En este caso, no hay ninguna garantía de que el resultado de la I+D vaya a ser satisfactorio, ni tampoco hay garantía de que, en caso de ser satisfactorio, el gobierno vaya a comprar el producto desarrollado, aunque en ocasiones sí se establece ese compromiso.

⁵⁶ La compra pública equivale como promedio a un 16% del PIB en los países de la OCDE, cifra que tiende a ser incluso mayor en el caso de los países en desarrollo (OCDE, 2011, p. 80).

⁵⁷ Por ejemplo, en un estudio reciente en Reino Unido con un tamaño muestral de 800 empresas (Georghiou et al., 2013), más del 75% de las empresas que habían desarrollado innovaciones como proveedores del sector público manifestó que les había ayudado a obtener nuevos contratos con otros clientes del sector público; más del 50% logró como resultado aumentar sus ventas al sector privado; y alrededor del 29% logró como resultado aumentar las exportaciones.

- *Compra pública catalítica*: En este caso el gobierno está involucrado en la compra, incluso iniciándola, siendo el usuario final de la innovación adquirida el sector privado. Esta categoría podría incluir cualquiera de las tres anteriores modalidades.

Por otra parte, puede distinguirse también entre compra pública ‘de desarrollo’ o ‘adaptativa’ (Uyarra, 2010). En el primer caso, la compra pública conlleva el desarrollo de productos o procesos completamente nuevos, mientras que en el segundo caso de lo que se trata es de adaptar productos ya existentes al contexto local, es decir, no se trata de productos/servicios ‘nuevos para el mundo’ pero sí de productos/servicios ‘nuevos para el país/región’. En general, esta segunda modalidad es más prevalente en los países y regiones menos desarrollados, que raramente operan en la frontera del conocimiento. No obstante, la innovación adaptativa ofrece también oportunidades para fomentar la innovación en empresas locales, así como para introducir mejoras incrementales que permitan aumentar la calidad del producto o disminuir sus costes.

Teniendo en cuenta que por lo general más de la mitad de la compra pública se implementa a nivel sub-nacional (OCDE, 2011), es esencial integrar mejor las prácticas de compra pública innovadora en las estrategias regionales y locales. En comparación con las iniciativas nacionales, los trabajos que han abordado la dimensión local de las políticas de innovación de demanda (Lember et al., 2007; Uyarra, 2010) ponen de relieve que las regiones y ciudades se enfrentan a algunos retos adicionales, como el menor tamaño del mercado; la menor disponibilidad de empresas locales que puedan participar en los procesos de compra pública innovadora; la falta de autonomía y dependencia del estado central en lo relativo a normativa legal y financiamiento; o el mayor riesgo de corrupción debido al reducido tamaño y a los lazos más cercanos entre quienes ostentan el poder político y el poder empresarial. Por otra parte, los países en desarrollo como Colombia se enfrentan a algunos retos adicionales a la hora de utilizar la compra pública como mecanismo para promocionar la innovación, entre los que cabe destacar las limitadas capacidades de las administraciones públicas para poner en marcha este tipo de programas (Kattel y Lember, 2010).

Aspectos clave para las políticas

La coyuntura actual y el aumento de los fondos públicos disponibles para impulsar la innovación abren nuevas ventanas de oportunidad para la articulación de políticas públicas orientadas a promover la demanda de innovación en Medellín. Estas oportunidades están asociadas a la confluencia de tres grandes tendencias:

- La ambiciosa transformación urbana en la que se encuentra inmersa Medellín hacia un modelo de “ciudad inteligente”⁵⁸.
- El despliegue del Plan de CTI de Medellín con su énfasis en los clústeres de energía, salud y TICs; y la incipiente orientación hacia una estrategia de especialización inteligente basada en tecnologías transversales.
- La necesidad de promover nuevas políticas de innovación social e inclusiva, orientadas a satisfacer necesidades sociales como la protección del medio ambiente, la vivienda social de buena calidad, o el acceso a la educación, entre otras.

⁵⁸ Se entiende por “ciudad inteligente” aquella que hace uso de los avances tecnológicos para mejorar la calidad de vida de sus habitantes y promover un crecimiento sostenible. Se trata de un concepto que está cobrando una creciente popularidad en todo el mundo y que está inspirando también la transformación urbana de Medellín, como pone de manifiesto la estrategia Medellín Ciudad Inteligente (<http://estrategia.medellin.co/estrategia/>).

A. Promoción de una cultura innovadora

Para favorecer la demanda de bienes y servicios innovadores, tanto los ciudadanos como las empresas necesitan progresar hacia la adopción de una cultura más innovadora. Como hemos señalado antes, los gobiernos pueden apoyar este proceso mediante distintas iniciativas encaminadas a proporcionar información y a movilizar el interés de consumidores y empresas por las nuevas tecnologías (e.g. internet) mediante campañas de información y sensibilización, y mediante la organización de seminarios y cursos de formación, entre otras medidas.

En Medellín, la dirección de Cultura de Innovación de Ruta N es actualmente la organización encargada de promover una cultura más innovadora que permita sentar las bases para lograr transformaciones sociales. Lo que se pretende es aumentar el interés y el conocimiento de la ciencia y la innovación entre los jóvenes y la sociedad en general. También se pretende llegar a las capas más desfavorecidas de la población, ofreciendo eventos públicos y cursos gratuitos, así como espacios para el aprendizaje y el acercamiento a las nuevas tecnologías, ya sea a través de la red de bibliotecas de la ciudad⁵⁹ o de museos como el Parque Explora⁶⁰ dedicado a la divulgación científica. Otro programa interesante es el de Acercamiento de Ingenieros, a través del cual se promueve la participación de estudiantes de ingeniería en la propuesta de soluciones a los grandes retos de la ciudad. En el primer piloto realizado en 2013, tras un curso de formación proporcionado por Ruta N, los estudiantes propusieron alternativas para disminuir el tiempo y la dificultad de traslado de los ciudadanos de los barrios ubicados en las laderas de las montañas, que han crecido mucho en los últimos años y congregan a los estratos sociales más bajos de la ciudad.

La dirección de Cultura de Innovación de Ruta N organiza constantemente seminarios, conferencias y cursos de diversa índole para cumplir sus objetivos, y ofrece también premios a la innovación para hacer más visibles a la sociedad los avances logrados, al tiempo que motivan a los emprendedores y las empresas para desarrollar nuevos proyectos innovadores. Estos esfuerzos se complementan con otras iniciativas desarrolladas por la Cámara de Comercio de Medellín, como el proyecto Alianza por la Innovación Antioquia, un proyecto conjunto con las agencias estatales Colciencias y Sena, cuyo objetivo es *“generar capacidades básicas en gestión de la innovación en las micro, pequeñas y medianas empresas de las regiones de Antioquia, facilitando la generación de la cultura de la innovación, el fortalecimiento y la conexión de la oferta y la demanda de innovación”*⁶¹.

Son destacables también las iniciativas de ámbito nacional orientadas al fortalecimiento de una cultura innovadora, entre las que cabe destacar el Programa Ondas que desarrolla Colciencias desde el año 2001, con el objetivo de contribuir al fomento de la cultura científica en los jóvenes colombianos (Lozano, 2013). También Innpulsa viene desarrollando desde 2012 una amplia gama de eventos, foros, giras de empresarios innovadores, redes sociales y campañas de sensibilización, para impulsar la cultura de la innovación y el emprendimiento. Sería conveniente buscar una mayor coordinación entre los niveles de intervención local,

⁵⁹A través de la red de bibliotecas de Medellín, que cuenta con 27 centros repartidos por todas las zonas de la ciudad, se ofrecen espacios con acceso gratuito a internet donde todos los ciudadanos pueden acceder a publicaciones electrónicas, cursos online, y otros recursos (<http://www.reddebibliotecas.org.co/sistemabibliotecas/Paginas/default.aspx>).

⁶⁰El Parque Explora es un museo, acuario y planetario creado en 2007 con la misión de “ofrecer a públicos heterogéneos, estímulos favorables a la apropiación del conocimiento científico y tecnológico, mediante escenarios interactivos y exhibiciones que, en relación siempre respetuosa con la vida, promuevan una cultura científica y ciudadana útil a la construcción de una mejor sociedad” (<http://www.parqueexplora.org/>).

⁶¹ Para más información véase: <http://www.camaramedellin.com.co/site/Cluster-y-Competitividad/Proyectos-Empresariales/Alianza-por-la-Innovacion.aspx>

regional y nacional, para evitar solapamientos y duplicidades, mejorando así la eficiencia de la intervención pública.

B. Colombia Compra Eficiente

En 2013 entró en vigor una nueva regulación nacional para organizar el proceso de compras y contratación con el Estado, tras la creación en 2012 de una Agencia Nacional de Contratación Pública, “Colombia Compra Eficiente”⁶². Esta nueva estrategia ha venido acompañada por la publicación de manuales y guías para mejorar procesos, dirigidas tanto a los departamentos públicos como a las empresas licitantes, con un énfasis en la mejora de la transparencia y la lucha contra la corrupción, el fortalecimiento de la competencia, la mejora de la eficiencia de los procesos y el uso de plataformas online, la modernización de los sistemas legales y de control, y la asistencia técnica a los partícipes de la compra pública a nivel territorial (OCDE, 2013).

Sin embargo, en ningún lugar se hace referencia explícita a la innovación, por lo que habría que reflexionar sobre cómo dd. En este sentido, la reciente evaluación nacional de las políticas de innovación de la OCDE (2014) recomienda estimular sustancialmente a las organizaciones públicas para que contraten actividades de I+D del sector privado, a manera de proyectos independientes para satisfacer las necesidades públicas o como componentes explícitos de los contratos para la compra de bienes y servicios.

C. Compra pública en Medellín

En Medellín rigen las normas estatales de contratación pública, bajo el paraguas del programa nacional “Colombia Compra Eficiente”. Todas las licitaciones deben integrarse en el Portal Único de Contratación (SECOP), así como anunciarse en el boletín mensual de la Cámara de Comercio de Medellín y en la prensa local. Por otra parte, la web de la Alcaldía recoge la normativa aplicable, noticias relevantes, ejemplos de casos exitosos de contratación pública y otras herramientas útiles para la capacitación de las empresas concursantes. Cabe destacar el “Manual de Contratación de Medellín”⁶³, donde se recogen todas las normativas y procedimientos aplicables, incluyendo los procedimientos detallados de los pliegos de condiciones y selección de propuestas. Uno de los objetivos explícitos de la contratación pública municipal es favorecer la participación de PYMEs y de “organizaciones sociales y comunitarias”. En algunos tipos de proyectos se establece que como mínimo el 80% del personal no cualificado requerido para la ejecución del contrato debe estar constituido por personas residentes en la Comuna donde deba ejecutarse el contrato. Desde la Alcaldía se ofrecen también cursos de capacitación para favorecer que las PYMEs aprendan los procedimientos y participen en las oportunidades que ofrece la contratación pública. Se han simplificado los procesos administrativos y se han mejorado las condiciones de pago y de acceso a información para favorecer la participación de las PYMEs.

La transformación urbana y social de Medellín ha sido orquestada por la Alcaldía a través de la contratación pública de proyectos de inversión, que han contribuido sustancialmente a la trayectoria innovadora de la ciudad (Recuadro 1). Sin embargo, al igual que en el resto del país, los procedimientos de licitación pública están muy regulados y no existen procesos claros para incluir criterios relacionados con la innovación. Baste como prueba señalar que las palabras

⁶² Para más información véase: <http://www.colombiacompra.gov.co>

⁶³ El Manual de Contratación de Medellín fue publicado en 2013 y puede descargarse en el siguiente enlace:
<http://www.medellin.gov.co/irj/go/km/docs/wpccontent/Sites/Subportal%20del%20Ciudadano/Contrataci%C3%B3n/Secciones/Publicaciones/Documentos/2013/Manual%20de%20Contrataci%C3%B3n%20Municipio%20de%20Medell%C3%ADn%202013.pdf>

‘innovación’ o ‘investigación’ no aparecen mencionadas ni una sola vez en el Manual de Contratación de Medellín, descrito en el párrafo anterior.

Recuadro 1. Inversión pública en infraestructuras para la innovación social en Medellín

Durante los últimos años se han acometido con éxito importantes inversiones en infraestructuras, que de hecho constituyen el factor principal detrás de la nominación de Medellín como la ciudad más innovadora del mundo en 2013 por parte del Wall Street Journal, el Urban Land Institute y Citi Group. Aunque estas actuaciones no fueron diseñadas explícitamente bajo el paraguas de una iniciativa de compra pública innovadora, sí que han supuesto *de facto* la introducción de innovaciones tanto en el ámbito medioambiental como social. Por una parte, se han instalado nuevas infraestructuras de transporte público que han mejorado la movilidad de los ciudadanos y reducido sustancialmente las emisiones de CO₂, como el Metro de Medellín o el sistema de autobuses Metroplus que utiliza el gas como fuente de combustible. Por otra parte, se han desarrollado soluciones para integrar mejor los barrios más vulnerables de la ciudad, como las escaleras eléctricas de la comuna 13 o el primer Metrocable, desarrollado en la ciudad para conectar la comuna de Popular, una de las más violentas de la ciudad que se ha convertido ahora en un lugar más tranquilo y de fácil acceso para sus habitantes, e incluso en atractivo turístico. También destacan otros proyectos públicos orientados a la inclusión de los barrios más desfavorecidos como los parques biblioteca, el Centro Cultural de Moravia, o el sendero de la pacificación, entre otros.

Las inversiones en marcha dentro del plan de desarrollo urbano de Medellín incluyen el desarrollo del Distrito Medellíninnovation así como otros proyectos relevantes como el tranvía de Ayacucho, que se unirá al metro y que tendrá dos cables aéreos que llegarán a los barrios la Sierra y 13 de Noviembre, y el puente de la zona norte que unirá las comunas de Aranjuez y Castilla. También cabe destacar el Parque Vial alrededor del río Medellín para el cual se realizó un concurso internacional de diseño que se encuentra en la fase de revisión de anteproyectos. Por otra parte, se está proyectando un cinturón verde que incluiría senderos peatonales, viviendas, y espacios públicos en las zonas más altas de la ciudad. Otro ejemplo relevante en este contexto es el nuevo sistema de bicicletas públicas de Medellín, EnCicla, cuya expansión está prevista para el año próximo tras la conclusión de la fase piloto.

No obstante, en años recientes Ruta N ha lanzado un buen número de concursos públicos estrechamente relacionados con la innovación⁶⁴. Vale la pena destacar el programa “Mi Medellín”, en virtud del cual se ha creado un espacio de participación ciudadana para identificar prioridades y dar solución a los retos de la ciudad de forma inclusiva, transparente y abierta⁶⁵. Hasta la fecha han participado más de 2500 ciudadanos en el establecimiento de retos y soluciones específicas a los desafíos de desarrollo de la ciudad. Inicialmente los retos y preguntas son definidos por la organización del programa, en base a la interacción con la comunidad. La naturaleza del portal, sin embargo, puede propiciar que la ciudadanía proponga retos y preguntas a los que se les deba dar prioridad. Por ejemplo, a la fecha de cierre de este informe las preguntas activas eran: ¿Qué harías para mejorar nuestra calidad de vida?, ¿Cuál crees que podría ser el próximo reto de ciudad?, ¿Cómo sueñas el centro de Medellín?, ¿Cómo mejorarías la movilidad de Medellín?, y ¿Qué necesitamos en Medellín para ser mejores ciudadanos? Entrando en el detalle, los últimos retos planteados fueron: ¿Cómo llenarías de vida las zonas bajas que cruzan los puentes del río Medellín?, y ¿Cómo solucionar el tema de los vendedores ambulantes?

Esta iniciativa de Ruta N es interesante pero se encuentra todavía en una fase incipiente, y para que tenga verdadero impacto en el futuro sería necesario redoblar los esfuerzos y ofrecer

⁶⁴ En la página web de Ruta N aparecen recogidos todos estos concursos públicos: <http://rutanmedellin.org/index.php/es/sobre-nosotros/informacion-sobre-rutan-medellin/contrataciones-publicas-rutan/3>

⁶⁵ Para más información véase: www.mimedellin.org

más incentivos a los ciudadanos para que participen, de forma que pueda transformarse en un programa de compra pública innovadora *bottom-up*. En este sentido, existe otra iniciativa en el ámbito del departamento de Antioquia que ha sido muy exitosa y que puede servir como ejemplo para el escalonamiento del programa Mi Medellín, además de representar un caso interesante para otras regiones del mundo (Recuadro 2).

Recuadro 2. Programa “¿Quién se le mide?”

El programa “¿Quién se le mide?” promovido por la Gobernación de Antioquia y gestionado por Tecnova, pretende poner a prueba el potencial creativo e innovador de los ciudadanos a través de un concurso para la solución de problemas cotidianos. Se trata de un programa de compra pública de tecnología a pequeña escala, dirigido a investigadores universitarios, pasantes de investigación, centros de desarrollo tecnológico, empresas y estudiantes. Se proponen una serie de 20 retos o desafíos en distintas áreas para los cuales se elegirán las mejores soluciones de todas las propuestas recibidas. El objetivo es que las propuestas aporten soluciones funcionales, garanticen su implementación, lleven a cabo el desarrollo de productos, mejoren procesos productivos, creen nuevos emprendimientos innovadores, y mejoren las condiciones sociales de la región de Antioquia. El programa puede descomponerse en tres fases: 1) Formulación y estructuración de los retos 2) Evaluación y selección de las propuestas ganadoras 3) Acompañamiento y seguimiento a las propuestas ganadoras.

En la primera edición del programa en el año 2013, se presentaron un total de 1651 propuestas. Los 20 retos fueron seleccionados por el gobierno entre 90 retos iniciales que se plantearon, a partir de un trabajo previo de diálogo entre distintas secretarías del gobierno, prospectiva tecnológica, y priorización de necesidades. A modo ilustrativo, algunos de los retos planteados en la primera convocatoria fueron los siguientes:

- Dispositivo de recolección manual a diferentes alturas para aguacates.
- Secador solar para deshidratación de plantas medicinales y condimentarias.
- Secadora a gas para grano de cacao.
- Planta móvil para el procesamiento de frutas cítricas, montada en un contenedor.
- Dispositivo portátil de espectroscopia para determinación del estado de madurez del aguacate.
- Cafetera de filtrado tipo termo que potencie las características de los cafés especiales.
- Aplicativo teléfonos inteligentes para la recolección de información técnica de cafés especiales.
- Exhibidor de producto en los puntos de venta para certificar la originalidad del aguardiente y ron Antioqueños.
- Herramienta para la identificación y destrucción de minas antipersonales.
- Dispositivo para el suministro de agua potable en los municipios de Antioquia administrado por la comunidad.

Tras el éxito de la primera edición, en abril de 2014 se lanzó la segunda edición del programa, que plantea también 20 retos en 7 áreas prioritarias: agricultura, cafés especiales, infraestructura, medio ambiente, minería, salud y sociales. Las soluciones ganadoras obtendrán una ayuda de 15, 25 o 35 millones de pesos colombianos, dependiendo de la complejidad de la solución esperada. Así, el presupuesto total en 2014 asciende de 490 millones de pesos (unos 245.000 USD), lo cual da idea de la reducida escala del programa.

En cualquier caso, ha sido una iniciativa exitosa que muestra el potencial de la compra pública de tecnología en el impulso a la innovación social, y que podría servir de ejemplo a otras regiones de Colombia y del mundo. Según Alejandro Franco, Director Ejecutivo de Tecnova, “*son tres las principales lecciones aprendidas en la primera edición del programa y*

que vamos a intentar mejorar en esta nueva edición. Primero, el apoyo al servidor público en la formulación del reto, ya que suelen estar demasiado ocupados para poder dedicar suficiente tiempo a este asunto. Segundo, la divulgación que en diferentes medios se haga a esta iniciativa para aumentar el número de soluciones. Y tercero, el apoyo a los ganadores, para que hagan el uso adecuado del premio”.

Fuente: <http://www.antioquia.gov.co/index.php/iquien-se-le-mide/> y entrevistas con directivos de Tecnova y del Gobierno de Antioquia.

D. La corrupción como barrera a la compra pública innovadora

Algunos de los postulados de la compra pública innovadora pueden ir en detrimento de la libre competencia o de la selección transparente de proyectos en base a criterios objetivos y cuantificables, por lo que podría aumentar el riesgo de corrupción. Esto resulta especialmente relevante teniendo en cuenta la gravedad del problema de corrupción política en Colombia. En efecto, el país obtuvo la peor puntuación de Latinoamérica en el índice de percepción de corrupción elaborado por Transparencia Internacional en 2013⁶⁶, y no se observan mejoras en los últimos años. Otras encuestas e informes internacionales (véase por ejemplo Lehuedé, 2013) también ponen de manifiesto que el problema de corrupción no se ha resuelto a pesar de los cambios recientes como el Estatuto Anticorrupción aprobado en 2011, o la creación de una oficina presidencial anti-corrupción. Uno de los ámbitos donde más claramente se manifiesta la corrupción de la clase política es en los procesos de compra pública, ya sea aceptando sobornos o favoreciendo los intereses de familiares y amigos (Martínez y Ramírez, 2006). Por lo tanto, es importante buscar un equilibrio entre la mayor flexibilidad necesaria para fomentar la innovación a través de la compra pública, y el control permanente de los riesgos de corrupción a través de procesos transparentes y sujetos a evaluación continua⁶⁷.

E. Plan Vive Digital

El plan Vive Digital del Ministerio de TIC de Colombia es un ejemplo interesante de cómo articular políticas de innovación de demanda, con énfasis en los incentivos y ayudas a los usuarios para que aumente el uso de nuevos productos y servicios innovadores asociados a las TIC. El objetivo último de este programa es reducir la brecha digital, facilitando el acceso a las nuevas tecnologías a las capas de población más desfavorecidas del país. El plan Vive Digital incluye campañas de información, cursos de formación y programas de inversión pública para expandir la red de fibra óptica y distribuir ordenadores y tabletas, de manera que todos los municipios y ciudadanos puedan conectarse a internet. Una de las metas de éste consiste en regalar, hasta el final de 2014, 66.900 ordenadores y 1.132.000 tabletas a las escuelas de los municipios y barrios más desfavorecidos del país. Al mismo tiempo se están construyendo en estos barrios centros de internet gratuitos para fomentar el acceso a internet de los más desfavorecidos, llamados Puntos Vive Digital o los más pequeños Quioscos Vive Digital. Por otra parte, en 2011 se introdujeron nuevos incentivos fiscales para la compra de ordenadores y tabletas (exención de IVA y aranceles de importación). Todas estas iniciativas permiten estimular la demanda de productos y servicios innovadores asociados a las tecnologías digitales, al tiempo que disminuyen la brecha digital entre ricos y pobres del país.

⁶⁶ Transparencia Internacional (2013), Barómetro global de la corrupción 2013. Informe de Colombia. Corporación Transparencia por Colombia. http://www.transparenciacolombia.org.co/images/publicaciones/transparencia_internacional/INFORM-E-Barometro-Global-Corrupcion-2013.pdf

⁶⁷ Para mayor información sobre posibles medidas para mejorar la gobernanza y reducir la corrupción en Colombia véase OCDE (2013), *Colombia: Implementing Good Governance*, OECD Public Governance Reviews, OECD, Paris. http://www.oecd-ilibrary.org/governance/colombia-implementing-good-governance_9789264202177-en

F. Tratados de Libre Comercio

Tras varios años de negociaciones, en 2013 entraron en vigor nuevos Tratados de Libre Comercio de Colombia con Estados Unidos y con la Unión Europea. Colombia ha firmado también recientemente tratados bilaterales de comercio con otros países como Canadá y Corea del Sur, y por otra parte se están produciendo avances significativos en los procesos de integración regional latinoamericanos⁶⁸. Esta rápida liberalización comercial abre nuevas oportunidades de exportación para las empresas colombianas, ampliando su mercado potencial, al tiempo que representa también una nueva fuente de presión competitiva que puede repercutir negativamente en algunas empresas y sectores que deberán reestructurarse. Los Tratados de Libre Comercio representan un estímulo de demanda que impulsa a las empresas colombianas a adoptar soluciones innovadoras para poder competir. Otro beneficio de los Tratados de Libre Comercio es que permiten al tejido productivo colombiano la adquisición de bienes de capital a precios más bajos, lo cual favorece la absorción de nuevas tecnologías incorporadas a maquinaria y equipos (Hendricks, 2000).

Análisis DAFO

A partir del diagnóstico anterior, la Tabla 1 presenta un resumen de las debilidades, amenazas, fortalezas y oportunidades que sirven como base para el análisis de las políticas de innovación por el lado de la demanda en Medellín.

Tabla 1. Análisis DAFO

Fortalezas <ul style="list-style-type: none">- Esfuerzos recientes de promoción de una cultura innovadora.- Éxito de la transformación urbana de Medellín durante la última década.- Participación de empresas y sociedad civil en concursos de soluciones innovadoras como Mi Medellín o ¿Quién se le Mide?	Oportunidades <ul style="list-style-type: none">- Ambiciosos proyectos de inversión pública durante los próximos años para mejorar la ciudad y hacerla más innovadora.- Mayor apertura al comercio internacional en el marco de los nuevos tratados de libre comercio.
Debilidades <ul style="list-style-type: none">- Ausencia de un marco normativo claro para la compra pública innovadora.- Limitado uso de las regulaciones y estándares como instrumentos para fomentar la innovación.	Amenazas <ul style="list-style-type: none">- Los problemas de corrupción pueden obstaculizar el desarrollo de un nuevo programa de compra pública innovadora.- La gran mayoría de empresas de Medellín son pequeñas y carecen de las capacidades tecnológicas necesarias para sacar el máximo partido de las políticas de innovación de demanda.

Recomendaciones

⁶⁸ Cabe destacar los avances recientes en la Alianza del Pacífico, en cuya octava cumbre celebrada el 10 de febrero de 2014 en Cartagena de Indias los países miembros (Colombia, México, Chile y Perú) acordaron eliminar los aranceles al 92 por ciento de los bienes y servicios que comercian entre sí. De esta forma “La región se consolida como un exitoso modelo de integración regional, lo que ha centrado la atención de la comunidad internacional y generado grandes expectativas” (Reyes, 2014).

Las políticas de innovación orientadas a la demanda pueden tener una contribución muy relevante en el progreso hacia los cuatro ejes estratégicos planteados en el Capítulo 1. En efecto, las políticas de demanda permiten orientar más claramente las trayectorias tecnológicas de la ciudad hacia la *innovación social*, así como hacia una serie de tecnológicas transversales que se definan como prioritarias en el contexto de una nueva estrategia de *especialización inteligente*. En la articulación de una estrategia de políticas orientadas a la demanda resulta fundamental una adecuada *gobernanza multinivel*, donde se busquen sinergias entre los niveles de administración local, regional y nacional. Finalmente, también es importante ligar las políticas de demanda hacia la *internacionalización*, especialmente a la luz de la reciente firma de los Tratados de Libre Comercio de Colombia con EEUU y con la UE.

i. Un nuevo programa de compra pública innovadora para Medellín

Teniendo en cuenta el diagnóstico realizado en este capítulo, la recomendación principal consistiría en desarrollar un nuevo programa de compra pública innovadora que contribuya a lograr una mayor articulación entre las políticas de innovación y las necesidades sociales. Un primer aspecto a considerar sería si la iniciativa debería centrarse en el ámbito municipal o incluir a toda la región de Antioquia en una iniciativa conjunta. También habría que considerar cómo vincular esta nueva iniciativa con el programa de compra pública nacional. Por otra parte, sería importante integrar en el programa a empresas públicas locales como Metro y EPM que por su tamaño y naturaleza podrían ejercer –y de hecho ya ejercen– un fuerte impulso a la innovación por el lado de la demanda.

Como primera medida podría nombrarse en el seno de Ruta N un grupo de trabajo y una persona responsable de liderar los esfuerzos para desarrollar una guía o manual operativo, tras un proceso de consultas con los departamentos y unidades administrativas que puedan estar más involucrados en la compra de productos y servicios innovadores, en coordinación con la Subsecretaría de Adquisiciones y Desempeño Contractual de la Alcaldía de Medellín. Dicho manual sería aplicable a todas las dependencias municipales, por lo que tendría que ser suficientemente general y al mismo tiempo flexible para poder integrar las especificidades de las distintas secretarías. En una segunda fase habría que implementar un plan de concienciación, formación y capacitación orientado tanto a la administración pública como a las empresas contratistas actuales y potenciales. La Feria de Contratación Departamental-Alcaldía que se celebra anualmente sería una buena plataforma para empezar a introducir el debate sobre compra pública innovadora y sobre cómo difundir los manuales que eventualmente se elaboren.

A la hora de establecer prioridades de actuación es necesario delimitar claramente cuáles son las necesidades sociales que quiere satisfacerse y cómo puede contribuir la integración del enfoque de innovación en la compra pública a solucionar fallos de mercado o fallos sistémicos que actúen como barreras a la innovación. Hay que considerar en todo momento si la intervención pública es eficiente desde un punto de vista de mercado y presupuestario, y si a su vez mejora el bienestar social. Por otra parte, en la selección de proyectos resulta importante valorar en qué medida las empresas participantes podrán desarrollar capacidades tecnológicas y obtener nuevos beneficios de los productos y servicios desarrollados mediante su aplicación en otros ámbitos públicos y privados, ya sea en Medellín o en otras ciudades y países. Ese potencial indirecto de desarrollo de negocio debería ser un criterio a tener en cuenta a la hora de decidir qué tipo de proyectos priorizar, y debería estimularse a lo largo del ciclo de vida del contrato público. En resumen, las políticas de innovación de demanda deben dirigirse hacia objetivos claramente articulados, y su impacto debe ser evaluado cuidadosamente a lo largo del ciclo de vida del programa.

La experiencia acumulada en los países de la OCDE (Comisión Europea, 2007; Georghiou et al., 2013; OCDE, 2011; OCDE, 2012) permite extraer una serie de recomendaciones generales que pueden resultar útiles para orientar las políticas de compra pública innovadora en Colombia y Medellín, entre las cuales cabe destacar:

- Integrar criterios relacionados con la innovación en los procesos de compra pública e introducir mecanismos para que todos los departamentos y agencias públicas se planteen estos criterios. Por ejemplo, en el Reino Unido desde 2008 se introdujo el requisito de que todos los ministerios establecieran un plan de compra pública innovadora, lo cual supuso una oportunidad para que todos repensaran cómo mejorar los procesos de compra pública en aras de estimular la innovación (OCDE, 2011).
- Proporcionar la capacitación necesaria a los funcionarios públicos responsables de la compra pública (mediante cursos de formación, grupos de intercambio de experiencias, manuales y guías de actuación, etc.) y al mismo tiempo estrechar la colaboración entre ministerios o departamentos para favorecer el aprendizaje mutuo, así como la mejora de procesos, por ejemplo mediante el uso de documentación común en los concursos públicos.
- Mejorar el intercambio de información y la coordinación público-privada, con el objetivo de alertar a los compradores sobre nuevas soluciones tecnológicas y a los proveedores sobre nuevas oportunidades, logrando una visión compartida entre las administraciones públicas y el sector privado sobre las prioridades y orientaciones futuras. Con este propósito pueden utilizarse mecanismos como plataformas tecnológicas, grupos de expertos, y herramientas de inteligencia competitiva, prospectiva y vigilancia tecnológica. En este sentido resulta ilustrativo el caso de la región de Flandes, Bélgica (Recuadro 1).
- Uso de procesos de diálogo competitivo para compras especialmente complejas, donde en una primera fase se lleva a cabo una pre-selección de un grupo reducido de proveedores potenciales, con los que se establece un diálogo más cercano para delimitar mejor la solución más adecuada que posteriormente se integrará en el pliego de condiciones del concurso público.
- En los pliegos de condiciones de los procesos de licitación, hay que establecer especificaciones funcionales que indiquen las necesidades públicas que debe satisfacer el producto o servicio, pero sin prescribir claramente cuál debe ser la fórmula para satisfacer esas necesidades. De esta forma se permite que las empresas concursantes presenten distintas variantes y se amplía el potencial innovador de las propuestas.
- Los contratos deben ser suficientemente flexibles para permitir cambios posteriores a la adjudicación, puesto que tanto durante la fase de desarrollo como a medida que se produce la difusión del nuevo producto o servicio es habitual que surjan nuevas oportunidades de introducir mejoras o innovaciones incrementales.
- Las patentes y otros derechos de propiedad intelectual que se generen como consecuencia de la compra pública innovadora deben quedar en manos de las empresas proveedoras, y el gobierno no debería interferir en su subsiguiente explotación en otros ámbitos. Esto es vital para promover la difusión de la innovación y el aprovechamiento pleno de su potencial de mercado.
- Teniendo en cuenta el riesgo inherente en las actividades de I+D y la aversión al riesgo que caracteriza por lo general a las administraciones públicas, es importante establecer mecanismos de evaluación y control del riesgo como parte inherente de las distintas fases del ciclo de compra pública.

Recuadro 3. El programa de compra pública innovadora de Flandes, Bélgica

El gobierno regional de Flandes inició en el año 2009 un programa de compra pública innovadora. Este programa se centra en la compra pública precomercial de I+D, a través de un proceso secuencial para la compra de servicios de I+D a empresas o centros de I+D para el desarrollo de productos, servicios o procesos innovadores, que no existan en el mercado, y que

ayuden a resolver grandes retos sociales. En primera instancia se seleccionaron 13 áreas prioritarias, y a cada de ellas se le asignó un millón de euros para los primeros proyectos piloto durante un periodo inicial de dos años. Para cada proyecto seleccionado, se estableció una “plataforma de innovación” con el objetivo de coordinar las consultas de mercado y discusiones técnicas entre el comprador público y las empresas y centros tecnológicos participantes. En primera instancia, estas plataformas deben realizar una revisión del estado del arte, para explorar las soluciones disponibles en el mercado y determinar si es necesario acometer actividades de I+D adicionales.

Para más información véase la descripción completa de este programa incluida en el Anexo 1.

También sería recomendable que los procedimientos de compra pública innovadora establezcan mecanismos para fomentar la participación de PYMEs, de la misma forma que actualmente se intenta promover su participación en el marco del sistema ordinario de contratación pública vigente en Medellín que hemos descrito anteriormente. Los incentivos para que las PYMEs participen en los procesos de compra pública innovadora son importantes porque estas empresas se enfrentan a mayores dificultades que las grandes empresas pero pueden ser igualmente innovadoras, y además pueden favorecer que los beneficios derivados de la compra pública innovadora se distribuyan de forma más equilibrada entre los distintos actores del tejido empresarial local. Asimismo, el gobierno puede utilizar los procesos de compra pública como herramienta para promover la colaboración entre empresas y las alianzas para la innovación, por ejemplo introduciendo en los pliegos de condiciones criterios que otorguen mayor puntuación a las propuestas presentadas por consorcios de empresas que incluyan pequeñas y grandes empresas.

A modo ilustrativo, un programa de compra pública innovadora precursor en el apoyo a las PYMEs fue el estadounidense “Small Business Innovation Research Program” (SBIR)⁶⁹, que comenzó en 1982 y el cual requiere que los departamentos involucrados en actividades de I+D (Departamento de Defensa, NASA, Institutos Nacionales de Salud, Departamento de Energía, etc.) destinen al menos un 2,5% de su presupuesto de I+D a contratos con PYMEs. Se trata de un programa de compra pública precomercial, donde tras la publicación por parte del gobierno de una convocatoria abierta donde se exponen sus necesidades, en una primera fase de 6 meses se selecciona un grupo de empresas que reciben 100.000 USD cada una para la realización de un estudio piloto. En una segunda fase de 2 años se selecciona un grupo más pequeño de empresas que reciben 750.000 USD para el proyecto completo de I+D. En la tercera fase, de comercialización, las empresas ya no reciben fondos del programa, aunque pueden recibir fondos de otros programas públicos o fondos privados. Actualmente el programa tiene un presupuesto de 2 billones USD anuales, con más de 4000 subvenciones entregadas al año, la mayor parte a empresas con menos de 25 empleados. El éxito del programa ha propiciado que sea replicado por otros países de la OCDE como Australia, Reino Unido y Holanda (OCDE, 2011).

Por otra parte, es oportuno plantear de forma estratégica el tratamiento que ha de darse a las empresas extranjeras en las licitaciones públicas. Por una parte, la tendencia a dar prioridad a proveedores locales está fundamentada por la protección de la industria local en el marco de políticas orientadas a la sustitución de importaciones para impulsar el desarrollo endógeno (Trionfetti, 2000). Sin embargo, ese favoritismo puede excluir soluciones más innovadoras y eficientes disponibles en el extranjero, y bloquear otros posibles beneficios regionales indirectos relacionados con la entrada de empresas y tecnologías foráneas. Además, el margen de maniobra para favorecer a empresas locales se ha reducido con los Tratados de Libre Comercio recientemente firmados con EEUU y la UE, y es previsible que en el futuro Colombia se integre

⁶⁹ Para más información véase: <http://www.sbir.gov/>

en otros tratados multilaterales que limitarán en mayor medida las posibilidades de favorecer a empresas locales en los concursos públicos⁷⁰. En cualquier caso, de momento el gobierno local de Medellín hará bien en favorecer a los proveedores locales cuando lo estime oportuno para impulsar su desarrollo endógeno, pero al mismo tiempo debe contemplar fórmulas para atraer a empresas extranjeras que aporten soluciones tecnológicas más avanzadas que las disponibles localmente, siempre tratando de fomentar el impacto local en la medida de lo posible, por ejemplo introduciendo requisitos que incentiven a los licitantes extranjeros a establecerse en la región, a contratar empleados locales para desarrollar el proyecto, o a establecer alianzas con empresas/universidades locales. Este tipo de medidas políticas podrían vincularse con la promoción de programas de responsabilidad social corporativa, en el marco de las Líneas Directrices de la OCDE para Empresas Multinacionales⁷¹. Por otra parte, para asegurar la participación de licitantes extranjeros es importante el establecimiento de canales de promoción internacional y la búsqueda activa de empresas internacionales que puedan resultar de especial interés. Estas consideraciones son relevantes en el marco de las estrategias para atraer empresas innovadoras extranjeras que se discuten en el **Capítulo 6**.

A pesar de sus ventajas, son muchos los retos y barreras inherentes a la promoción de la innovación a través de la compra pública. En primer lugar, cabe destacar la complejidad burocrática y la fragmentación de la demanda pública entre diferentes ministerios, agencias públicas, y niveles de gobierno. En segundo lugar, no es una tarea fácil lograr equilibrio y coherencia entre los distintos objetivos de la compra pública. La promoción de la innovación debe conjugarse con la necesidad de que la compra pública sea eficiente, transparente, y no distorsionadora de la competencia. Los ministerios y agencias públicas tienen el deber de minimizar los costes para el contribuyente de los servicios públicos, y de asegurar que todos los postulantes (incluidas las empresas extranjeras) obtengan un trato justo e igualitario. En tercer lugar, cabe destacar que la incertidumbre y el riesgo con relación a las actividades de I+D dificulta la planificación y la identificación de la solución más apropiada. La compra pública innovadora tiene que plantear en una etapa temprana las necesidades futuras y conjugarlas con la oferta futura, pero existe el riesgo de evaluación imperfecta de los escenarios de futuro ante las asimetrías de conocimiento tecnológico entre oferta y demanda. En particular, las administraciones públicas a menudo carecen de los conocimientos y capacidades técnicas necesarias en los campos tecnológicos concernidos. Por otra parte, aunque la identificación de necesidades y tecnologías haya sido acertada, no está garantizado que los proveedores existentes vayan a ser capaces de satisfacer esa demanda en el futuro. Por consiguiente, en el diseño de estrategias de compra pública innovadora es preciso prestar atención a estos riesgos, utilizando procedimientos y herramientas que permitan mitigarlos (Comisión Europea, 2007).

Recuadro 4. La compra pública innovadora en la UE y España

Durante los últimos años, la Unión Europea (UE) y sus países miembros han venido prestando una creciente atención a la compra pública como instrumento de política de innovación. En particular, a través de la llamada *Lead Market Initiative* (2008-2011) se impulsó el uso de la compra pública como una de las herramientas con las que conseguir el liderazgo en

⁷⁰ El más relevante es el Acuerdo Plurilateral sobre Contratación Pública (ACP) de la Organización Mundial de Comercio (OMC), basado en los principios de apertura, transparencia y no discriminación, del que Colombia de momento solo es un país observador por lo que no está obligado a su cumplimiento.

⁷¹ Véase en particular el Capítulo IX sobre Ciencia y Tecnología donde se establece, entre otras directrices, que las empresas multinacionales deberán “llevar a cabo trabajos de desarrollo científico y tecnológico en los países anfitriones para atender las necesidades del mercado local, así como emplear a personal del país anfitrión en las actividades científicas y tecnológicas y fomentar su capacitación”.

<http://www.oecd.org/daf/inv/mne/MNEguidelinesESPANOL.pdf>

seis mercados clasificados como vitales para el desarrollo de la economía europea. Más recientemente, el programa “Horizonte 2020”, que aglutina la financiación comunitaria de proyectos de I+D e innovación para el periodo 2014-2020, contempla entre sus instrumentos un aumento de los recursos para financiar la compra pública innovadora, ya sea en su modalidad de compra pública precomercial o de compra pública de tecnología, que podrán ejecutarse tanto por la propia Comisión Europea como de forma conjunta con los países miembros.

En consonancia con estos desarrollos en la U.E, el Gobierno de España lanzó en julio de 2011 un nuevo paquete de medidas para impulsar la compra pública innovadora. Todos los ministerios y organismos públicos deberán comprometer una reserva presupuestaria para la contratación pública innovadora, en sus modalidades de compra pública precomercial o compra pública de tecnología innovadora. El objetivo del Gobierno es que en 2013 la compra pública innovadora alcance el 3% del Presupuesto de la Administración General del Estado. Para acompañar este proceso se pusieron en marcha tres instrumentos fundamentales:

- Guía del Usuario de Compra Pública Innovadora: el objetivo de esta guía es facilitar a los organismos públicos y a las empresas los procedimientos de contratación y adjudicación de compra pública innovadora.
- Programa Innodemanda: instrumento de financiación para el apoyo a la oferta tecnológica (empresas y centros de investigación) que concurra a los procesos de compra pública innovadora.
- Programa Innocompra: ayuda a los gobiernos regionales para el desarrollo de proyectos de compra pública innovadora, con co-financiación del gobierno nacional y fondos europeos.

La experiencia de España, y en particular la Guía de Compra Pública Innovadora, puede ser un punto de partida interesante para el desarrollo de un nuevo sistema de compra pública innovadora en Colombia y Medellín, especialmente porque los contenidos están redactados en idioma español y reflejan las mejores prácticas europeas.

Más información sobre compra pública innovadora en España:

<http://www.idi.mineco.gob.es/porta/site/MICINN/menuitem.7eeac5cd345b4f34f09dfd1001432ea0/?vgnnextoid=d7e6c3f020682310VgnVCM1000001d04140aRCRD>

Más información sobre compra pública innovadora en la UE:

http://ec.europa.eu/enterprise/policies/innovation/policy/public-procurement/index_en.htm

ii. Otras recomendaciones para las políticas de innovación orientadas a la demanda

- *Explorar áreas donde las regulaciones municipales puedan influir sobre la demanda privada de productos y servicios innovadores, como por ejemplo es el caso de las normativas de construcción de nuevas viviendas o incentivos al uso de energías renovables. En cuanto a los estándares, podría reforzarse el papel de vigilancia tecnológica del gobierno municipal en este ámbito, actuando como facilitador o coordinador, mediante nuevos servicios para informar a las empresas de los estándares internacionales vigentes y de los cambios previstos, y posiblemente organizando o financiando campañas de concienciación y capacitación sobre estándares internacionales en los sectores estratégicos para la región, en colaboración con universidades y asociaciones empresariales. Este tipo de actuaciones cobra especial trascendencia para maximizar las oportunidades de aumento de las exportaciones que brindan los nuevos tratados de libre comercio con Estados Unidos y la Unión Europea.*
- *Desarrollar programas para dirigir industrias concretas hacia las necesidades de los mercados, buscando nuevas oportunidades para la exportación y la especialización en nichos de mercado que ofrezcan mayor potencial de incorporar valor añadido localmente, con énfasis en los productos más exportados por la región. Un ejemplo interesante que ya se*

encuentra en marcha es el programa de “Cafés Especiales de la Gobernación de Antioquia (2012-2015)”⁷².

- *Plantear nuevas iniciativas para la promoción de las tecnologías verdes.* Algunas iniciativas habituales en países de la OCDE, que son igualmente relevantes para Colombia y Medellín, son los incentivos para el uso de energías renovables, los incentivos para el uso de bombillas de bajo consumo, los incentivos para la transición hacia el coche eléctrico⁷³, los sistemas públicos de movilidad sostenibles, las normativas de aislamiento de viviendas para el ahorro energético, etc. Por ejemplo, en Alemania la Ley de Promoción de las Energías Renovables de 2009 establece que los edificios de nueva construcción deben usar energías renovables, y aquellos que sean especialmente eficientes y usen tecnologías innovadoras recibirán financiación estatal. También en la Provincia Autónoma de Trento, en Italia, se han introducido recientemente incentivos para la utilización de fuentes de energía renovable en las nuevas construcciones, en particular de paneles solares.⁷⁴ La ciudad sueca de Malmo es otro caso interesante del uso de la compra pública innovadora en planes estratégicos de desarrollo urbano sostenible.⁷⁵
- *Asegurar que las empresas participen en y se beneficien de los programas de gobierno en línea.* El uso de herramientas de gobierno en línea permite mejorar la calidad de la atención al ciudadano, reducir la burocracia y aumentar la transparencia. Al mismo tiempo, representa una oportunidad para promover la innovación en las empresas del sector TIC que sean seleccionadas como proveedores de las redes y aplicaciones informáticas necesarias. Además de la adopción de nuevas aplicaciones de gobierno electrónico por parte del gobierno municipal⁷⁶, las empresas del sector TIC de Medellín podrían aumentar su participación en la reciente Iniciativa Nacional de Gobierno en Línea cuyas áreas prioritarias son salud, justicia, ciber-seguridad, servicio al ciudadano, y arquitectura IT del

⁷² El objetivo de este programa es apoyar a los productores de café de la región en la mejora de la calidad de los procesos productivos y los estándares medioambientales, con el propósito de mejorar la imagen de marca del café de Antioquia para lograr satisfacer la creciente demanda mundial de cafés especiales. Asimismo, el proyecto va ligado al desarrollo de una nueva ruta turística cafetera que incluye visitas a fincas, hoteles y restaurantes. <http://antioquia.gov.co/index.php/cafes-especiales-el-programa/13549-antioquia-tendra-marca-propia-de-cafe>

⁷³ En enero de 2014 el Gobierno nacional anunció nuevas medidas para fomentar el uso del coche eléctrico, como la compra exclusiva de ahí en adelante de este tipo de vehículos por parte del gobierno. Esto se suma a otras medidas para fomentar el uso de vehículos eléctricos en la red de autobuses públicos Transmilenio, así como en el Sistema Integrado de Transporte Público (SITP). Desde Medellín podrían buscarse fórmulas para complementar estos programas nacionales con incentivos e iniciativas propias de ámbito local.

⁷⁴ Para más información véase: <http://www.ecosportello.tn.it/wp-content/uploads/2011/12/Incentivi-per-il-fotovoltaico.pdf>

⁷⁵ Para más información véase: http://www.malmo.se/download/18.228b8e2313f81626274842a/1383649557361/susmalmo2013_fickis_web130424.pdf

⁷⁶ Recientemente la Alcaldía de Medellín lanzó un concurso para el desarrollo de un nuevo portal de internet integrado con aplicaciones de teléfonos móviles que supondrá replantear totalmente la relación del gobierno local con la ciudadanía en todos los ámbitos. En primer lugar se hizo un concurso para el diseño de la arquitectura del portal, que fue ganado por la Universidad EAFIT, a partir del cual se formuló el pliego de condiciones para un concurso para el desarrollo del proyecto, que fue adjudicado a una empresa local, UNE. La experiencia adquirida podría abrir nuevas oportunidades en el futuro a EAFIT y UNE para replicar este modelo en otras ciudades y regiones colombianas o latinoamericanas.

gobierno⁷⁷. Está previsto que estos programas se expandan sustancialmente en el futuro (OCDE, 2014), lo cual dará lugar a nuevas oportunidades para las empresas del sector.

- *Crear programas de apoyo a las empresas para que puedan beneficiarse de los nuevos Tratados de Libre Comercio.* Los Tratados de Libre Comercio con EEUU y la UE crean nuevas vías para mejorar los mecanismos nacionales de certificación y fomentan la cooperación técnica para la adopción de estándares internacionales, lo cual supone un estímulo a la innovación en las empresas colombianas. Por ejemplo, un buen número de empresas y asociaciones empresariales colombianas y en particular de Medellín recibieron, antes de la entrada en vigor de los tratados, asistencia técnica financiada por programas de cooperación de la UE y de EEUU, con el objetivo de poder mejorar sus procesos para adaptarse a las necesidades de esos mercados y poder así aumentar sus exportaciones en distintos sectores, entre los que cabe destacar confección y textiles, agricultura y ganadería. Por otra parte, la agencia pública Proexport (dependiente del Ministerio de Comercio, Industria y Turismo) que tiene entre sus funciones promover las exportaciones de las empresas colombianas, ha puesto en marcha recientemente programas y campañas informativas con el objetivo de dar a conocer las implicaciones de los nuevos tratados de libre comercio, y de apoyar a las empresas colombianas para que puedan sacar el máximo partido a las oportunidades que estos tratados ofrecen. Sería potencialmente interesante difundir adecuadamente estos programas en Medellín y en el resto de la región de Antioquia, buscando fórmulas para complementar los esfuerzos de Proexport con iniciativas locales.
- *Impulsar el desarrollo de plataformas y programas de educación a distancia (e-learning) desde las universidades con sede en Medellín.* Esto permitiría proporcionar educación pública a una mayor parte de los jóvenes de las aéreas más marginadas de Medellín, así como del resto de la región de Antioquia, con un foco no solo en la educación universitaria sino también en la formación técnica y profesional, y la formación continua de los trabajadores. Además de su potencial para desarrollar el capital humano de la región, el e-learning podría abrir nuevas oportunidades de negocio a empresas de Medellín que sean capaces de comercializar esas plataformas tecnológicas y contenidos docentes al resto del país y a otros países de habla hispana. Desde el gobierno local podrían explorarse posibles procedimientos para aumentar la financiación pública de este tipo de iniciativas a través de concursos públicos por áreas temáticas, fomentando la colaboración entre universidades, grupos de investigación, y empresas del sector TIC.
- *Integrar mejor la plataforma de retos ciudad de Ruta N con procesos de licitación pública para que el resultado no se quede solo en ideas y prototipos sino que se lleve a la práctica.* En definitiva, se trataría de coordinar las acciones del programa “Mi Medellín” de retos ciudad desarrollado por Ruta N, que ya fue descrito anteriormente, con las prioridades actuales de la Alcaldía, para que las propuestas sean aplicables y evitar así la frustración en la ciudadanía ante los lentos ritmos de ejecución. La plataforma “Mi Medellín” representa también una buena oportunidad para incluir a PYMEs y al sector informal en la compra pública innovadora, como ya se logró en el departamento con el programa “¿Quién se le mide?” (descrito en el Recuadro 2).
- *Fomentar la compra pública orientada a la modernización del sistema público de salud, incorporando equipos modernos y nuevas tecnologías, y en particular incorporando TICs para desarrollar nuevas plataformas de tele-asistencia.*⁷⁸ Esto podría impulsar la innovación al tiempo que contribuiría a la mejora de calidad de vida de la población. Como ya se ha

⁷⁷ Para más información véase: <http://programa.gobiernoonlinea.gov.co/>

⁷⁸ En este sentido se recomienda consultar los resultados del proyecto europeo ICT for Health, disponibles en: <http://www.ictforhealth.net/>

comentado antes, este campo representa también una excelente oportunidad para ligar mejor la agenda de innovación de Medellín con las necesidades del resto de la región de Antioquia, así como para buscar oportunidades de colaboración con otras regiones del país.

- *Estudiar la posibilidad de crear nuevos incentivos tributarios para empresas que compren productos innovadores, bienes de equipo, o servicios tecnológicos.* Durante los últimos años se han introducido en Colombia algunos incentivos tributarios que contribuyen a fomentar la demanda privada de productos innovadores, como por ejemplo la exención de IVA y aranceles de importación para la compra de ordenadores y tabletas vigente desde 2011 en el marco del “Plan Vive Digital”. Existe también una exención de IVA en la importación de equipos y elementos que se destinen a proyectos de Ciencia, Tecnología e Innovación, lo cual favorece la demanda de productos importados destinados a mejorar la productividad de las empresas nacionales. Sería recomendable realizar una evaluación del impacto de estos incentivos y, a partir de ahí, plantear posibles reformas y estudiar el potencial de extender estos incentivos a otro tipo de productos.

REFERENCIAS

- Arocena, R., Sutz, J. (2010). "Weak knowledge demand in the South: learning divides and innovation policies". *Science and Public Policy* 37, pp. 571-582.
- Comisión Europea (2007). *Guide on dealing with innovative solutions in public procurement - 10 elements of good practice*. Commission Staff Working Document SEC (2007) 280, Brussels.
- Edler, J. (2013). *Review of policy measures to stimulate private demand for innovation. Concepts and effects*. Compendium of Evidence on the Effectiveness of Innovation Policy Intervention, Manchester Institute of Innovation Research
- Edquist, C., Hommen, L. (1999). "Systems of innovation: theory and policy for the demand side". *Technology in Society* 21, pp. 63-79.
- Georghiou, L., Edler, J., Uyarra, E., Yeow, J. (2013). "Policy instruments for public procurement of innovation: Choice, design and assessment". *Technological Forecasting & Social Change* (forthcoming), <http://dx.doi.org/10.1016/j.techfore.2013.09.018>
- Hendricks, L. (2000). "Equipment investment and growth in developing countries". *Journal of Development Economics* 61, pp. 335-364.
- Kattel, R., Lember, V. (2010). "Public procurement as an industrial policy tool: an option for developing countries?". *Journal of Public Procurement* 10 (3), pp. 368-404
- Kiggundu, R. (2006). "Technological change in Uganda's fishery exports", en: Chandra, V. (Ed.), *Technology, adaptation, and exports: how some developing countries got it right*. Washington D.C.: World Bank, Chapter 10, pp. 301-334.
- Lember, V., Kalvet, T., Kattel, R., Penna, C., Suurna, M. (2007). *Public procurement for innovation in Baltic metropolises*. BaltMet Inno Project Final Report, Tallinn University of Technology, Tallinn.
- Lehuedé, H. (2013). "Colombian SOEs: A review against the OECD Guidelines on Corporate Governance of State-owned Enterprises". *OECD Corporate Governance Working Papers*, No. 12.
- Lozano, M. (2013). "Una mirada a la medición de la apropiación social de la ciencia y la tecnología a la luz del programa Ondas", en: OCyT (ed.) *Observando el Sistema Colombiano de Ciencia, Tecnología e Innovación: Sus actores y sus productos*. Capítulo 9, p. 311-343, Observatorio Colombiano de Ciencia y Tecnología, Bogotá.
- Martínez, E.E., Ramírez, J.M. (2006). "La corrupción en la contratación estatal colombiana: una aproximación desde el neoinstitucionalismo". *Reflexión Política* 8(15), pp. 148-162
- OECD (2011). *Demand side innovation policy: theory and practice in OECD Countries*. OCDE, Paris.
- OECD (2012). "Stimulating demand for innovation", en *OECD Science, Technology and Industry Outlook 2012*. OECD, Paris.
- OECD (2013). *Colombia: Implementing Good Governance*, OECD Public Governance Reviews. OECD, Paris.

- OCDE (2014). *Estudios de la OCDE de las políticas de innovación: Colombia. Evaluación general y recomendaciones*. OCDE, París.
- Reyes, E. (2014). “La Alianza del Pacífico elimina los aranceles para el 92% de los productos”. *El País*, 11 de febrero de 2014.
- Transparencia Internacional (2013). *Barómetro global de la corrupción 2013. Informe de Colombia*. Corporación Transparencia por Colombia.
- Trionfetti, F. (2000). “Discriminatory public procurement and international trade”. *The World Economy* 23 (1), pp. 57-76.
- Uyerra, E. (2010). “Opportunities for innovation through local government procurement”. Report No. PLG/51, NESTA, London.

ESTRATEGIAS DE ATRACCIÓN DE INVERSIONES INTENSIVAS EN CTI

Largamente conocidos son los casos de economías emergentes que, en etapas tempranas de sus procesos de transformación económica, han desplegado estrategias activas de atracción de la inversión extranjera directa. Así, países como Irlanda, Singapur y Costa Rica, son citados con frecuencia como casos de implementación exitosa de políticas de atracción de empresas internacionales de alta tecnología (Agosin y Price, 2009).

Inspirados por ejemplos de países como los anteriormente mencionados, y ante la creciente internacionalización de la inversión extranjera intensiva en conocimiento, tecnología e I+D⁷⁹ (Guimón, 2008), un creciente número de naciones y regiones en Europa, Asia y América Latina, han identificado en la atracción de empresas globales de alta tecnología, laboratorios y entidades de I+D de prestigio global, una vía para fortalecer sus sistemas locales de innovación y, al mismo tiempo, para dinamizar sus propias economías locales. Tales objetivos se pretenden lograr particularmente a través del efecto catalizador que la localización de estas empresas supone en términos de empleo altamente calificado, oportunidades para el desarrollo de proveedores locales en eslabones sofisticados de sus cadenas de valor, y demanda de capacidades locales en CTI.

Asimismo, tal como se reconoce en el reciente informe “*Ranking de Ciudades Latinoamericanas para la Atracción de Inversiones*” (Universidad del Rosario, 2013)⁸⁰, la literatura especializada en competitividad y localización de inversiones evidencia en años recientes una focalización progresiva en la unidad geográfica de análisis. Desde una perspectiva centrada en países (Porter, 1992) hacia la visión actual que, sin abandonar la perspectiva comparativa entre países y regiones, privilegia crecientemente el análisis diferenciado de áreas metropolitanas, tal como lo demuestran los casos de ciudades como Bangalore, Shanghái, Kuala Lumpur, y a nivel latinoamericano Sao Paulo, Montevideo o Santiago de Chile, que hoy en día son reconocidos destinos de inversiones intensivas en CTI, por parte de empresas de alcance global.

Medellín ha alcanzado avances notables en esta materia, consolidando en los últimos diez años una base de capacidades relacionadas con el desarrollo de su sistema local de innovación, entre las que cabe destacar las siguientes: amplia presencia de universidades, grupos de I+D reconocidos, formación de recursos humanos calificados, y base empresarial local; las cuales la posicionan ventajosamente en el contexto nacional y latinoamericano como potencial localización de inversiones intensivas en CTI, tanto empresariales como institucionales (Escobar-Arango, 2013).

Si bien las estrategias de atracción de inversiones intensivas en CTI responden a diseños y modelos de gestión diferenciados para cada país, región o ciudad, es posible identificar algunas componentes que, en mayor o menor medida, están presentes en la mayoría de las experiencias a las cuales se les reconoce algún grado de éxito. Ellas son: (i) promoción y posicionamiento

⁷⁹ En adelante se denominará “inversión intensiva en CTI” o bien “inversión en alta tecnología”.

⁸⁰ En el referido informe se presentan los resultados para las 48 ciudades más importantes de América Latina sobre su evaluación relativa de atributos y desempeño, en materia de atracción de inversiones, a nivel nacional e internacional, durante el año 2012, así como sus expectativas de expansión para 2013. Este ranking fue encabezado por Santiago de Chile y Sao Paulo, Brasil obteniendo Medellín la posición No. 13. Cabe destacar que un año antes, en la evaluación correspondiente a 2012, Medellín había ocupado la posición No. 25. Ello la sitúa como la ciudad con un mayor avance relativo entre 2012 y 2013 de toda la Región.

internacional; (ii) mejoramiento de factores críticos locales que inciden en los procesos de toma de decisiones de inversionistas; (iii) atención y acompañamiento a inversionistas; y (iv) política de incentivos para la concreción y retención de inversiones en alta tecnología. En el caso de estrategias circunscritas a ciudades, cada uno de estos componentes plantea una combinación de políticas de alcance nacional con un conjunto de medidas locales específicas, por lo general a cargo de las alcaldías, ayuntamientos, y agencias locales de promoción de inversiones e internacionalización. Por consiguiente, también en este ámbito resultan esenciales los esfuerzos para mejorar la gobernanza multinivel como clave para el desarrollo del sistema local de innovación.

En el caso específico de Medellín, es posible identificar planes, acciones institucionales e incentivos específicos, en cada uno de los cuatro ámbitos señalados, tal como aparece resumido en la **Tabla 1**.

Tabla 1. Elementos relevantes de la estrategia de Medellín para la atracción de inversiones en CTI.

Ámbitos estratégicos para atracción de inversiones en CTI	Planes, incentivos y acciones destacadas
Promoción y posicionamiento internacional de la ciudad.	<ul style="list-style-type: none"> • Construcción de reputación de ciudad innovadora, mediante la divulgación del “relato” de la ciudad en foros internacionales, conferencias, seminarios, misiones institucionales y comerciales. Reconocimiento internacional como referente en materia de innovación social. • Obtención de premios y reconocimientos internacionales. • Vinculación por medio de contratación de asesorías de alcance estratégico, a centros de reconocido prestigio internacional (Technopolis-UK, 2 Think Now-Australia, MIT y la propia OCDE), para entregar evaluaciones y metodologías que respalden el posicionamiento de Medellín como ciudad de referencia latinoamericana en CTI. • Difusión de éxitos tempranos, con las inversiones en centros de I+D de Kimberly Clark, Holcim, HP Labs, junto a otras 14 empresas extranjeras medianas en el Distrito <i>Medellinnovation</i>⁸¹, con el fin de invitar a nuevas empresas internacionales a considerar a Medellín dentro de sus alternativas de localización de capacidades y plataformas intensivas en CTI. • Soporte de instituciones público-privadas como Pro-Antoquia, y agenda INNSPIRA con siete programas de promoción nacional e internacional

⁸¹ Se trata, además de HP Labs, de 5 empresas de origen estadounidense, cuatro españolas, dos argentinas, una suiza, una chilena y una brasileña, la mayoría del sector TIC, un laboratorio de I+D, una en el área salud y una en servicios, instaladas en el Distrito en diciembre de 2013 (información proporcionada por ACI).

	<p>de Medellín en CTI.</p> <ul style="list-style-type: none"> • Rol promotor de la Agencia de Cooperación e Inversión de Medellín y el área Metropolitana (ACI)
<p>Mejoramiento local de factores críticos para favorecer decisiones de localización y atraer inversiones intensivas en CTI.</p>	<ul style="list-style-type: none"> • Fortalecimiento del sistema local de innovación: creación y empoderamiento de Ruta N; preparación del Plan de CTI 2011-2021 para la ciudad. • Estrategia de desarrollo urbano liderada por la Alcaldía de Medellín, orientada a mejorar condiciones de seguridad ciudadana, movilidad, calidad de vida y tasa de conectividad digital, entre otros aspectos. • Fomento del bilingüismo: reforzamiento de la enseñanza del inglés en todos los ciclos de la educación. • Apoyo a generación de spin-off basados en CTI desde grupos de I+D en universidades o como emprendimientos locales, que puedan ser “acelerados” mediante la búsqueda de alianzas con <i>global players</i>. • Impulso a una mayor conectividad con regiones globales, presente en las agendas de cooperación internacional de Ruta N y ACI. • Promoción de cultura pro-innovación y emprendimiento, establecida como línea de trabajo priorizada por Ruta N.
<p>Atención y acompañamiento a inversionistas y tomadores de decisiones.</p>	<ul style="list-style-type: none"> • Rol de Ruta N como entidad “facilitadora” desde la alcaldía de la ciudad, ante entidades o empresas con interés por invertir en la ciudad. • Rol de Tecnova como conector entre eslabones en la cadena de valor de CTI. • Diálogo permanente con empresas multilatinas de origen local, orientado a retener y reforzar presencia en la ciudad y generar sinergias a partir de sus propias estrategias de internacionalización.
<p>Incentivos específicos para favorecer la localización de inversiones intensivas en CTI.</p>	<ul style="list-style-type: none"> • Apoyo a la conformación de una oferta local de capital de riesgo. • Beneficios tributarios para empresas del cluster TIC, nuevas o existentes, que se localicen en la zona del distrito “Medellinnovation”. • Proyecto de distrito de innovación “Medellinnovation”, en el norte de la ciudad, con actores “ancla” (Ruta N, Universidad de Antioquia y barrios de Sevilla, Jesús Nazareno y El Chagualo). Proyecto para la localización de empresas de alta tecnología, en el cual, hasta diciembre de 2013 se han instalado 15 empresas extranjeras y una nacional, con más de 700

	empleos directos y proyección de llegar a 1400 para el año 2015 (ACI, 2014).
--	--

Fuente: Elaboración propia sobre la base de antecedentes provistos por Ruta N (2013), Ratti et al. (2012), y ACI (2011).

Como se señala en la Tabla 1, una de las iniciativas más singulares y de mayor relevancia de la ciudad de Medellín es la del distrito *Medellinnovation*. Se trata de un proyecto de largo aliento, que busca intervenir y revitalizar un territorio urbano de manera integral en torno a una vocación de producción de conocimiento e innovación.

A nivel de la Alcaldía de Medellín, el principal beneficio tributario asociado a la localización de empresas de base tecnológica y alto perfil innovador en el distrito tecnológico *Medellinnovation* consiste en una exención del pago del impuesto predial a la industria y comercio, que puede alcanzar hasta el 75% a partir de la generación del primer ingreso proveniente de la actividad calificada como innovadora (y por ello sujeta a exención), ello por un periodo de 10 años sin exceder el término de vigencia del acuerdo, independientemente de si se trate de empresas nacionales o internacionales. Si la empresa pertenece al clúster de TIC de la ciudad, la exención referida puede alcanzar hasta un 100%. A aquellas empresas que, con posterioridad al reconocimiento del beneficio, contraten de manera indefinida al menos a dos profesionales con postgrado (magister o doctorado) se les concederá un 5% adicional de exención sobre sus ingresos.⁸²

El Distrito *Medellinnovation* hace parte de la estrategia que se planteó la ciudad para hacer de Medellín la capital de la innovación de América Latina en el año 2021. Es un proyecto de transformación urbana y económica que busca convertir el norte de la ciudad en un nuevo clúster innovador que concentre emprendedores, compañías e instituciones insertas en la economía del conocimiento, y que participen en proyectos convergentes de alto valor agregado. Puede afirmarse que la fase de materialización de este proyecto es aún temprana, constituyendo sus primeros hitos el edificio de Ruta N y HP Labs.

Como apuesta de transformación urbana, el proyecto forma parte de los instrumentos de planificación a largo plazo de la ciudad. Además, como proyecto de transformación económica, está alineado con las políticas y las estrategias de la ciudad sobre competitividad y desarrollo económico. Los objetivos del proyecto son:

- i. Apoyar la expansión de la investigación existente, las instituciones educativas y culturales para anclar el ecosistema creativo, y proporcionar formación para una fuerza de trabajo futura, especialmente en las áreas de salud, bienestar, bio-tecnología y tecnologías verdes.
- ii. Atraer empresas existentes de Medellín y empresas globales, con el fin de localizar sus actividades de investigación y desarrollo de sedes regionales en el Distrito para construir y compartir los beneficios de la estrategia local de Clústeres.
- iii. Crear nuevos emprendimientos enfocados particularmente en la aplicación de la tecnología digital a la innovación de productos y servicios que puedan satisfacer las necesidades de mercados potenciales en las economías emergentes.
- iv. Contextualizar lo anterior dentro de un entorno altamente habitable y digitalizado, que incluya oportunidades para el comercio, la vivienda, el aprendizaje y el trabajo, accesible a todos los segmentos de la sociedad.

⁸² El conjunto de beneficios tributarios aplicables al Distrito de CTI Medellín fueron aprobados en virtud del Artículo 64 del Acuerdo de Concejo del Municipio de Medellín (2012).

El proyecto, además, cuenta con una estrategia de distrito, la cual se configura a partir de cuatro componentes y siete principios para su activación. Ambos elementos constituyen una propuesta integral y sistémica de abordaje de futuro hacia la conformación e implementación del proyecto Distrito Medellinnovation. Los componentes de la estrategia son: económico y de negocios; urbano; de movilidad; y digital. Los principios, por otra parte, son: localización; compromiso digital; inclusividad; convergencia; conectividad; diversidad; y visión global.⁸³

Ruta N, desde sus inicios, ha incorporado como eje estratégico de acción la atracción de empresas innovadoras y de base tecnológica a Medellín. A través de su estrategia de *Landing*, durante 2012 se establecieron en la ciudad siete empresas internacionales intensivas en conocimiento y servicios. Cinco de ellas se orientan hacia áreas de producción/integración de software especializado: *Lex Paradigm*, *Sproudloud*, *Tairo*, *Staunch Robots*, *Velocity Partners*; una hacia la gestión de innovación para asuntos corporativos: *Instiglio*; y una hacia la gestión de talento y recursos humanos: *MSH*. Seis de estas empresas tienen su origen en Estados Unidos y la séptima en España. Es interesante destacar que las actividades en Medellín de la empresa *Instiglio* se han orientado progresivamente hacia la puesta en marcha de proyectos de innovación social en diversos países como India, Chile, México o Brasil. Este ejemplo sugiere que la innovación social – uno de los ejes transversales que se ha desarrollado a lo largo de este informe – también puede ser un factor relevante para la atracción de inversión extranjera directa.

La mayor parte de estas empresas son de tamaño medio y han sido creadas recientemente en sus países de origen. Esto ilustra la importancia de integrar en la estrategia de atracción de inversiones no solo a grandes multinacionales consolidadas en sus respectivos sectores sino también a pequeñas empresas y start-ups extranjeras intensivas en CTI. Estas empresas tienen un alto pronóstico de comportarse como empresas altamente dinámicas, conocidas como empresas “gacela” por su capacidad para alcanzar altas tasas de crecimiento y generación de empleos productivos en períodos breves.

Indudablemente, los dos mayores éxitos alcanzados por Medellín en su estrategia de atracción de empresas globales de alta tecnología han sido, en primer lugar, el establecimiento de la División de Laboratorios de Hewlett Packard en 2008 (existen siete en todo el mundo), logrando imponerse por sobre otras opciones de localización como Bogotá, Panamá y Santiago de Chile. Actualmente su staff en Medellín es de casi 200 personas, en su mayoría posiciones altamente calificadas. El 90% corresponde a recurso humano local, y esperan alcanzar los 1000 empleos en el curso de los próximos cinco años. HP Labs hace funciones de investigación y co-desarrollo con la industria. Aplicaciones para energía, logística, city management, tales como sistemas de reposición de cables y postes de alumbrado público, entre otras. HP co-desarrolla, lo cual implica gestionar y acordar esfuerzos de desarrollo y términos de co-propiedad intelectual.

En segundo lugar, debe mencionarse la inversión desarrollada por Kimberly Clark para la instalación de un Centro de Innovación Global. La inversión alcanza los USD 20 millones y la construcción de su sede comprende un área de 10.800 m² en el Parque Tecnológico Manantiales. La multinacional solo había construido centros similares en otros dos países previamente: Estados Unidos y Corea. Se destaca la labor de instituciones como ProExport y la Agencia de Cooperación e Inversión de Medellín (ACI) en la decisión de localización adoptada. Además de condiciones de logística y acceso a recursos críticos, hubo un factor que en definitiva inclinó la balanza: la apuesta tecnológica realizada por la ciudad y la región. *“Hicimos para Kimberly un ejercicio en el cual levantamos todo el Sistema Regional de Innovación, el cual contiene las universidades, los graduados, grupos de excelencia, las distintas competencias, los laboratorios, las distintas facilidades, qué universidades tienen hospitales, cuáles son las especialidades, etc.”. Al parecer, lo que vieron los convenció.*

⁸³ Para mayor detalle descriptivo véase Ratti et al. (2012)

Naturalmente, concurrieron otros factores, como el tema de la calidad de vida en la ciudad, medios de transporte, etc., pero el gran diferenciador fue la apuesta ordenada desde lo institucional por la innovación”, se señala desde la ACI.⁸⁴

Otros casos destacados de inversiones menos intensivas en CTI concretadas por parte de empresas externas en Medellín son los de *Algar Tech* (Brasil) orientada a proveer soluciones TIC a procesos de negocios y gestión de clientes, establecida en Medellín en 2013; *Emergia* (España) orientada a la tercerización de procesos de negocio, cuyo contact center se estableció en 2011 en la ciudad; y *Holcim* (Suiza) empresa multinacional líder en la producción de cemento y derivados, que en 2012 estableció en Medellín su plataforma BPO⁸⁵ de apoyo a las transacciones de la multinacional en América Latina.

Análisis DAFO

Tal como ha sido destacado en capítulos previos, el hecho de que empresas multinacionales como HP o Kimberly Clark hayan incluido a Medellín dentro de sus opciones de localización de plataformas de I+D –y luego la hayan seleccionado–, evidencia que ya la ciudad es reconocida por atributos relevantes para este tipo de decisiones por parte de empresas de escala global. La ciudad ha dejado atrás el estigma de la criminalidad y el narcotráfico, para dar lugar a la reputación de capital colombiana de la innovación y el emprendimiento dinámico.

Medellín ofrece una base empresarial local consolidada, una mirada estratégica de desarrollo productivo consensuada entre las entidades líderes del sector público y privado de la ciudad alrededor de una estrategia de selectividad estratégica en torno a sectores promisorios intensivos en CTI, una base de universidades y centros de I+D con plataformas de vinculación tecnológica como Tecnova, y una oferta de servicios financieros y no financieros a las empresas. Toda empresa que desee localizar capacidades de CTI encontrará en Medellín un ambiente local vigoroso, muy por encima de la media de ciudades latinoamericanas de tamaño intermedio.

Sin embargo, las empresas con capacidad innovadora tanto locales como externas establecidas en Medellín reconocen que la disponibilidad de capital humano avanzado, especialidades tecnológicas de nivel sofisticado y bilingüismo, es acotada; ello plantea el requerimiento de fortalecer la estrategia local de atracción y retención del talento, así como de formación técnica y profesional acorde con las competencias requeridas por este segmento de empresas inversionistas.

Otro aspecto que puede llegar a afectar el impacto de las iniciativas consideradas en la agenda pro-innovación y que en cierta medida erosiona el ambiente de negocios local es la excesiva tramitología, junto con otros aspectos regulatorios que dificultan establecer y desarrollar negocios. Si bien parte de estas restricciones responden a un marco regulatorio nacional, existe espacio para desarrollar iniciativas a nivel local que permitan agilizar trámites y aliviar carga burocrática a emprendedores e inversionistas intensivos en CTI, tales como sistemas de ventanilla única y plataformas de trámites en línea. De acuerdo a los resultados del reporte “*Doing Business 2014*”, Medellín se ubica en la posición 11 entre 23 ciudades colombianas en términos de facilidad para hacer negocios, por detrás de ciudades como Manizales, Ibagué y Pereira. Esto refleja que existe un espacio relevante de mejora en este ámbito.⁸⁶

⁸⁴ Nota de prensa en Revista Summa, edición del 10 de agosto de 2012.

⁸⁵ BPO: Business Process Outsourcing

⁸⁶ Informe “*Doing Business 2014*” (IFC, Banco Mundial).

Relacionado con el punto anterior, otro aspecto que es necesario examinar es el actual nivel de integración y coordinación entre las funciones y agendas de Ruta N y ACI, especialmente en lo referido a su proyección y canales de colaboración internacional en materia de atracción de inversiones intensivas en CTI, a fin de maximizar sinergias, y evitar duplicidad de tareas y canales de relación con un mismo interlocutor externo.

Medellín no presenta ventajas relativas superlativas de localización ni conectividad física, en términos de cercanía y accesibilidad a puertos y aeropuertos, en comparación con otras ciudades como San José o Ciudad de Panamá, y a nivel nacional con la capital Bogotá o Barranquilla. Esta condición necesariamente obliga a desarrollar otros atributos en términos de sistema local de innovación, ambiente de negocios, conectividad digital de clase mundial y calidad de vida, a fin de atraer talento e inversiones intensivas en capital humano avanzado. Asimismo, es primordial considerar la reputación internacional alcanzada como referente en ecosistema innovador y hábitat de calidad como un activo territorial que debe sostenerse y alimentarse mediante una activa estrategia de conexión y colaboración internacional, en la cual ambas agencias, Ruta N y ACI juegan papeles relevantes, que necesariamente deben guardar estrecha coordinación entre sí.

Tabla 2. Análisis DAFO

<p>Fortalezas</p> <ul style="list-style-type: none"> - Proyecto insignia distrital “Medellinnovation”. - Existencia de una oferta de incentivos diferenciada (programa Landing, beneficios tributarios) para la localización de empresas dinámicas e intensivas en CTI. - Cartera relevante de casos de éxito en materia de localización de empresas multinacionales en la ciudad. - Existencia de un ecosistema local de CTI, percibida como fortaleza relativa debido a la existencia de capacidades locales de oferta de CTI, demanda sofisticada por CTI del segmento de empresas multilatinas, y entidades conectoras competentes como Tecnova. - Rol promotor y de servicios al inversionista, a cargo de ACI. 	<p>Oportunidades</p> <ul style="list-style-type: none"> - Progresos y reconocimiento alcanzado por Medellín en su posicionamiento internacional, frente a decisiones de localización de empresas globales. - Consolidación reciente de una oferta local de capital inteligente para el financiamiento de empresas jóvenes, el cual refuerza la posibilidad de que start-ups externas intensivas en CTI busquen establecerse en Medellín. - Reputación creciente de Medellín como ciudad líder regional en materias de innovación social y desarrollo urbano contribuye a la capacidad de atracción de talento e inversión en CTI. - Proceso de incorporación de Colombia a OCDE abre nuevos canales de cooperación y colaboración internacional, los cuales bien aprovechados entregan mayor visibilidad y potencial de conectividad internacional a la ciudad.
<p>Debilidades</p> <ul style="list-style-type: none"> - Desempeño de la ciudad en términos de facilidad para hacer negocios (DB Report Colombia 2014: lugar 11 entre 23 ciudades del país). - Limitantes y desajustes en la oferta local de capital humano avanzado y fuerza de 	<p>Amenazas</p> <ul style="list-style-type: none"> - Irrupción de ciudades competidoras en Colombia y países vecinos como destinos preferentes en I+D, a partir de ventajas logísticas y fortalecimiento de otros atributos (Panamá, San José, Barranquilla, Bogotá, entre otra). - Crecimiento urbano a futuro como fuente

trabajo competente. - Bajo perfilamiento internacional de ACI (en contraste con Ruta N) en materia de atracción de inversión externa intensiva en CTI.	de deseconomías de escala y pérdida de calidad de vida.
---	---

Fuente: Elaboración propia.

Recomendaciones

Los notables progresos de Medellín en años recientes, en términos de visibilidad y reputación internacional, como un destino aventajado para inversiones y emprendimientos intensivos en CTI, deben sostenerse y sofisticarse en el futuro, mediante una estrategia focalizada cuyo objetivo principal debe ser incrementar el flujo de negocios innovadores que deciden establecer bases en la ciudad. Las siguientes recomendaciones, en consecuencia, corresponden a componentes que se propone incluir en la referida estrategia:

- Fortalecer y brindar asesoría internacional al Proyecto de Distrito de Innovación “Medellinnovation”;
- Profundizar la estrategia de marketing y posicionamiento internacional de Medellín como destino de inversión intensiva en CTI;
- Fortalecer el perfilamiento internacional de ACI, favoreciendo una mayor vinculación con Ruta N para la atracción de inversiones intensivas en CTI;
- Desplegar un plan para atraer, gestionar y retener talento empresarial y emprendedor;
- Atracción de capacidades internacionales de excelencia en CTI de naturaleza corporativa; y
- Reforzar posición de liderazgo a nivel de ciudades latinoamericanas en desarrollo urbano y calidad de vida.

i. Fortalecer y brindar asesoría internacional al Proyecto de Distrito de Innovación “Medellinnovation”.

“Medellinnovation” se proyecta como un distrito de CTI localizado en el norte de la ciudad, con el fin de promover la innovación y el conocimiento como fuentes del desarrollo local. De acuerdo con la planeación del proyecto, este distrito “*proporcionará un espacio en el tradicional tejido metropolitano en donde nuevas industrias pueden converger en un grupo creativo orientado a nuevos productos, formas de hacer negocios, y estilos de vida*” (Vargas et al., 2013, pág. 34). El proyecto se sitúa en la vanguardia de intervenciones urbanas en América Latina, al conjugar objetivos de rehabilitación urbana con revitalización económica, mediante una apuesta por la innovación, el emprendimiento dinámico y la economía del conocimiento.

Por lo anterior, se recomienda considerar en su gestión y promoción la experiencia de regiones europeas que han implementado exitosamente proyectos de parques o distritos tecnológicos e innovadores. Una recomendación concreta en esta línea es establecer un Consejo Asesor con aquellos gestores que han tenido directa responsabilidad en la concreción de iniciativas como el Distrito 22@ en Barcelona o el Parque Tecnológico Zamudio en Bilbao. En la región, un referente relevante es el complejo Zonamérica en Montevideo. Estas iniciativas aparecen resumidas en el Recuadro 1.

Recuadro 1. Experiencias destacadas de desarrollo de distritos urbanos de innovación

Barcelona (Cataluña, España): El distrito 22@Barcelona se conforma como proyecto a partir de 1998, con la apertura de la Av. Diagonal en el antiguo distrito de Poble Nou, sobre una superficie de 200 hectáreas. La visión de regeneración del sector decadente producto de la obsolescencia del tejido urbano industrial conformado durante la segunda mitad del siglo 19 y primera del siglo 20, se basó en la gestión simultánea de cuatro vectores de transformación: talento, empresas, innovación y urbanismo. Así 22@ Barcelona integra los diferentes agentes que constituyen el sistema de innovación -empresas tecnológicamente avanzadas, universidades y centros de formación continua, y centros de investigación y de transferencia de tecnología- con diversos agentes de promoción que facilitan la interacción y comunicación entre los mismos. La convivencia de estas empresas innovadoras y dinámicas con las actividades de proximidad del barrio -comercio, pequeños talleres, servicios- configuran un rico tejido productivo. Este entorno favorece las sinergias de conocimiento y los procesos de innovación. (<http://www.22barcelona.com/>)

Bilbao (País Vasco, España): El Parque Tecnológico Zamudio, establecido en la segunda mitad de la década de los ochenta como proyecto emblemático de la estrategia de reconversión productiva del país vasco, es locación en la actualidad de aproximadamente 220 empresas, que facturan en conjunto 2.500 millones de Euros/año, y sostienen 7.500 empleos altamente calificados. En promedio, las empresas localizadas en el PT Zamudio destinan un 10% de su facturación a I+D. La oferta de valor de este proyecto inmobiliario y de re-dinamización urbana puede sintetizarse en que las empresas que se establecen pagan por el “hardware” (infraestructura), y acceden a un “software” de servicios empresariales y de efectos de aglomeración con empresas tractoras y centros de I+D. Si bien desde sus inicios la orientación ha sido multisectorial, se aprecia una creciente tendencia hacia la convergencia de nuevas tecnologías. (<http://www.parque-tecnologico.es/>)

Montevideo (Uruguay): La zona franca Zonamérica alberga en la actualidad a más de veinte empresas internacionales de alta tecnología y servicios avanzados, generando 9.500 puestos de trabajo directo, en su mayoría de media y alta calificación. En más de 90 hectáreas de oficinas y depósitos, Zonamérica desarrolla servicios de real estate, soporte en RRHH, infraestructura y servicios de IT, flexibilidad y escalabilidad en un entorno de campus, potenciando el crecimiento y promoviendo sinergias entre las diferentes plataformas de negocios. (<http://web.zonamerica.com/>)

Fuente: Elaboración propia con base en visitas e información secundaria, de los respectivos sitios web.

ii. Profundizar la estrategia de marketing y posicionamiento internacional de Medellín como destino de inversión intensiva en CTI

La carrera internacional por atraer inversiones de alta tecnología es muy competitiva. En el concierto latinoamericano al menos 15 urbes pueden rivalizar con Medellín a la hora de atraer nuevas inversiones basadas en CTI (Universidad del Rosario, 2013).

Medellín ya cuenta con atributos y una visión compartida entre actores relevantes sobre su vocación como polo de emprendimiento e inversiones basadas en CTI. Así también, los esfuerzos de promoción internacional de la ciudad pueden basarse en atributos “reales” fundamentados en testimonios de actores que ya han optado por establecer negocios basados en CTI en la ciudad. En otras palabras, las futuras estrategias de marketing de la ciudad se basan no sólo en visiones de futuro sino en éxitos y avances ya alcanzados en el presente.

Los actores públicos e institucionales (Cámara de Comercio, ProAntioquia, Ruta N, entre otros) que lideran esfuerzos en materia de promoción e internacionalización de la ciudad, deben considerar la necesidad de abordar una nueva fase que reconozca y difunda muy activamente los avances y éxitos alcanzados, con definición de mercados clave (por ejemplo, las Costas Oeste y

Este de Estados Unidos, Asia Pacífico, España, Brasil y Cono Sur, entre otros posibles) en función de su potencialidad para explorar alianzas comerciales, partenariados y posibles oportunidades de inversión directa. De esta manera se podrán establecer capacidades de antena para la detección de potenciales oportunidades de inversión intensiva en CTI, con metas de desempeño más ambiciosas, y establecimientos exitosos de empresas e instituciones de alta tecnología y/o intensivas en conocimiento. Dentro de este punto, cabe incluir la búsqueda activa de empresas con valor de “ancla” para su instalación temprana en el distrito *Medellinnovation*.

En estos casos, es importante contar con capacidades de negociación altamente especializadas en cada mercado objetivo, las cuales pueden colaborar con las referidas antenas, bajo esquemas combinados de base fija de pagos más bonos por casos exitosos (*success fee*) en función de la naturaleza y envergadura de los negocios e inversiones efectivamente creados.

Un buen ejemplo de promoción internacional de una región subnacional, con apoyo de una red de entidades socias en los principales mercados objetivo es el del Estado alemán de North Rhine-Westphalia (NRW), que a través de una agencia a nivel estadual especializada, llamada *NRW – Invest*, opera en base a una red de alianzas en EE. UU., Japón, Rusia, China, India y Turquía, entre otros países, a fin de promover las ventajas de invertir en NRW y prestar servicios de apoyo y orientación estratégica a agentes inversionistas (<http://www.nrwinvest.com/>).

Para avanzar en este ámbito resulta fundamental el rol de ACI, su perfilamiento internacional y estrecha articulación con Ruta N. Esta consideración da origen a la siguiente recomendación.

iii. Fortalecer el perfilamiento internacional de ACI, favoreciendo una mayor vinculación con Ruta N para la atracción de inversiones intensivas en CTI

La Agencia de Cooperación e Inversión de Medellín y el Área Metropolitana (ACI), fue creada en 2002 como Agencia de Cooperación Internacional de Medellín en virtud de un acuerdo del Concejo Municipal de la ciudad. A partir del año 2007 adoptó su actual denominación, incorporando en su misión y funciones, la atracción de inversión extranjera a la ciudad.

La ACI cumple un rol clave en la estrategia de internacionalización de la economía local. En el ámbito específico de la conectividad con regiones innovadoras de alcance global Medellín posee todas las características y atributos para desempeñarse como una región “bisagra” de nivel nacional y latinoamericano⁸⁷, y de esta forma posicionarse como un polo de atracción de inversiones intensivas en CTI. Una estrategia en este sentido requiere una estrecha colaboración entre Ruta N y ACI, cuyas capacidades y funciones son perfectamente complementarias, a los efectos de, en primer lugar, coordinar sus respectivas agendas de trabajo y cooperación internacional, en segundo lugar vincular más claramente sus respectivos sitios web (especialmente en su versión en idioma inglés); y en tercer lugar, co-diseñar una estrategia de promoción y atracción de inversiones intensivas en CTI, con foco en otras regiones innovadoras.

Un ejemplo interesante de posicionamiento internacional con otras regiones innovadoras lo provee la región de Navarra, en España.

⁸⁷ El término “región bisagra” se refiere en Benneworth y Dassen (2011)

Recuadro 2. El caso de Navarra y la construcción acelerada de redes internacionales con regiones innovadoras

La Región de Navarra en España presenta un nivel de desarrollo económico medio-alto en el contexto europeo, con un ingreso per cápita similar al de Emilia Romagna en Italia. Asimismo, su desempeño general en CTI es favorable con un gasto en I+D equivalente al 1,9% del producto regional bruto, significativamente superior al promedio español. Sin embargo, la relativamente pobre conectividad (local, nacional e internacional) de las empresas navarras, constatada en los Planes Tecnológicos Regionales 2002-04 y 2005-07, fue identificada como un factor que erosionaba su desempeño innovador.

Es por ello que la Estrategia Regional de Innovación ha puesto el énfasis en el establecimiento y fortalecimiento de redes habilitantes para la innovación. Se distinguen cuatro tipos de redes: locales; entre empresas y servicios de soporte a la innovación empresarial; con regiones “pares” de todo el mundo; y con redes globales de innovación.

Se trata de una estrategia reciente que sin embargo ya ha mostrado algunos frutos tempranos en términos de la participación activa de las universidades, empresas centros de I+D locales en redes de expertos europeos, plataformas tecnológicas internacionales especializadas, y redes globales de CTI.

El caso de la Región Navarra ilustra el hecho de que las estrategias regionales de CTI deben apuntar a fortalecer el ecosistema local de innovación al mismo tiempo que estimular su conectividad mediante la inserción activa de actores locales en redes con regiones pares en todo el mundo, y redes globales de innovación. Esta proyección hacia una mayor conectividad internacional es condición necesaria para atraer un creciente número de inversiones intensivas en CTI, implicando su exitosa implementación un alto grado de articulación y coordinación de las agencias públicas locales pertinentes en sus labores de promoción y cooperación externa.

iv. Despliegue de un plan para atraer, gestionar y retener talento empresarial y emprendedor.

La conformación de un ecosistema de apoyo al emprendimiento innovador, basado en la promoción de una cultura pro-emprendimiento e innovación, la oferta de mecanismos de apoyo desplegados por parte de entidades públicas como Innpulsa, Ruta N y la propia Alcaldía de Medellín, así como la reciente constitución de fondos de capital de riesgo con base en la ciudad, dirigidos a emprendimientos en etapa temprana, junto a la existencia de plataformas especializadas de apoyo al desarrollo de negocios tecnológicos como Tecnova, posibilitan la generación de un efecto imán para atraer talento emprendedor desde otras regiones de Colombia y países vecinos hacia Medellín.

Es crucial para Medellín atraer durante los próximos años capital humano avanzado, es decir, emprendedores, profesionales y técnicos especializados, con altos niveles de calificación; que puedan ser reclutados por las empresas que invierten en la ciudad, establecer alianzas, o bien vincularse a su cadena de valor como proveedores. Esto plantea la posibilidad de instaurar, por parte de Ruta N en alianza con la ACI, un programa de alcance internacional para la gestión y reclutamiento de recursos humanos, coordinado con las políticas corporativas que en esta materia establezcan las empresas multinacionales y multilaterales ya establecidas en la ciudad.

Tal como se señala en el **Capítulo 2**, resulta fundamental abordar la brecha del limitado bilingüismo con medidas pragmáticas de desarrollo y certificación de competencias laborales en el manejo del idioma inglés en el trabajo, según estándares homologados internacionalmente

(por ejemplo TOEIC o TOEFL). Conjuntamente, es necesario alentar un franco mejoramiento de la enseñanza del inglés en los ciclos básicos y medios de la educación, así como facilitar el desarrollo de colegios con inglés como primer idioma, en particular para los hijos de los profesionales, técnicos y emprendedores inmigrantes.

v. ***Atracción de capacidades internacionales de excelencia en CTI de naturaleza corporativa.***

La creciente presencia en Medellín de una masa crítica de corporaciones multinacionales y multilatinas con capacidades propias y redes relevantes en CTI, abre la posibilidad de incentivar apuestas de mayor envergadura; cofinanciando el establecimiento de capacidades incrementales, así como el desarrollo de planes de I+D a mediano plazo. Éstos deberán orientarse a alimentar temáticas o áreas de negocio promisorias, priorizadas en una agenda de especialización inteligente para la ciudad, referida en los capítulos 1 y 4; tales como desarrollo de software especializado en torno a “smart cities”, eco-eficiencia energética, o e-health.

Un ejemplo de esta iniciativa lo es el Programa de Centros Corporativos de Excelencia Internacional, desarrollado en Chile, con foco en la ciudad capital, Santiago.

Recuadro 3. Programa de Centros Corporativos de Excelencia Internacional, Chile.

El Programa de Atracción de Centros de Excelencia Internacional (CEI), de naturaleza corporativa, ha tenido el propósito de promover y agenciar la instalación en Chile, de organizaciones y empresas con actividad en CTI de clase mundial. El programa fue creado el año 2011 por la Corporación de Fomento, CORFO. La motivación del Programa es incentivar a empresas y holdings internacionales a desarrollar desde Chile negocios corporativos globales de base tecnológica.

El costo total de los CEI Corporativos asciende aproximadamente a USD 77.6 millones, de los cuales CORFO aportaría, en principio, cerca de USD 25.6 millones (33%) y las empresas matrices USD 52 Millones (67%), para un periodo de 4 años. Durante 2013 fueron adjudicados cuatro CEI a empresas y holdings internacionales: GDZ Suez Laborelec, Telefónica, Emerson y Pfizer.

El interés de describir el caso de los CEI corporativos aplicados en Chile es básicamente señalar un modelo efectivo de atracción de inversión internacional en materia de CTI, mediante el cual se promueve y cataliza la instalación de capacidades y recursos extranjeros en el país, con alianzas y proveedores locales, dinamizando los sectores productivos en los cuales se desenvuelve. Para que ello ocurra es crucial que las estrategia y planes operativos de los Centros establezcan compromisos exigibles en materia de co-desarrollo de I+D con empresas, universidades y centros locales, así como la formación y establecimiento de capital humano avanzado. Si esta última condición no se cumple, es cuestionable la entrega de un aporte no reembolsable por parte de una agencia pública local, como es el caso de CORFO en Chile.

La relevancia de este caso para la ciudad de Medellín es su potencial impacto, complementario al conjunto de iniciativas que conforman la actual estrategia de atracción de empresas e instituciones ancla en distritos localizados, en donde convergen un set de incentivos y beneficios, promovidos y ejecutados por Ruta N.

Dado el costo de este Programa, puede ser conveniente plantear su implementación a nivel nacional, y considerar un potencial apalancamiento con recursos del FNCT del sistema de regalías, en la medida que se establezca como condición de elegibilidad que cada proyecto establezca claras alianzas con universidades y/o centros de I+D de la región de Antioquia, y se expliciten los beneficios y externalidades esperadas.

Para más información véase la descripción completa de este programa incluida en el **Anexo 1**.

vi. Liderazgo a nivel de ciudades latinoamericanas en desarrollo urbano y calidad de vida.

Según el reciente informe de ciudades latinoamericanas, Medellín se sitúa como la 13ª ciudad más atractiva para establecer inversiones de un total de 48 metrópolis de América Latina y el Caribe (U. del Rosario e IdN, 2013). Este ranking considera cinco grupos de indicadores: (i) tamaño de mercado y desempeño económico; (ii) poder de compra y confort urbano; (iii) reconocimiento y presencia de jugadores globales; (iv) capacidad de apalancamiento financiero; y (v) calidad de la oferta formativa para la educación superior.

Relacionados con el segundo y quinto grupo de indicadores, respectivamente, las dimensiones de “confort urbano” y de “capital humano” pueden considerarse estrechamente vinculadas al desarrollo urbano y calidad de vida que ofrece la ciudad; sin embargo, en tales dimensiones la evaluación alcanzada por Medellín resulta, en términos relativos, menos aventajada que su evaluación promedio. En términos de capital humano se sitúa en el lugar 15 del ranking; mientras que en confort urbano se ubica en una modesta posición 34 del conjunto de ciudades evaluadas.

Tabla 3. Posición relativa de Medellín según criterios relevantes

Criterio	Evaluación Medellín	Posición relativa	Ciudades mejor evaluadas
Capacidad financiera	Alto	4	Santiago, Sao Paulo, Cd. Panamá
Reputación internacional	51,2	12	Sao Paulo
Capital humano	36,6	15	Sao Paulo, México DF
Confort urbano	66,6	34	San Juan, Montevideo, Santiago

Fuente: U. del Rosario e IdN (2013). *Ranking de ciudades latinoamericanas para la atracción de inversiones. Informe oficial*. Bogotá, Colombia.

El posicionamiento internacional de Medellín requiere una contrapartida en términos de acción local “hacia adentro”, es decir, de mejoramiento y monitoreo permanente de aquellos aspectos del ambiente local para negocios e innovación, en los que -de acuerdo con las entrevistas efectuadas a empresas inversionistas y emprendedores basados en CTI- se detectan las mayores debilidades. Los énfasis de esta acción local tienen que ver con la formación y disponibilidad de recursos humanos calificados y bilingües, extensamente abordada en el **Capítulo 2** de este informe, y con la continuación de las inversiones e innovaciones sociales para favorecer el mejoramiento de la calidad de vida de la ciudad, entre otros aspectos.

El diálogo entre inversionistas y autoridades locales puede hacerse más fluido estableciendo, por parte de ACI y Ruta N, una instancia de encuentro periódica con entidades representativas del sector empresarial y agentes inversionistas, en la cual se diagnostiquen y aborden de manera sistemática las áreas específicas de mejora.

La ciudad se encuentra en plena fase de expansión y ello conlleva el recrudecimiento, a veces intempestivo, de problemas propios de las grandes urbes: congestión, tiempos de desplazamiento, criminalidad, contaminación acústica y ambiental. La infraestructura y oferta de servicios de transporte adquieren un rol crecientemente habilitante para responder a los desafíos propios del estándar de habitabilidad y calidad de vida que la ciudad pretende alcanzar.

Lo anterior supone combinar planes de inversión con sistemas inteligentes de gestión, incluyendo modelos concesionados, de infraestructura y servicios de interés público. Medellín ya ha construido una reputación en el desarrollo de innovaciones en bienes y servicios públicos tales como el transporte urbano de personas, y el mejoramiento del equipamiento cultural y patrimonial de la ciudad.

Elevar los estándares de calidad de vida, que ha sido un atributo altamente valorado por emprendedores e inversionistas en Medellín, será un factor particularmente sensible en el futuro. Las brechas en materia de equidad y acceso a oportunidades entre habitantes de la ciudad según su nivel socioeconómico, y también con la población más pobre del resto de Departamento, plantean una amenaza de sostenibilidad del modelo de desarrollo de la ciudad, en la medida que no se fortalezcan y renueven oportunamente las estrategias de reducción de tales brechas y alivio de la pobreza a largo plazo.

Lo anterior conlleva, sin embargo, la oportunidad de desarrollar iniciativas en el campo de la innovación social. Medellín es reconocida como una ciudad pionera en esta materia, gracias a la visión de sus gobiernos locales, y al compromiso y contribución de Empresas Públicas de Medellín en esta materia. Todo ello permite conformar una estrategia ambiciosa de desarrollo urbano, que ya ha sido reconocida ampliamente durante la realización, en abril de 2014, del VII World Urban Forum en la ciudad, y sobre la cual la ciudad pueda proyectar su liderazgo en esta materia en la región latinoamericana.

REFERENCIAS

- Agencia de Cooperación e Inversión de Medellín y el Área Metropolitana - ACI (2011). Presentación “Medellín: Servicios e Información”.
- Agosín, M. y J.J. Price (2009). “La inversión extranjera. ¿Hacia una política vertical? InvestChile: el programa de atracción de inversiones de alta tecnología”. En CORFO. Desarrollo Productivo en Chile. FLACSO – Catalonia.
- Benneworth, P. y A. Dassen (2011). “Strengthening Global-Local Connectivity in Regional Innovation Strategies. Implications for regional innovation policies”. *OECD Regional Development Working Papers*.
- CORFO, (2014). Sitio Web: <http://www.corfo.cl/programas-y-concursos/programas/atraccion-de-centros-de-excelencia-internacional-en-id>
- Escobar-Arango, D. (2013). “Promoviendo el desarrollo de los Sistemas Regionales de Innovación: el caso de Medellín y Colombia”. *Documento de Trabajo para Ruta N*.
- Guimón, J. (2008). “Government strategies to attract R&D intensive FDI”. *Paper for VII Global Forum on International Investment*, OECD.
- Ratti, C., D. Frenchman et al. (2012). “Transforming Technologies, Markets and the City. Medellinnovation District: Strategic Plan”. *Informe de proyecto de equipo de expertos del MIT para Ruta N*. MIT Massachusetts, USA.
- Subdirección de Transferencia Tecnológica Innova Chile (2013). *Centros de Excelencia Internacional Corporativos*. Santiago, Chile.
- Subsecretaría de Economía, Ministerio de Economía (2009). *Evaluación del Programa Fondo de Financiamiento de Centros de Excelencia en Investigación*. FONDAP. Santiago, Chile.
- U. del Rosario e IdN (2013). *Ranking de ciudades latinoamericanas para la atracción de inversiones. Informe oficial*. Bogotá, Colombia.
- Vargas, M., S. Leyva, A.M. Vera e Y. Arias (2013). *Local Diagnostic Report*. Universidad EAFIT. Medellín, Colombia.

ANEXOS

ANEXO A

Modelo de Aprendizaje 1

Programa de formación profesional dual, Alemania

El sistema dual de educación y formación profesional (EFP) de Alemania se considera un factor importante en el éxito económico y la capacidad creativa de Alemania en los últimos seis decenios. Asimismo el enfoque holístico, su alta calidad y reputación, han hecho que el propio sistema dual alemán fuese un éxito como modelo de exportación para otros contextos.

Varios países de todo el mundo modelan sus sistemas de EFP con base en la experiencia alemana (entre otros: Austria, Bosnia y Herzegovina, Croacia, Serbia, Eslovenia, Macedonia, Montenegro, Suiza, Dinamarca, los Países Bajos Francia, China y otros países en Asia). El sistema dual alemán de sistema de formación profesional tiene una tradición que se remonta al siglo XII. Este enfoque holístico implica tanto la formación en la empresa como la educación en las escuelas profesionales.

Contenido y métodos de entrenamiento están en gran parte determinados conjuntamente por la industria y las universidades de formación para reflejar la práctica profesional actual y asegurar una exitosa mezcla de teoría y práctica. Cada año, alrededor del 60% de los alemanes egresados optan por entrar en el sistema dual, asegurando que en Alemania los jóvenes se integren a la fuerza laboral con un grado de éxito casi sin precedentes en Europa.

Descripción del programa

El sistema dual es el núcleo de la formación profesional en Alemania. Se basa en la Ley de formación profesional de 1969 (modificada en 2005) y sigue siendo la principal vía para la generación joven en el mundo laboral. Todos los jóvenes que han cursado a tiempo completo la educación obligatoria tienen acceso a la formación profesional dual. Una de las características de este plan de formación es la partición en dos espacios de aprendizaje: la empresa y la escuela de formación profesional, a tiempo parcial.

El término "dual" denota de forma complementaria una situación específica constitutiva, donde el gobierno federal es responsable de la formación profesional en las empresas, y los estados federados (Länder) están a cargo de las escuelas de formación profesional.

Las empresas firman contratos con los solicitantes conforme al derecho privado y los capacitan en línea con las disposiciones vinculantes definidas en las directivas de formación profesional l fin de cumplir con un estándar nacional. El cumplimiento de estos estándares es monitoreado por "órganos competentes", principalmente las Cámaras (de industria y comercio, de artesanía, de agricultura, asociaciones profesionales de médicos, de abogados, etc.); y otros órganos competentes del servicio público o de las iglesias.

El sistema dual de formación profesional proporciona una amplia oferta de capacitación para 344 tipologías de ocupaciones reconocidas (en 2012). Los programas en el sistema dual suelen tener 3 años en promedio, siendo variables los programas desde 2 hasta 3.5 años.

Al completar su formación en el sistema dual, la mayoría de los participantes logra emplearse como trabajador calificado. En una etapa sucesiva, muchos de ellos aprovechan las oportunidades disponibles para continuar la formación profesional. Cabe destacar que fuera del sistema dual también están previstos itinerarios de EFP en escuelas de formación profesional a

tiempo completo (aproximadamente el 15% de la cohorte de edad). Estos programas tienen una duración entre 1 y 3 años, dependiendo de la orientación y del objetivo profesional específico.

Relevancia para Medellín

Dos son los elementos más evidentes de la relevancia del modelo de EFP dual para Medellín son:

- Contribuir a encarar el problema de la pirámide invertida (el porcentaje de egresados de la educación superior sobrepasa los que reciben una educación técnica) aumentando la oferta de mano de obra cualificada de nivel técnico. Asimismo, la oferta resulta ser alineada con la demanda efectiva del mercado laboral local. Complementariamente el compromiso de las empresas puede contribuir a mejorar la percepción de la formación técnica a nivel de público; y
- Aportar capital humano más cualificado y abierto hacia los procesos de innovación en las MIPYMEs locales que son más del 97% del total de las empresas de la región, la gran mayoría de éstas operando en sectores tradicionales y maduros; es preciso que estas empresas, o una parte significativa de ellas, logren emprender procesos de innovación y de mejora de su producción. El esquema de EFP dual ayuda a dinamizar estas empresas y a transferir más conocimiento en éstas, condición previa para emprender procesos de cambio.

Resultados del programa

En 2011, según los resultados de la formación profesional y las estadísticas de formación, se contaban 1.460.658 jóvenes en la formación profesional dual. La participación de las empresas en la capacitación en el mismo año ascendió a 455.100.

Claves de éxito

La formación profesional dual en Alemania se ha consolidado por ser un medio para alcanzar un triple propósito, punto de referencia central para el sistema alemán de EFP, que consiste en promover:

1. La productividad económica;
2. La integración social; y
3. El desarrollo individual.

El esquema permite alcanzar beneficios tangibles para cada actor implicado: el principal beneficio para los alumnos es el de recibir la formación pertinente a la demanda laboral mejorando sus posibilidades de empleo, mejorando simultáneamente las habilidades sociales y el desarrollo de la personalidad a través de la experiencia teórico-práctica directa. Para las empresas es una medida para seleccionar sus trabajadores: si una empresa contrata a un estudiante después de su tiempo de educación dual, éste es ya conocido y él mismo conoce el flujo y la filosofía de trabajo de la empresa. Por último, el Estado también se beneficia del sistema dual aliviando la carga sobre el presupuesto público gracias a la participación de las empresas y asegurando que la fuerza de trabajo se mantenga profesionalmente actualizada.

Obstáculos y medidas correctivas

El número de contratos para la formación celebrados recientemente disminuyeron en el año 2012 en relación con el año anterior en aproximadamente -3,2%. La oferta de sitios para la formación se ubicaron en cerca de 585.000 y la disminución en comparación con el año anterior ha sido en un 2,4%.

El descenso en el número absoluto de contratos es debido a la senda demográfica negativa; de esta manera es posible aseverar que las oportunidades de formación para los jóvenes sólo se deterioraron ligeramente en comparación con el año anterior.

Un número significativo de los jóvenes interesados no tienen acceso al sistema de educación y formación profesional dual. Al mismo tiempo, muchas empresas se enfrentan a problemas cada vez mayores en lograr llenar sus plazas de entrenamiento. Se estima que el 37,4% (2012) de las empresas con plazas de formación para ofrecer fueron parcialmente o completamente incapaces de cubrir sus vacantes.

La actitud hacia la formación de los jóvenes muestra que el interés de los egresados de la escuela en la educación y la formación profesional dual está disminuyendo. La razón es un aumento en el número de jóvenes que tienen derecho a pasar a la educación superior y por lo tanto un cambio en la estructura de la población escolar. De cara a esta dinámica las oportunidades de empleo para los jóvenes interesados en la educación y la capacitación dual han mejorado.

La tasa de las empresas en formación se redujo en 0.8 puntos porcentuales a 21,7%. Ese es el nivel más bajo desde 1999. La disminución de la tasa de formación de empresa fue, en gran medida, debido al crecimiento de las empresas más pequeñas.

Consideraciones para una eventual adopción en Medellín

La condición más importante es la de analizar en detalle las experiencias de Alemania (y posiblemente de los otros países que han adoptado el modelo de formación dual) y sus factores de éxito; ello en colaboración con el SENA (Servicio Nacional de Aprendizaje), que ya ha adoptado y está implementando un sistema basado en la formación dual.

Un diagnóstico en paralelo con la experiencia específica de SENA en Medellín y Antioquia permitirá comparar los elementos que permitirán optimizar el impacto de la EFP dual en dicho contexto, en particular con un enfoque en la activación y el impulso de prácticas innovadoras en el sistema de las MIPYMEs antioqueñas a través de la generación de capital humano capacitado y dinámico.

Con base en este análisis comparativo sería posible determinar en qué manera es posible revisar, actualizar e impulsar, el esquema de la EFP dual de SENA, en conjunto con la formación continua en las empresas, como componente esencial de la estrategia de la innovación local.

Hay que tener en cuenta dos elementos limitantes, en comparación con el esquema alemán: el tamaño de las empresas. Las empresas que en Alemania participan en la formación dual son relativamente grandes, o absolutamente grandes empresas, y tienen la capacidad y la fortaleza para ser parte activa en estos procesos, incluso invirtiendo recursos propios. Esta capacidad está fuera del alcance de la mayoría de las empresas antioqueñas y es necesario darle un enfoque distinto al sistema de gestión de EFP.

En el caso alemán se ha consolidado, a lo largo de las décadas, un sistema de gobernanza pública entre el nivel federal (responsable de la formación profesional en las empresas) y el nivel de los estados federados (escuelas de formación profesional). En Medellín es preciso definir el rol de los distintos actores institucionales para poder asegurar una visión de conjunto y de largo alcance (nacional) que vaya de la mano con una capacidad de actuar sensible y atenta a las necesidades específicas tanto regionales como locales.

Información de Referencia

VET Data Report Germany 2013 - Federal Institute for Vocational Education and Training (BIBB), 2014. http://datenreport.bibb.de/html/index_en.html

Euler, D., (2013)., Germany's dual vocational training system: a model for other countries?, Bertelsmann Stiftung, Gütersloh. http://chanceausbildung.de/uploads/tx_itao_download/2013_Study_German_VET_System.pdf

OECD Policy Reviews of Vocational Education and Training (VET), Página web <http://www.oecd.org/edu/skills-beyond-school/oecdpolicyreviewsofvocacionaleducationandtrainingvet.htm>

Página web del SENA: <http://www.sena.edu.co/>

Modelo de Aprendizaje 2

Programas de Centros de Excelencia en Investigación, Singapur

Descripción del programa

Singapur es un país pequeño, con aproximadamente 5.3 millones de habitantes, es decir, aún más pequeño que la región colombiana de Antioquia (6.2 millones). Su rápido crecimiento económico durante las últimas décadas está estrechamente ligado, por una parte, a su éxito en la atracción de empresas multinacionales y, por otra parte, a los esfuerzos constantes por desarrollar capacidades nacionales de CTI. A finales de la década de 1980 el gasto en I+D como porcentaje del PIB se situaba por debajo del 0,9%, pero dos décadas más tarde, hacia 2010, el ratio superaba el 2%.

El sistema nacional de innovación de Singapur es el más avanzado del sudeste asiático y continúa mejorando, aprovechando las oportunidades que brinda su cercanía a los dos grandes mercados emergentes de China e India. Inicialmente los esfuerzos por construir el sistema nacional de innovación se centraron en la oferta de incentivos para atraer progresivamente actividades de mayor valor añadido (manufactura avanzada, centros de innovación, sedes regionales, etc.) de grandes empresas multinacionales extranjeras en sectores de alta tecnología. Pero durante la última década se ha producido un cambio hacia un enfoque más equilibrado, con un mayor énfasis en el desarrollo endógeno de capacidades científicas y tecnológicas (OCDE, 2013).

Una muestra de este cambio de enfoque fue la creación en 2006 de la National Research Foundation (NRF)⁸⁸, con el mandato de desarrollar nuevas políticas en materia de I+D y de proporcionar financiación pública a iniciativas estratégicas, entre las que destacan especialmente el desarrollo de centros de investigación de excelencia y la atracción de investigadores extranjeros de reconocido prestigio.

En efecto, desde 2007 una de las principales misiones de NRF ha sido el desarrollo de centros de excelencia en investigación, especialmente centrados en tres áreas estratégicas para el país: 1) biomedicina; 2) tecnologías medioambientales y del agua; 3) TICs y contenidos digitales e interactivos. Con este propósito, NRF lanzó dos programas complementarios de centros de excelencia: el programa RCE centrado en fortalecer los mejores grupos de investigación ubicados en las universidades nacionales, y el programa CREATE orientado a la atracción de universidades extranjeras de renombre internacional para crear nuevos centros de I+D. A continuación se describen brevemente cada uno de ellos:

1) “Research Centres of Excellence” (RCE)

A través de una convocatoria competitiva entre 2007 y 2010 se seleccionaron cinco centros de excelencia ubicados en universidades nacionales para desarrollar investigación de vanguardia relacionada con los objetivos estratégicos de Singapur. Los objetivos generales del programa son los siguientes:

- La atracción, retención y apoyo de investigadores de prestigio internacional.
- Mejorar la educación de posgrado en las universidades y formar investigadores de calidad.
- Generar nuevo conocimiento en el área científica específica de cada centro, que a su vez deberá estar alineada con las prioridades estratégicas de Singapur.

⁸⁸ Página web: <http://www.nrf.gov.sg>

El proceso de selección se estructuró en dos fases: en la primera fase los grupos de investigación concurrentes enviaron una propuesta preliminar a la Secretaría del programa en la NRF, y aquellos centros que superaron el primer filtro de evaluación presentaron una propuesta final más detallada. Para evaluar las propuestas se creó un Consejo Académico (*Academic Research Council*), conformado por científicos internacionales de reconocido prestigio.

Cada centro debe estar localizado en una universidad nacional y se compone de entre 15 y 25 investigadores principales con contratos vinculados conjuntamente al centro y a la universidad correspondiente. Además de los investigadores principales, los centros cuentan con presupuesto para formar un equipo de investigadores jóvenes, tanto postdoctorales como doctorales, así como personal técnico de apoyo. El centro de investigación tiene un grado significativo de autonomía en el desarrollo de su programa de investigación, que debe establecerse a través de su Junta de Gobierno (*Governing Board*). Cada centro está liderado por un Director que debe ser un científico de reconocido prestigio internacional, con el apoyo de una Junta Asesora Científica (*Scientific Advisory Board*). A pesar de esa autonomía, las actividades de cada centro de excelencia se someten a una evaluación cada 3 años por parte de un panel de evaluadores internacionales independientes (*International Review Panel*) para asegurar el cumplimiento de los objetivos y determinar la continuidad de la financiación pública en función de los resultados.

2) “Campus for Research Excellence and Technological Enterprise” (CREATE)

Para este programa se construyó un nuevo edificio de última generación que albergaría un campus donde universidades extranjeras pudieran localizar sus nuevos centros de I+D. La NRF emprendió una campaña internacional para reclutar dichos centros, ofreciendo financiación pública a los proyectos más interesantes para la agenda de investigación del país, con el requisito de que emplearan a investigadores locales e interactuaran con universidades y centros de investigación nacionales, así como con grupos de investigación de sus países de origen. El objetivo era crear en torno a CREATE una comunidad multicultural y multidisciplinaria de investigadores que interactuaran intensamente entre sí, con otros grupos de investigación del país, así como con redes internacionales de investigación.

CREATE cuenta actualmente con más de 1,200 investigadores y se encuentra en un terreno de 67,000 metros cuadrados en las proximidades de la National University of Singapore (NUS), la universidad más grande del país, con el objetivo de facilitar las interacciones entre los nuevos centros de investigación de las universidades extranjeras y los grupos de investigación locales existentes, además de fomentar el acceso mutuo a instalaciones y equipos científicos. A parte de los nuevos centros de I+D de universidades extranjeras, el edificio de CREATE también alberga un programa de incubación y apoyo a start-ups tecnológicas. El edificio fue diseñado con los más avanzados estándares de sostenibilidad medioambiental, utilizando nuevas tecnologías para mejorar la eficiencia energética como por ejemplo paneles fotovoltaicos, lo cual sirvió como una oportunidad para el ensayo de las tecnologías solares más avanzadas, en línea con los postulados de compra pública innovadora presentados en el **Capítulo 5**.

Relevancia para Medellín

Como se ha señalado en el **Capítulo 3**, sería recomendable buscar fórmulas para fortalecer los mejores grupos de investigación de Medellín, aumentando la financiación de forma más selectiva y buscando sinergias entre los grupos existentes. La concentración de recursos permitiría que afloren un pequeño grupo de centros de excelencia, con suficiente masa crítica para contribuir a la generación y difusión de conocimiento de forma más eficaz. En este sentido sería interesante contemplar la puesta en marcha de un programa de centros de excelencia que, además, debería tratar también de fomentar la internacionalización del sistema local de

innovación y la atracción de instituciones y talento. Por todos estos motivos los programas de centros de excelencia en Singapur desde 2007 resultan de máxima relevancia.

Resultados

Los programas RCE y CREATE lograron crear en total 15 centros de investigación con ambición de consolidarse como referentes internacionales y de contribuir al avance científico en las áreas prioritarias del país: biomedicina; tecnologías medioambientales y del agua; TICs y contenidos digitales e interactivos. Estos centros ya han iniciado una intensa actividad investigadora y han producido cientos de artículos científicos y patentes, además de haber logrado atraer al país a investigadores extranjeros del máximo relieve. Sin embargo, todavía es pronto para evaluar de forma más precisa su impacto económico-social, puesto que muchos de estos centros fueron creados hace menos de 5 años.

En primer lugar, a través del programa RCE se seleccionaron y se pusieron en marcha 5 centros de excelencia entre 2007 y 2010 (Tabla 1). Tres de los centros seleccionados están vinculados a la National University of Singapore (NUS) mientras que los otros dos están integrados en la Nanyang Technological University (NTU), lo cual demuestra una voluntad de privilegiar la excelencia científica, frente al reparto más igualitario entre todas las universidades del país. Cada uno de los 5 centros de excelencia seleccionados cuentan con un investigador de prestigio internacional reclutado de universidades extranjeras como Director (de EEUU, Europa y Australia), por lo que el programa también contribuyó de forma directa a la atracción de talento internacional.

En segundo lugar, el programa CREATE había atraído hasta 2013 a 10 universidades extranjeras de 6 países distintos (Estados Unidos, Israel, China, Reino Unido, Alemania y Suiza), entre las que cabe destacar universidades de la talla de MIT, la Universidad de California Berkeley, o la Universidad de Cambridge. Las diez universidades crearon nuevos centros de I+D en las áreas estratégicas de Singapur (Tabla 2), contrataron investigadores nacionales y extranjeros, y entraron en colaboración con universidades y empresas locales en nuevos proyectos de investigación.

CREATE obtuvo en el año 2013 el premio “2013 Laboratory of the Year” otorgado por la revista estadounidense *R&D Magazine*, ello fundamentalmente gracias a los esfuerzos por construir un edificio atractivo arquitectónicamente empleando a su vez las últimas tecnologías de eficiencia energética.

Por otra parte, es preciso resaltar que los esfuerzos recientes del gobierno de Singapur por atraer instituciones extranjeras no se han limitado a la atracción de universidades a través del programa CREATE, sino que también se ha logrado atraer al país nuevos centros de instituciones multilaterales, como el “UNDP Global Centre for Innovation and Research in Public Service”, creado en 2012 por del Programa de Naciones Unidas para el Desarrollo, o el “World Bank-Singapore Urban-Hub and Infrastructure Center of Excellence”, creado en 2011 por el Banco Mundial, entre otros. También merece la pena destacar los esfuerzos realizados por Singapur para atraer trabajadores altamente cualificados del extranjero, para satisfacer así la demanda de las empresas multinacionales. Estos esfuerzos se han plasmado en cambios en la legislación de permisos de trabajo y residencia, así como en servicios de información y apoyo para inmigrantes cualificados, y han sido promovidos por agencias gubernamentales como Contact Singapore, Economic and Development Board y Ministry of Manpower.

Claves de éxito

El programa contó con un decidido apoyo del gobierno del país y con la eficiente gestión de la recientemente creada National Research Foundation (NRF). El éxito del programa en la captación de universidades extranjeras y de científicos de reconocido prestigio internacional

para dirigir todos los nuevos centros de excelencia radica en la capacidad de atracción de Singapur y su reputación internacional, que a su vez están ligados a su impresionante trayectoria en cuanto a la atracción de grandes empresas multinacionales y al desarrollo de un sistema nacional de innovación equiparable al de los países más desarrollados del mundo, pero más flexible, dinámico e internacionalizado. Otro factor que contribuye al atractivo de Singapur es su situación geográfica, y en particular su cercanía a China e India, los mayores y más dinámicos mercados emergentes del mundo.

Consideraciones para una eventual adopción en Medellín

El caso de Singapur es un buen ejemplo de cómo los programas de centros de excelencia en investigación pueden conjugarse y reforzarse con la atracción de investigadores e instituciones extranjeras. Sin embargo, en Medellín la atracción de universidades e investigadores del extranjero podría despertar tensiones por el costo de oportunidad en términos de financiación disponible para los centros de investigación e investigadores locales.

El edificio de Ruta N y el Distrito Medellinnovation muestran ciertos paralelismos con CREATE, por tratarse también de edificios y espacios modernos construidos en las inmediaciones de la principal universidad de la región (U. de Antioquia), con el objetivo de atraer empresas e instituciones innovadoras. Aunque de momento Ruta N está centrando sus esfuerzos en la atracción de empresas, ha dado también sus primeros pasos en la atracción de universidades extranjeras (como es el caso de la Universidad de Purdue descrito en el **Capítulo 3**). El modelo de Singapur puede servir como ejemplo, junto con el caso de los Centros de Excelencia Internacional chilenos, de cómo articular programas más ambiciosos para atraer universidades extranjeras que contribuyan a fortalecer el sistema local de innovación.

En definitiva, el caso de Singapur es un ejemplo que puede ser interesante para Medellín, pero son muchas las opciones de diseño posibles para un programa de centros de excelencia, dependiendo de las características del país/región, de su entramado institucional, y de los objetivos estratégicos que quieran priorizarse (Guimón, 2013). Por lo tanto, más que intentar trasladar la experiencia de Singapur directamente a Medellín, el reto es buscar la solución que mejor se adapte a las condiciones locales, para lo cual es necesario un mayor debate interno en torno al potencial diseño de un programa de centros de excelencia en investigación. Aunque no disponemos de cifras sobre el presupuesto de estos programas en Singapur, por sus características queda claro que son programas muy ambiciosos, previsiblemente con un presupuesto muy elevado, que difícilmente podrá ser igualado por Medellín en el corto plazo.

Información de Referencia

Guimón, J. (2013), “Building Research Centers of Excellence through Competitive Public Funding”, Policy Brief, *Innovation Policy Platform*, OECD and World Bank.

<https://www.innovationpolicyplatform.org/document/building-research-centers-excellence-through-competitive-public-funding>

National Research Foundation, “Research Centers of Excellence”, *Fact Sheet*, National Research Foundation, Singapore.

http://www.nrf.gov.sg/docs/default-source/new-nrf-factsheets/20131218_rce-factsheet-%28final%29.pdf?sfvrsn=2

National Research Foundation, “Campus for Research Excellence and Technological Enterprise”, *Fact Sheet*, National Research Foundation, Singapore.

http://www.nrf.gov.sg/docs/default-source/new-nrf-factsheets/20131217_create-factsheet-%28final%29.pdf?sfvrsn=2

OECD (2013), “Singapore: innovation profile”, in *Innovation in Southeast Asia*, OECD Publishing, Paris. <http://dx.doi.org/10.1787/9789264128712-10-en>

Tabla 1. Especificaciones de los Centros de Excelencia del programa RCE Singapur

<i>Nombre del centro</i>	<i>Descripción</i>
Earth Observatory of Singapore http://www.earthobservatory.sg	Localizado en la NTU, comenzó sus actividades a finales de 2008. Su trabajo de investigación se centra en los terremotos, las erupciones volcánicas, los tsunamis, el cambio en los niveles del mar, y el cambio climático en el Sudeste Asiático. Su director, el Profesor Kerry Sieh, estaba con anterioridad en el California Institute of Technology.
Centre for Quantum Technologies http://www.quantumlah.org	Este centro está adscrito a NUS y fue el primer centro del programa en establecerse a finales de 2007. Sus laboratorios experimentales reúnen a físicos cuánticos y a informáticos para explorar las interacciones entre átomos y fotones, con posibles aplicaciones en nuevos modos de computación y comunicación. Su director, el Profesor Artur Ekert, fue reclutado en Oxford University.
Cancer Science Institute of Singapore http://www.csi.nus.edu.sg/wp	Adscrito a NUS y lanzado a finales de 2008. Se centra en la investigación de nuevos tratamientos para el cáncer y está dirigido por el Profesor Daniel Tenen, reclutado en Harvard University.
Mechanobiology Institute http://mbi.nus.edu.sg	Adscrito a NUS e inaugurado en 2009, su objetivo es desarrollar un nuevo paradigma para el estudio de enfermedades centrado en las células y tejidos mecánicos. Su director, el Profesor Michael Sheetz, proviene de Columbia University.
The Singapore Centre on Environmental Life Sciences Engineering http://www.scelse.sg	Es el más reciente, creado en abril de 2011 y localizado en NTU. Su objetivo es ofrecer soluciones prácticas para afrontar retos medioambientales basadas en comunidades complejas de microbios organizadas como biofilms. Su director, Prof. Staffan Kjelleberg, proviene de University of New South Wales.

Fuente: Elaboración propia con información de National Research Foundation.

Tabla 2. Detalle de los centros de investigación de universidades extranjeras atraídos con el programa CREATE Singapur

<i>Universidad y país</i>	<i>Descripción de su centro de investigación en Singapur</i>
Massachusetts Institute of Technology (MIT), <i>U.S.A.</i>	El 2007 MIT creó en Singapur su primer centro de investigación fuera de su campus en Massachussets. Con el nombre de “Singapore-MIT Alliance on Research and Technology (SMART)”, este centro sigue siendo el más importante de MIT en el extranjero y alberga a su vez cinco grupos de investigación interdisciplinarios en los siguientes campos: 1) enfermedades infecciosas; 2) sensores y modelos medioambientales; 3) biosistemas y micromecánica; 4) movilidad urbana del futuro; 5) sistemas electrónicos de bajo consumo energético.
Swiss Federal Institute of Technology (ETH), <i>Suiza</i>	El “Singapore-ETH Centre (SEC) for Global Environmental Sustainability” se centra en la investigación sobre ciudades del futuro, integrando distintas disciplinas como ingeniería, tecnologías medioambientales, tecnología de comunicaciones, arquitectura, y ciencias de materiales.
Technical University of Munich, <i>Alemania</i>	El centro TUM CREATE se dedica a la investigación sobre movilidad con energía eléctrica, con énfasis en las megaciudades tropicales y en el estudio de aplicaciones concretas para Singapur.
Technion-Israel Institute of Technology, <i>Israel</i>	Technion-CREATE es un centro de investigación sobre medicina regenerativa, cuyo trabajo se ha centrado hasta la fecha en la terapia de restauración cardíaca mediante ingeniería de tejidos.
Hebrew University of Jerusalem, <i>Israel</i>	Investigación sobre los mecanismos celulares y moleculares de la inflamación, con el objetivo de desarrollar nuevos indicadores diagnósticos y nuevas terapias para enfermedades inflamatorias comunes.
Ben-Gurion University, <i>Israel</i>	Investigación sobre nuevos nanomateriales para su aplicación en la mejora de sistemas de gestión de la energía y el agua.
University of California, Berkeley, <i>U.S.A.</i>	La “Berkeley Education Alliance for Research in Singapore (BEARS)” cuenta con dos programas de investigación: 1) desarrollo de innovaciones en el diseño y construcción de edificios que permitan mejorar su eficiencia energética 2) desarrollo de sistemas de energía solar de bajo coste mediante el uso de procesos y materiales abundantes y baratos.
Peking University, <i>China</i>	El “Singapore Peking University Research Centre for a Sustainable Low-Carbon Future (SPURc)” tiene como objetivo el desarrollo de nuevos materiales porosos absorbentes y birreactores que sean capaces de separar y capturar el CO ₂ y darle un uso alternativo.
Shanghai Jiao Tong University, <i>China</i>	El “Energy and Environmental Sustainability Solutions for Megacities (E2S2)” se dedica al estudio de asuntos medioambientales relacionados con las aglomeraciones urbanas, como sistemas descentralizados de conversión de residuos en energía o sistemas para controlar y reducir la polución ambiental.
Cambridge University, <i>U.K.</i>	El “Cambridge Centre for Carbon Reduction in Chemical Technology (C4T)” se centra en evaluar y minimizar la huella de carbono de las plantas petroquímicas y de la red eléctrica situadas en la isla Jurong de Singapur.

Fuente: Elaboración propia con información de National Research Foundation.

Modelo de Aprendizaje 3

Incentivos fiscales para la innovación empresarial y nuevos negocios: El caso JEI, empresas jóvenes innovadoras en Francia

Descripción del programa

El caso francés sobre la implementación de políticas que incentivan, mediante subsidios fiscales y tributarios, la actividad de la investigación y desarrollo en las empresas, comienza en los años ochenta, cuando se crea el Crédito de Impuesto a la Investigación (CIR, Crédit d'Impôt Recherche). Esta política, con el paso del tiempo, fue complementada con nuevos instrumentos públicos que pretenden ampliar su cobertura e impacto, para lograr dinamizar y potenciar la innovación empresarial.

En el año 2004 se crea el Estatuto Jóvenes Empresas Innovadoras JEI, un conjunto de incentivos compatibles con el CIR, destinados a apoyar la creación y despegue de nuevas empresas con actividad intensiva en I+D durante los primeros siete años posteriores a su creación. Esta iniciativa ha permitido posicionar a Francia como el primer país de la Unión Europea en adoptar mecanismos de este tipo, con resultados muy positivos en materia de generación de nuevas empresas con base I+D, empleo, capital humano especializado en innovación, y disminución de la tasa de quiebra de empresas jóvenes.

La razón de presentar el estatuto JEI como experiencia relevante, es porque éste agrega un desarrollo complementario en materia de políticas de incentivos, orientado a la creación y apoyo de nuevas empresas PYMEs basadas en CTI.

Relevancia para Medellín

La relevancia que tiene esta experiencia JEI en su replicación y adaptación en Medellín se basa en la evidencia del desempeño de iniciativas como ésta, que en el caso francés ha favorecido principalmente a aquellas regiones con capacidades ya instaladas en materia de I+D+i.

Esto supone que, de implementarse una iniciativa similar en Colombia, una de las regiones (departamentos) que accedería a los beneficios con mayor intensidad sería precisamente la región de Antioquia, principalmente por la actividad industrial ya existente de su territorio metropolitano, es decir, de la ciudad de Medellín.

En el contexto colombiano, durante los últimos cuatro años, la política nacional en materia de desarrollo y beneficios tributarios ha sido renovada en dos aspectos particularmente relevantes y que son de interés del presente caso de estudio, a saber:

- La política nacional de beneficios tributarios del gobierno de Colombia fue renovada en el año 2010⁸⁹ y adoptada por el Consejo Nacional de Beneficios Tributarios (CNBT). La nueva política incorpora fundamentalmente la redefinición del concepto de innovación, la aceptación de inversión en capital humano, y define la tipología de proyectos contemplados⁹⁰.

⁸⁹ Nueva política adoptada por el Consejo Asesor y el CNBT, fue materializada en la Resolución 1855 de diciembre de 2010.

⁹⁰ El acuerdo 1 de 2011, del CNBT definió los proyectos tipo calificados como de CT&I:

Proyectos de investigación: básica y aplicada.

Proyectos de desarrollo tecnológico.

Proyectos de Innovación: de bienes o procesos

- Modificación a la Ley 1450 (Plan Nacional de Desarrollo) en su artículo 158-1, estatuto tributario del año 2011. Son cuatro las principales modificaciones: Nueva composición del CNBT; ajuste a la exención del IVA en importaciones; exención de renta a los recursos recibidos para CTI; y redefinición de la deducción por inversiones y donaciones.

Estos dos aspectos corresponden a la respuesta institucional de frente a la necesidad de fortalecer la política de fomento e incentivos a la actividad empresarial en CTI, adaptándose a las demandas del sistema productivo. Esto ha permitido generar aspectos positivos que mejoran la competitividad de los instrumentos públicos y su apropiación en el ámbito empresarial.

Si bien la nueva política Colombiana aumenta su espectro y cobertura en lo que respecta a la cadena de I+D, incorporando el desarrollo tecnológico y la innovación (bienes y procesos), ésta no hace hincapié en un elemento particular que para el caso francés ha permitido no solo aumentar el número de nuevas empresas de base tecnológica, sino también ha permitido en el mediano plazo generar un retorno fiscal por concepto tributario a la renta y la seguridad social, de las empresas PYMEs de base I+D mayores a ocho años de vida.

El argumento anterior se refleja en esta frase textual expresada por Kopp y Prud'Homme⁹¹, a poco tiempo de iniciarse la implementación del estatuto JEI:

"JEI costará al Estado la cantidad que se subsidia en impuestos y exenciones sociales, al mismo tiempo en que se incrementan los ingresos estatales. Dos contradicciones están en acción. Por un lado, la reducción de los impuestos y las contribuciones sociales disminuyen temporalmente los ingresos estatales y, por otro lado, la creación de las empresas y los puestos de trabajo comienzan a dinamizarse, lo que permite en el mediano plazo aumentar rápidamente los ingresos al Estado por concepto de impuestos y contribuciones."

Resultados del Programa

El dispositivo JEI es uno de los instrumentos de política más dinámico y competitivo desarrollado en los últimos años por el gobierno francés, para el apoyo a la innovación empresarial de PYMEs. El estudio de evaluación del dispositivo JEI, realizado en el 2012 por la Dirección General de Competitividad Industrial y Servicios (DGCIS), revela los siguientes resultados:

- Desde su creación en 2004 el dispositivo JEI ha tenido mucho éxito, éste puede ser inicialmente cuantificado en función de las 4.500 empresas que durante estos años se han creado. El dispositivo permitió una exención de las cargas sociales y fiscales, solo en el año 2010, de € 134 millones y € 20 millones respectivamente. Sectorialmente, el dispositivo JEI ha cubierto el 84% en empresas del sector servicios, tanto en el campo de las TICs como en otras actividades científicas y tecnológicas. Casi la mitad de las JEI se localizan en Ile-de -France, y más de una cuarta parte en la región de Rhône-Alpes, PACA, Languedoc-Rosellón y Bretaña.
- El dispositivo reduce el 13% de los gastos asociados a mano de obra calificada, debido a que las empresas beneficiarias de la medida JEI emplean un promedio de casi 10 empleados.

⁹¹ Estudio de impacto en la rentabilidad y la estabilidad financiera de una empresa innovadora típica en Francia, que fue llevado a cabo por Francia Biotech en colaboración con Ernst & Young, 2003.

- JEI es un fuerte dispositivo de impacto en términos de puestos de trabajo relacionados con la I+D. En total, entre 2004 y 2009, JEI ha creado 20.000 puestos de trabajo. La mayoría de los puestos de trabajo (12.000) se debió directamente al dispositivo. Mientras que los puestos de trabajo adicionales se pueden atribuir también al dispositivo, que de manera indirecta ha permitido una mejor supervivencia de las empresas.

Claves de Éxito

Una de las principales razones de éxito de este instrumento se debe a su compatibilidad con el Crédito Fiscal para la I+D (CIR), el cual es la base para el funcionamiento del JEI. Además, este instrumento resulta ser muy atractivo ya que las empresas jóvenes innovadoras que accedan a este beneficio podrán, tanto en ejercicios en que presenten beneficios como en los que no, presentar el Crédito Fiscal a la I+D (Crédit d'Impôt Recherche), con lo que recibirán el reembolso inmediato de los montos declarados.

Obstáculos enfrentados y medidas correctivas adoptadas

En un principio, durante los primeros dos años de vida, el instrumento tuvo una difícil captura en cuanto a niveles de cantidad de empresas creadas. Es por esto que en el año 2006 se creó una variante del estatuto JEI: el Estatuto de la Joven Empresa Universitaria (JEU), enfocada a las start-up y spin-off universitarios. Esto permitió aumentar la tasa de crecimiento de nuevas empresas en los siguientes años de implementación.

Introducido por la Ley de Finanzas del 2008 (equivalente a la Ley de Presupuestos Generales del Estado de Colombia), el estatuto JEU promueve la creación de empresas al interno de la comunidad universitaria. Las ayudas son iguales a las de las JEI, tanto de tipo social como fiscal. Están asimismo sujetas a topes, por lo que no podrán exceder 200 mil euros durante 3 períodos de ejercicios fiscales.

Consideraciones para su adopción en Medellín y Colombia

Para la adopción de un dispositivo como JEI en la política de Colombia, se debe considerar que el diseño debería ser complementario y funcional a la política nacional de beneficio tributario y a la Ley 1450. Ésta última debería incorporar un nuevo estatuto de beneficio tributario para empresas nuevas y jóvenes de base en CTI. Este nuevo estatuto debe materializarse en un nuevo instrumento ejecutado por Colciencias a nivel nacional. En este contexto, Ruta N podría incorporar este complemento dentro de su esquema instrumental para la innovación, y asumir el rol de agente promotor y diseminador del beneficio tributario a nivel local.

Información de Referencia

Ministère de l'Économie, des Finances et de l'Industrie.
www.enseignementsup-rechercher.gouv.fr

Modelo de aprendizaje 4

Consortios Tecnológicos Empresariales (CTE) en Chile

Descripción del programa

El instrumento público para la creación de Consortios Tecnológicos Empresariales en Chile (CTE) se considera una iniciativa pionera en el desarrollo de políticas públicas de apoyo y fomento a la innovación en el país. Desde su creación en el año 2004, es ejecutado a nivel nacional por la Corporación de Fomento de la Producción de Chile (CORFO), en coordinación con las oficinas regionales de la misma institución. Éstas últimas se coordinan internamente con las direcciones de planeamiento de los gobiernos regionales para focalizar la captura de la demanda de CTI empresarial en base a las prioridades estratégicas regionales. Asimismo, este instrumento ha tenido varias convocatorias a lo largo del tiempo, correspondiendo la más reciente a los años 2012-2013; lo que refuerza, dada su trayectoria y vigencia, el interés de presentarlo como un modelo de aprendizaje.

Los consorcios tecnológicos en Chile han ido adaptándose a las necesidades empresariales, focalizando los esfuerzos públicos en establecer alianzas entre actores privados que demanden desarrollos tecnológicos y de innovación, acercando de mejor manera el desarrollo de la demanda de I+D+i desde la empresa y no desde las universidades como en las versiones anteriores.

El modelo del instrumento plantea el financiamiento tanto para la etapa de creación, como para la de desarrollo de un consorcio, cuyo propósito es el de producir I+D aplicado en proyectos de interés asociativo empresarial. Los proyectos deben tener fines productivos y pueden localizarse en algún territorio específico según sea el caso. La aplicabilidad comercial de los resultados potenciales es uno de los criterios de selección de los proyectos de investigación de los consorcios. Cada proyecto debe tener el potencial no solo de mejorar el desempeño económico de un grupo empresarial en particular sino también del sector como un todo.

Las empresas pueden participar en calidad de socio y establecer un contrato de co-ejecución o subcontrato en donde los objetivos sean:

- (i) desarrollar proyectos de innovación con clara orientación al mercado;
- (ii) incorporar tempranamente socios tecnológicos y agentes empresariales a los proyectos;
- (iii) establecer alianzas entre empresas y entidades tecnológicas, nacionales y/o extranjeras; y
- (iv) formular estrategias de negocios a partir de los productos y resultados innovadores que se obtienen de la ejecución de proyectos de desarrollo e innovación tecnológica.

Las principales componentes que configuran el modelo CTE aplicado en Chile se resumen en el siguiente cuadro:

Componente	Descripción
Foco estratégico del consorcio	<p>El foco estratégico del instrumento se orienta a provocar impacto sectorial, principalmente en subsectores de la economía, que dependerán de la demanda de CTI por parte de asociaciones empresariales a nivel nacional o regional. El modelo no exige, y al contrario desincentiva, que los consorcios cuenten con centros de investigación propios. Esto implica que los desarrollos estarán priorizados para fases de prototipo, escalamiento y comercialización de tecnologías principalmente. Algunos elementos de investigación aplicada podrán ser subcontratados.</p>
Esquema de gobierno del Consorcio	<p>El consorcio se conforma en gran medida de un conjunto de empresas relacionadas en su actividad productiva y necesidad de desarrollar innovación. De igual forma, los consorcios empresariales pueden incorporar como socios a centros universitarios de I+D y transferencia tecnológica.</p> <p>El consorcio define un Consejo Directivo, conformado por representantes del sector empresarial y académico; traza las líneas estratégicas del consorcio; y toma decisiones sobre los tipos de proyectos tecnológicos que se deben realizar, los montos a asignar a cada uno, y las alianzas estratégicas del consorcio.</p> <p>Es importante destacar la figura del Comité Técnico, que ha sido adoptada por varios consorcios. Este Comité Técnico es una estructura dentro de la organización que está compuesta por investigadores y profesionales de las empresas involucrados directamente con las actividades de investigación. Este Comité Técnico es nombrado por el Consejo Directivo y su función es supervisar las investigaciones que se llevan a cabo; evaluar nuevas propuestas de investigación; y realizar las recomendaciones respectivas al Consejo Directivo.</p> <p>Por otro lado, el mismo Consejo Directivo nombra un Gerente, el cual gestiona y coordina todas las actividades para ejecutar los proyectos e impulsar acciones relacionadas a éstos para su correcta implementación.</p> <p>El Gerente administrará los convenios entre el consorcio y los centros de I+D requeridos para desarrollar y transferir los proyectos tecnológicos. Además, deberá administrar el convenio entre el consorcio y la CORFO mientras dure la ejecución del subsidio.</p>
Financiamiento	<p>El modelo de financiamiento es público privado, con aportes estatales del orden del 50%. Financia las etapas de creación y desarrollo de consorcios, así como la reciente incorporación de financiamiento basal transitorio, para la sostenibilidad de mediano plazo de éstos.</p> <p>Como elementos complementarios, los consorcios podrán financiar la cartera de proyectos con fuentes adicionales existentes como son: la Ley de Beneficios Tributarios (ley de I+D), y los instrumentos CORFO de innovación empresarial como I+D aplicado, prototipos empresariales, asociaciones tecnológicas e innovación empresarial en alta tecnología, entre otros.</p>

En el caso de Colombia, existe en la actualidad un instrumento similar para la conformación de consorcios de desarrollo tecnológico, que desde el 2009 opera desde Colciencias. Estos centros han sido demandados principalmente por sectores industriales como el metalmecánico, industria del plástico, industria del cuero y calzado, industria de la pulpa y papel, etc. Si bien posee características similares al modelo de consorcio CTE (Chile), éstos se diferencian en que el primero abarca un gran espectro de posibilidades de conformación de un consorcio, pudiendo éste ser compuesto por centros universitarios de I+D, orientados al desarrollo de la oferta en investigación aplicada a la industria. Contrario a esto, el CTE (Chile) se orienta específicamente a la producción de servicios y productos tecnológicos desde la demanda industrial, prevaleciendo el carácter empresarial de los consorcios. Esto último implica que las actividades financiadas por el consorcio son exclusivamente para la gestión y desarrollo tecnológico de negocios aplicados y no para actividades de investigación (básica o aplicada).

Los resultados de este instrumento, en su última versión, aún son preliminares para el caso chileno; sin embargo, es posible explorar, analizar y sistematizar, tendencias en cuanto al logro de los objetivos planteados.

Relevancia para Medellín

La relevancia del modelo chileno de CTE es que ha demostrado ser un mecanismo efectivo en permitir el encuentro de la oferta de conocimiento con la demanda de I+D+i impulsada desde las empresas; y además, en la promoción de desarrollo tecnológico aplicado a negocios específicos con beneficios colectivos, sectoriales y territoriales.

La institucionalidad colombiana y los canales de promoción de instrumentos para la innovación a escala regional (departamentos) permiten adaptar el modelo de consorcio propuesto en los mecanismos actuales de fomento empresarial en CTI, desde Innpulsa o Colciencias, pudiendo así considerar una co-participación del Departamento de Antioquia financiada con el FNCT del sistema de regalías.

Resultados del programa

En materia de resultados, el instrumento CTE aún no posee evaluaciones para su convocatoria 2012-2013, sin embargo, existen elementos que son recopilados y sistematizados de sus versiones anteriores (2004-2009), y que pueden ser mencionados a continuación:

- Los resultados esperados del instrumento son los de aumentar la inversión en desarrollo tecnológico de las empresas que conforman el consorcio; aumentar las ventas; incrementar las patentes y comercialización de nuevos productos o servicios; y generar la auto-sostenibilidad de los consorcios. Los impactos esperados apuntan a producir mejoras tecnológicas; creación o mejoras en los productos; desarrollo de nuevos negocios; fomento de la propiedad intelectual; aumentar el capital humano avanzado, entre otras.
- En el período 2004 – 2009 se conformaron 16 consorcios, con un número de 118 proyectos de investigación, y con una inversión total de USD siete millones aproximadamente.
- Los sectores productivos asociados a los consorcios son el agropecuario, TIC, energías renovables y farmacéutica, principalmente.

Para la última convocatoria efectuada el segundo semestre del 2013, fueron adjudicados ocho nuevos consorcios tecnológicos empresariales, estos nuevos CTE, que fueron parte de las 18 postulaciones que recibió este instrumento, proyectan destinar unos USD 120 millones en distintos proyectos y líneas de investigación y desarrollo dentro de los próximos diez años. De

concretarse esta inversión, CORFO habrá aportado el 43% de los recursos movilizados por el programa.

Claves de Éxito

Las razones de éxito de este instrumento se refieren principalmente a su flexibilidad para la configuración de consorcios empresariales, que en su última versión ha logrado obtener una alta convocatoria del mundo empresarial. Dentro de las razones de éxito se enuncian las siguientes:

- Permite co-financiar el desarrollo de negocios basados en CTI con particular atención en la demanda empresarial.
- Permite una movilización de compromisos y de acuerdos de inversión empresarial en forma efectiva.
- Se trata de un instrumento difundido en conjunto con otros tres organismos ejecutores, CORFO, Innova, Conicyt y FIA (Fundación de Innovación Agraria).
- El instrumento ha incorporado mejoras en el mecanismo de financiamiento orientado a la sostenibilidad de consorcios jóvenes.
- Se complementa con otros instrumentos de innovación empresarial.

Obstáculos y medidas correctivas

Se detectaron dos aspectos de mejora del instrumento que permitieron revertir algunas dificultades que ponían en riesgo el logro de los objetivos del consorcio y disminuir su impacto en la creación de valor. El primero se refiere a la dificultad para establecer objetivos comunes entre las empresas y las universidades. La reacción por parte de los mismos consorcios, llevaron a que éstos conformaran en forma autónoma la figura de Comité Técnico, con el fin de establecer criterios y proponer lineamientos de I+D+i, los cuales serán aprobados por el Consejo Directivo. Por otro lado, la sostenibilidad económica de los consorcios ha sido uno de los desafíos más relevantes, existiendo en la actualidad consorcios creados sin o con mínima actividad, y consorcios que han cerrado por falta de financiamiento.

En el entendido de que la política pública de fomento a la innovación empresarial prevé que los CTE sean mecanismos de producción de conocimiento e innovación de mediano y largo plazo, se crea la modalidad de convocatoria a Consorcios con el objetivo de apoyar la continuidad de proyectos de investigación que hayan demostrado resultados positivos en orientación al logro de objetivos inicialmente propuestos. Así como también, dicha convocatoria se dirige particularmente a Consorcios que pretendan apoyar la continuidad y consolidación de trabajos colaborativos entre empresas y entidades tecnológicas, nacionales y/o extranjeras, y el desarrollo de estrategias de comercialización a partir de productos y resultados ya obtenidos.

Consideraciones para una eventual adopción en Medellín

La adopción de un instrumento similar plantea primeramente un soporte institucional para su administración, que podría estar dado por Ruta N, concibiéndolo como un instrumento alineado al Plan CTI (pudiendo establecerse una priorización con criterio de Clústeres).

Información de Referencia

CORFO: <http://www.corfo.cl/programas-y-concursos/programas/consorcios-tecnologicos-para-la-innovacion>

Modelo de Aprendizaje 5

FONDOS MIXTOS (FOMIX): Fomento a la inversión Científica y Tecnológica en México

Descripción del Programa

El Programa Especial de Ciencia, Tecnología e Innovación (PECiTI) 2008-2012, documento rector de la política científica, tecnológica y de innovación de México, propone fortalecer la apropiación social del conocimiento y la innovación, y el reconocimiento público de su carácter estratégico para el desarrollo integral del país. Un asunto sustantivo es la necesidad de unir los esfuerzos de todos los actores involucrados en el sistema: empresas, instituciones de educación superior, y centros de investigación públicos y privados, en torno a las acciones conductoras de gobiernos estatales y municipales en alianza con el Consejo Nacional de Ciencia y Tecnología (CONACYT). Esta alianza se manifiesta en los Fondos Mixtos (FOMIX), que son fideicomisos en los cuales concurren los recursos del CONACYT con los recursos aportados por los gobiernos de estados y municipios.

La operación de los FOMIX comenzó en 2002 en un número reducido de entidades. Actualmente este sistema alcanza los 31 estados y un distrito federal que conforman el país, y tres entidades municipales; habiéndose convertido en un instrumento de apoyo al sistema nacional de financiamiento para la ciencia, la tecnología y la innovación. Su gran virtud es que los objetivos y metas del Fondo Mixto en cada estado son definidos por las propias autoridades locales, entre las que destacan los Consejos Estatales de Ciencia y Tecnología (COECYT).

Desde sus inicios, el fomento del desarrollo científico y tecnológico regional, a través de los FOMIX, ha sido una política compartida entre el CONACYT y las entidades federativas. Los esfuerzos que cada entidad federativa realiza, aun en un ambiente limitado de recursos financieros, han permitido proyectar al FOMIX como uno de los instrumentos más importantes para apoyar la descentralización de las actividades en materia de ciencia, tecnología e innovación en el país.

El siguiente cuadro muestra de manera general las características relevantes del Fondo Mixto:

Componente	Descripción
Foco estratégico FOMIX	<p>El FOMIX es un instrumento que apunta a fortalecer la inversión en CTI en los estados, por medio de un mecanismo de co-inversión entre el nivel central y regional de gobierno, que busca incentivar y dinamizar la inversión privada en CTI.</p> <p>La definición del foco de implementación del FOMIX en los estados se resuelve en instancias regionales de decisión, para lo cual se priorizan demandas específicas de acuerdo a los intereses propios locales. A esta demanda, serán las empresas, universidades y organismos públicos regionales, los que deberán responder con iniciativas de desarrollo en CTI.</p>
Esquema de gobierno del FOMIX	<p>El Comité Técnico y Administrativo es la más alta autoridad del Fondo y vela por la correcta implementación y uso de los recursos. El Comité se constituye por medio de un convenio de colaboración entre el gobierno federal y el estado, o en su caso una municipalidad, en donde se fijan los aportes y recursos de ambos para establecer por medio de un contrato.</p>

	El Comité se conforma por un Presidente y lo acompañan representantes del quehacer privado, universidades y sector público, éste último incluye representaciones estatales de CONACYT (Consejos Estatales de Ciencia y Tecnología, COECYT).
Financiamiento	Los recursos provienen del presupuesto autorizado de CONACYT y de los estados y/o municipios. Los aportes de las partes se acuerdan específicamente para cada caso. Actualmente se cubren los 31 estados y un distrito federal que conforman el país, y 3 entidades municipales. El presupuesto nacional logrado el año 2013 superó los USD 90 millones.

Relevancia para Medellín

La experiencia de los Fondos Mixtos refleja un esfuerzo que logra establecerse como política de descentralización, y que es adoptada y apropiada en general por todos los estados de México, con algunas regiones más activas que otras. Este instrumento ha permitido generar institucionalidad y capacidades en los sistemas regionales de innovación, así como avanzar en la captura y levantamiento de recursos privados complementarios de los sectores productivos.

Para Colombia, puede ser muy significativa esta experiencia, ya que la estructura de gobierno para la operación de recursos descentralizados es muy similar en ambos países. A esto se agrega que Medellín como alcaldía o municipalidad podría crear su propio Fondo Mixto con aportes propios y del gobierno central.

Resultados del programa

A septiembre del 2013 los Fondos Mixtos han generado una inversión cercana a los USD 670 millones⁹², aplicados en los diferentes proyectos. La distribución de recursos se resume en la siguiente tabla:

Cuadro 1. Distribución anual Fondo Mixto en millones de dólares

	2002-2006	2007	2008	2009	2010	2011	2012	2013
Conacyt	80	17	73	40	52	34	34	41
Estados	59	14	40	42	34	40	30	42
Total	138	31	113	82	86	73	64	83

Total aportes Conacyt	370 Millones de Dolares
Total Aportes Estados y Municipios	300 Millones de Dolares
Total a la fecha (septiembre 2013)	671 Millones de Dolares

Fuente: Página web de Conacyt, 2013. www.conacyt.mx

La producción de proyectos en demandas específicas asciende a un total de 5.489 y se distribuyen en las siguientes áreas priorizadas:

⁹² Cifra aproximada según tasa de cambio, 1 peso mexicano = 0,075 US\$.

Cuadro 2. Distribución de proyectos en áreas relevantes



Fuente: Página web de Conacyt, 2013 www.conacyt.mx

Claves de Éxito

Las razones que han permitido consolidar los FOMIX como instrumento de fomento a la inversión en CTI, se basan en que éstos logran materializar las voluntades entre la federación y los estados. En consecuencia de lo anterior los FOMIX se consideran exitosos por las siguientes razones:

- La relación federación/estados se dinamiza; los estados participan en una relación fundada en la corresponsabilidad y en la confianza.
- Las demandas de conocimiento se definen localmente a partir de las áreas de desarrollo estatal.
- Las convocatorias se diseñan a partir de las políticas de desarrollo de las entidades federativas (Plan Estatal de Desarrollo, Programas Sectoriales, Programa Estatal de Ciencia y Tecnología); y se alimentan con la participación sectorial a través de mecanismos de consulta y decisión que los propios estados definen.
- El instrumento ha activado la colaboración intersectorial e interinstitucional desde los estados.

Obstáculos enfrentados y medidas correctivas adoptadas

Algunos de los obstáculos en la implementación de esta política pública son recurrentes en este tipo de mecanismos (inversión descentralizada), y tienen que ver con las capacidades y condiciones iniciales propias de los estados en cuanto a estructura institucional y de gobernanza en los sistemas (locales/regionales) de innovación. Lo anterior conlleva a que en un principio los recursos son destinados sin una clara orientación en CTI o dispersados en proyectos que no alcanzan impacto suficiente.

En la medida que el mecanismo FOMIX avanza en el tiempo, los gobiernos estatales desarrollan capacidades y mecanismos de gobernanza suficientes para focalizar y convocar

demandas específicas en CTI, incluso con aportes privados. De esta manera, actualmente se financian menos proyectos pero con más recursos asociados.

Consideraciones para su adopción en Medellín y Colombia

Alguna de las consideraciones para la adopción de esta política en Colombia se refieren a la utilización de los mismos mecanismos de descentralización de recursos con que opera México. Es decir, haciendo la analogía con Colombia, sería Colciencias la entidad operadora a nivel nacional, y los gobiernos departamentales y/o Alcaldías con quienes suscribirían los convenios y contratos para establecer el Fondo Mixto. Es necesario también establecer un Comité de alto nivel que vele por los intereses regionales de la aplicación del Fondo, con representatividad local de todos los sectores relevantes para la definición de las prioridades y demandas específicas.

Información de Referencia

Consejo Nacional de Ciencia y Tecnología, CONACYT, Gobierno de México.
Página web www.conacyt.mx

Modelo de Aprendizaje 6

Programa de compra pública innovadora en Flandes, Bélgica

Descripción del programa

Con una población de unos 6,3 millones de habitantes, Flandes es la más grande de las tres regiones que componen Bélgica, siendo las otras Valonia y la región de Bruselas. Las tres regiones se caracterizan por su elevada autonomía en materia de ciencia, tecnología e innovación, así como por sus altas tasas de inversión en I+D (superiores al 2% del PIB durante los últimos años). Flandes cuenta con una ambiciosa estrategia de desarrollo cuyo objetivo es situar a la región como una de las cinco regiones más innovadoras de la Unión Europea (UE) para el año 2020 (Cincera, 2013).

En el año 2009 Flandes fue la región pionera del país, y también una de las primeras de la UE, en desarrollar un programa de compra pública innovadora, cuya gestión fue encomendada a IWT, la agencia flamenca de innovación⁹³. Dicho programa se centra en la compra pública precomercial de I+D, a través de un proceso secuencial para la compra de servicios de I+D a empresas o centros de I+D para el desarrollo de productos, servicios o procesos innovadores que no existan en el mercado y que ayuden a resolver grandes retos sociales (e.g. envejecimiento de la población, movilidad, salud, calentamiento global) y/o a mejorar la eficiencia de los servicios públicos.

Para iniciar el proceso, se creó en el seno de IWT un departamento de compra de innovación (“Knowledge Centre on Innovation Procurement”) con un grupo de trabajo multidisciplinario, incluyendo un abogado, un especialista en innovación, expertos en tecnologías y gestores de proyectos. A partir de ahí, el primer paso consistió en la identificación de las necesidades de compra pública en distintos ministerios a través del diálogo –coordinado por IWT- entre las distintas administraciones. De esta forma, se seleccionaron 13 áreas prioritarias, y a cada una de ellas se le asignó un millón de euros para los primeros proyectos piloto durante un periodo inicial de dos años. Para cada una de estas áreas prioritarias se nombró una persona de contacto, ello con el objetivo de coordinar la selección de proyectos en su área.

Una vez seleccionadas esas 13 áreas prioritarias, se desarrolló una metodología para el proceso de compra pública innovadora que puede dividirse en 3 fases:

Fase 1. Establecimiento de Plataforma de Innovación y consultas de mercado (de 3 a 6 meses)

Para cada proyecto seleccionado se establece una “plataforma de innovación” coordinada por IWT, cuyo objetivo es buscar posibles soluciones al reto social en cuestión a través de consultas de mercado y discusiones técnicas entre el comprador público, las empresas, y los centros tecnológicos seleccionados y dispuestos a participar. El objetivo es maximizar la coordinación y el intercambio de conocimiento entre la demanda y la oferta, de forma que los licitantes conozcan toda la información disponible por los ministerios y queden claras las especificaciones del producto o servicio. En una primera reunión, estas plataformas deben realizar una revisión del estado del arte, para explorar las soluciones disponibles en el mercado, y determinar si es necesario acometer actividades de I+D adicionales. Es decir, el diálogo en el seno de la plataforma de innovación sirve de base para decidir si la compra pública debe ser precomercial (si es necesario realizar más I+D) o comercial (si ya existe una solución en el mercado). El proceso termina con un informe final y con la preparación de los documentos para una convocatoria pública para seleccionar las empresas y centros de I+D que participen en la siguiente fase.

⁹³ <http://www.iwt.be> Innovatie door Wetenschap en Technologie (IWT). Traducción en español: Innovación para la Ciencia y la Tecnología.

Fase 2. Compra pública precomercial de I+D (de 6 meses a 2 años)

El punto de partida consiste en la publicación de una convocatoria pública donde se definen claramente las necesidades de I+D a desarrollar y se sientan las bases para seleccionar a las empresas participantes. A partir de ahí se seleccionan diferentes participantes para desarrollar las actividades necesarias de I+D y cada participante desarrolla un prototipo que se entrega al gobierno para ser probado. Se introduce un mecanismo de cofinanciación para que el gobierno y las empresas compartan los riesgos de la inversión necesaria en I+D. Con anterioridad a este programa piloto, un proyecto que requiriera I+D adicional estaba fuera del ámbito de la legislación sobre compra pública salvo que los servicios fueran pagados en su integridad por el gobierno y los resultados (propiedad intelectual) fueran atribuidos también al gobierno. En este caso, sin embargo, se considera necesario que los derechos de propiedad intelectual queden en manos de las empresas en la medida de lo posible, puesto que no hay ninguna garantía de que el gobierno vaya finalmente a comprar el producto, y porque lo que se pretende es estimular la innovación empresarial. En esta fase se establece que como mínimo deben desarrollarse dos prototipos, por dos empresas distintas, para cada producto/servicio a contratar. Esta fase del programa es la más larga, pudiendo durar entre 6 meses y 2 años.

Fase 3. Fase de compra pública ordinaria

Tras completar la fase de I+D, si se ha logrado desarrollar un prototipo satisfactorio, el gobierno inicia la fase de compra comercial para implementar el proyecto innovador, mediante la publicación de las bases del concurso. Esta fase se rige por los siguientes principios: precio fijo, competencia justa, y selección basada en la oferta más ventajosa económicamente. Es importante respetar la competencia justa y establecer mecanismos transparentes de selección de proveedores. Esto implica que no se debe favorecer a las empresas que hayan participado en la fase precomercial frente a otras empresas que posteriormente se presenten al concurso en la fase comercial. Por tanto, las empresas participantes en la fase precomercial deben buscar fórmulas de recuperar al menos parte de los costes incurridos, a través de ganancias de eficiencia y mediante la adquisición de nuevas capacidades tecnológicas que permitan mejorar sus productos y servicios en el mercado. Además, en el contrato de compra pública precomercial pueden establecerse cláusulas que establezcan el pago de cánones en concepto de licencia por el uso de la tecnología desarrollada, en caso de no ser finalmente seleccionadas en la fase comercial.

Relevancia para Medellín

El programa de compra pública innovadora de Flandes es considerado como una experiencia exitosa y ha servido como fuente de inspiración para otros países y regiones europeos. Además, ayuda a ilustrar cómo los programas de compra pública innovadora pueden organizarse desde el ámbito regional o local, y no solamente desde el gobierno nacional. El programa de Flandes se centra en los grandes retos sociales, como también debería ser el caso en Medellín. La metodología desarrollada para la selección de proyectos y para las consultas de mercado puede ser un punto de partida útil si se decidiera poner en marcha un programa piloto de compra pública innovadora en Medellín.

Resultados del programa

Hasta 2011 se presentaron en las 13 áreas prioritarias un total de 48 propuestas de proyectos, entre las cuales se seleccionaron 15 proyectos y se crearon “plataformas de innovación” para cada uno de ellos. El primer proyecto en iniciarse fue una plataforma para libros digitales (e-book), que sirvió como piloto y demostró el buen funcionamiento del sistema. Posteriormente se iniciaron otros muchos proyectos como un sistema de diagnóstico ocular para niños; un sistema de información cultural y de entretenimiento; un proyecto sobre el uso de las TIC en la atención sanitaria; un plan de desarrollo personal para ciudadanos; unos nuevos “trajes inteligentes” para bomberos; un sistema de bicicletas eléctricas recargables en parkings

públicos; nuevos sistemas de control de obras públicas para controlar el riesgo de excavaciones; sistemas hidrográficos para mediciones topográficas de ríos y zonas marítimas; sistemas más sostenibles de cultivo agrícola en invernaderos; nuevos métodos de aprendizaje independiente y aprendizaje basado en competencias para su uso en escuelas; construcciones de bajo consumo energético para edificios de uso público; etc. El programa sigue en marcha y sus avances pueden consultarse en la siguiente página web: <http://www.innovatiefaanbesteden.be>

Claves de éxito

El programa sirvió para crear un eficiente foro de diálogo público-privado y mejorar así la coordinación entre demanda y oferta de innovación. Esto se logró gracias al buen funcionamiento de las “plataformas de innovación” coordinadas por IWT. En general, se desarrolló una metodología adecuada para el buen funcionamiento de las distintas fases del proceso, asegurando la transparencia pero al mismo tiempo permitiendo el máximo de flexibilidad.

Obstáculos y medidas correctivas

La puesta en marcha del programa de compra pública innovadora se enfrentó a retos legales, para garantizar el cumplimiento de las normas que velan por la libre competencia y la transparencia en los mercados, y en la asignación de financiación pública. Por lo tanto, se prestó una especial atención a asegurar altos estándares de transparencia con relación a los procesos de I+D y los procedimientos de selección de empresas participantes. Los requerimientos de comunicación para la compra pública innovadora son mayores que para la compra pública tradicional. El gobierno tiene que consultar con el mercado en la fase pre-comercial para comprender mejor las necesidades de innovación y también para informar a las empresas, a veces con años de antelación para que puedan anticiparse a las necesidades futuras.

Otro reto fue la decisión sobre a quién atribuir la propiedad intelectual resultante de las actividades de I+D. Por una parte, algunos argumentaban que la propiedad intelectual debería quedar en manos del gobierno ya que era quien aportaba la financiación de la I+D. Por otra parte, otros sostenían que debía quedar en manos de las empresas, ya que también ellas asumían parte del riesgo y de la financiación del proyecto, y sobre todo porque se quería fomentar la capacidad innovadora y competitividad de las empresas, para lo cual era importante permitir que pudieran aplicar sin restricciones los resultados de la I+D en otros ámbitos. Finalmente se optó por esta segunda opción, que como se señaló en el **Capítulo 5** es generalmente la opción más recomendable.

Consideraciones para una eventual adopción en Medellín

El desarrollo de un programa de compra pública innovadora en Medellín requeriría un estudio legal previo para determinar su encaje en el marco normativo nacional y local relativo a la compra pública.

Como en el caso de Flandes, donde la gestión del programa recayó en la agencia regional de innovación (IWT), en Medellín el programa podría gestionarse desde Ruta N. Sin embargo, habría que considerar la posibilidad de desarrollar el programa a nivel regional, como una alianza entre la Alcaldía de Medellín y la Gobernación de Antioquia, para alcanzar una mayor masa crítica y lograr un impacto mayor en la sociedad.

Cabría explorar la posibilidad de utilizar fondos del programa de regalías para poner en marcha el programa de compra pública innovadora en Medellín, como un programa piloto que posteriormente podría aplicarse en otras regiones del país. En su caso, la financiación del programa de regalías para este programa debería ser genérica, permitiendo la selección autónoma de los proyectos a financiar a través de compra pública precomercial.

Información de Referencia

- Cincera, M. (2013), *ERAWATCH Country Reports 2012: Belgium*, European Commission. http://erawatch.jrc.ec.europa.eu/erawatch/opencms/information/reports/countries/be/report_0006?country=be
- Vermeulen, H. (2011), “Demand-side innovation policies in Flanders”, in OECD, *Demand-side Innovation Policies*, OECD Publishing. <http://dx.doi.org/10.1787/9789264098886-9-en>
- Veys, C. (2013), “The Flemish Pre-commercial procurement concept”, Presentación de IWR en Bruselas el 20 de noviembre de 2013. http://cordis.europa.eu/fp7/ict/photonics/docs/ict-health16_en.pdf

Modelo de Aprendizaje 7

Centros Corporativos de Excelencia Internacional, Chile

Descripción del programa

Dentro de las políticas desarrolladas para la atracción de inversión internacional en CTI en Chile, existe el Programa de Atracción de Centros de Excelencia Internacional (CEI), de naturaleza corporativa. El propósito general de este programa es el de promover y consolidar la instalación de organizaciones y empresas de clase mundial con actividad en CTI en Chile. El programa fue creado en el año 2011 por la Corporación de Fomento a la Producción, CORFO.

La aplicación de este programa se ha desplegado en dos fases estratégicas de acción: la primera, que busca cubrir la necesidad de mejorar la competitividad de los sectores productivos nacionales, mediante la generación de conocimiento aplicado y vinculación internacional de la ciencia con la industria local. Y la segunda, que busca incentivar a empresas y holdings internacionales a desarrollar negocios corporativos globales de base tecnológica desde Chile.

Lo anterior permitió, durante la primera fase entre 2009 y 2011, la instalación de cuatro CEI vinculados a instituciones de I+D “de bandera” en sus países de origen, siendo el caso de *CSIRO* (Australia) orientado a CTI en minería; *Fraunhofer* (Alemania) en biotecnología y desarrollo de energías renovables; *INRIA* (Francia) en TIC y modelación matemática; y *Wageningen* (Holanda) en industria alimentaria.

En una segunda fase, lanzada en 2011, el programa logró recibir once postulaciones de Centros Corporativos de Excelencia Internacional con interés en desarrollar proyectos de CTI desde Chile para Latinoamérica principalmente.

Es en esta segunda fase donde se concentrará el examen del presente caso de modelo de aprendizaje, con el fin de aportar elementos de diseño de política pública al sistema de innovación de la ciudad de Medellín, en materia de atracción de organizaciones y empresas internacionales.

El costo total de los CEI Corporativos asciende aproximadamente a 77.6 Millones de USD, de los cuales CORFO aporta USD 25.6 millones (33%) y las empresas matrices USD 52 millones (67%) para un periodo de 4 años. Durante 2013 fueron adjudicados cuatro CEI a empresas y holdings internacionales: GDZ Suez Laborelec, Telefónica, Emerson y Pfizer.

El Programa ha tenido por objeto el establecimiento en Chile de Centros de Excelencia en I+D internacionales para realizar actividades de investigación y desarrollo, transferencia tecnológica y comercialización, en áreas de frontera tecnológica, con alto impacto económico nacional e internacional, y que fortalezcan las capacidades nacionales de I+D.

Las principales componentes que configuran el modelo de los CEI corporativos aplicado en Chile se resumen en el siguiente cuadro:

Componente	Descripción
Foco estratégico del CEI	<p>El foco del programa es la Atracción de Centros Corporativos de clase mundial que permitan incorporar talentos y capacidades desde el exterior, para desarrollar desde Chile la producción de negocios y emprendimientos globales.</p> <p>A diferencia de la primera convocatoria, en esta oportunidad no habrá llamado especial a centros vinculados a sectores</p>

	<p>productivos (clúster) definidos, sino que éste se abre a todos los sectores y campos de conocimientos transversales, definidos por el mercado y su capacidad de movilizar acuerdos en la lógica internacional con vínculos con la industria y socios tecnológicos locales.</p>
Estructura de gobierno corporativo	<p>El CEI deberá instalarse en Chile a través de alguno de los siguientes mecanismos:</p> <p>a) Constitución de una sociedad de conformidad con las leyes de la República de Chile.</p> <p>b) Constitución de una fundación o corporación de conformidad con las leyes de la República de Chile.</p> <p>El CEI podrá presentar el proyecto en forma vinculada con al menos un co-ejecutor nacional; esto es una persona jurídica, pública o privada, constituida en Chile, que pertenezca a alguna de las siguientes categorías:</p> <ul style="list-style-type: none"> - Universidades e Institutos Profesionales - Centro Tecnológico Nacional - Empresas de Base Tecnológica <p>Opcionalmente, podrá considerarse la participación de una o más personas jurídicas en calidad de Asociados. El Asociado es una persona jurídica, pública o privada, con o sin fines de lucro, nacional o extranjera, que aporta recursos necesarios para el desarrollo del proyecto, y eventualmente da mayor pertinencia a las líneas de investigación y desarrollo.</p> <p>El CEI-Chile deberá contar con un Consejo Directivo, que sesionará regularmente y con las facultades explícitas para su gobernabilidad. Es recomendable que el CEI-Chile cuente además con un Consejo Científico Asesor y un Consejo Empresarial Asesor.</p>
Financiamiento	<p>El monto máximo de subsidio de CORFO será de hasta USD 8 millones.</p> <p>Los aportes pecuniarios por cada Centro de Excelencia Internacional Empresarial deberán ser de al menos 2 veces el valor del subsidio otorgado por CORFO.</p> <p>Complementariedad con la ley de I+D de incentivos tributarios.</p>

El propósito final del Programa es que los mejores Centros de investigación aplicada, difusión y transferencia tecnológica, del mundo se instalen en Chile. Para el presupuesto 2014⁹⁴ se establecen 10 USD para 5 Centros de Excelencia Institucional y 4 USD para 2 Centros de I+D Corporativos.

⁹⁴ Ley de presupuesto 2014, Ministerio de Economía, gobierno de Chile.

Relevancia para Medellín

El interés de explorar el caso de los CEI corporativos aplicados en Chile tiene el propósito de señalar un modelo efectivo de atracción de inversión internacional en materia de CTI. Dicho modelo se orienta a la atracción de capacidades y recursos extranjeros en el país, con alianzas y proveedores locales, dinamizando así los sectores productivos en los cuales se desenvuelve. La relevancia de este caso para la ciudad de Medellín se justifica en que existe hoy en la ciudad (y en la región) un esquema de instrumentos para la atracción de empresas e instituciones ancla, en distritos localizados, en donde convergen un set de incentivos y beneficios que son promovidos y ejecutados específicamente por Ruta N. Es decir, en el contexto anterior, un subsidio adicional como el programa CEI en la ciudad de Medellín, podría hacer aún más atractiva la perspectiva de instalación de infraestructura para I+D de grandes empresas internacionales.

Resultados del programa

Entre los años 2013 y 2014 se espera la instalación de 6 a 10 nuevos centros CEI corporativos en Chile. A continuación una descripción general de los centros seleccionados en la convocatoria 2013 y su propósito principal en Chile:

Pfizer

En años recientes la empresa estadounidense Pfizer ha sido una de las pioneras en el desarrollo de medicinas que combaten el cáncer y que pueden entregar a los pacientes alternativas a la quimioterapia y otros tratamientos estándar. El centro de I+D que se establecerá en Chile justamente estará focalizado en la industria de Medicina de Precisión, el cual será un referente internacional en estas materias. La inversión total del Centro en Chile es de USD 21.5 millones, de los cuales CORFO aportará el 33% (USD 7 millones).

GDF Suez-Laborelec

El centro de GDF Suez-Laborelec estará focalizado en el desarrollo de energía solar y eficiencia energética. Su objetivo es convertirse en un centro de I+D para Energías Renovables que sea referencia en Latinoamérica y que genere competencias y experiencia en esta materia. La inversión total destinada al centro en Chile asciende a USD 8.3 millones de los cuales 33% serán aportados por CORFO (USD 2.7 millones).

Telefónica

Es conocido mundialmente en el área de las telecomunicaciones y en Chile estará focalizado en las soluciones TIC y en el desarrollo de Smart Cities (Ciudades Inteligentes), una tecnología integral que mediante una red inteligente de sensores y comunicaciones (M2M), permitirá una mejor y más eficiente gestión de servicios básicos de la ciudad tales como disposición de estacionamientos, gestión de tráfico, y monitoreo de condiciones ambientales. La inversión total para instalar el centro en Chile bordea los USD 24 millones, de los cuales CORFO aportará el 33% (USD 8 millones aprox.)

Emerson

El centro en Chile estará focalizado en generar un polo estratégico de desarrollo para la minería y metales, concentrando sus esfuerzos en desarrollar nuevas soluciones para la industria minera respecto a su gestión de procesos, automatización, tecnologías de redes y del medio ambiente. La inversión total del centro en Chile suma USD 23.8 millones, de los cuales CORFO aportará el 33% (USD 7.9 millones aprox.).

Claves de Éxito

Aún no existe una retroalimentación evaluativa sobre la implementación de este programa, sin embargo, se pueden encontrar elementos que referencian a modo general los aciertos del modelo:

- A nivel general el contexto político y económico de Chile actualmente permite condiciones competitivas para la atracción de inversión y capacidades en CTI de grandes compañías internacionales.
- La existencia de un Programa Nacional de Atracción de CEI con articulación y difusión del instrumento con agencias colaboradoras y entidades de promoción internacional.
- La complementariedad con los incentivos tributarios de la ley I+D ha sido un factor crítico para la decisión de inversión por parte de las entidades internacionales.

Los CEI instalados están trabajando en diversas líneas de I+D+i con importantes empresas representantes del sector minero, energético, alimenticio, tecnológico y bio-tecnológico, entre otros, para diseñar y crear soluciones u oportunidades que tengan impacto en los mercados globales.

Obstáculos encontrados y medidas correctivas

Uno de los principales obstáculos del programa de atracción de CEI tuvo que ver con su difusión efectiva, a modo de evitar todo riesgo de *captura* por parte de empresas específicas. Para ello se establecieron desde un principio canales de difusión conjunta con agencias gubernamentales como Pro-Chile y AGCI⁹⁵, y además se ejecutó una gira internacional con apoyo de las embajadas de los diferentes países visitados, ello con el objetivo de participar en reuniones con diversos *stakeholders* (empresas multinacionales intensivas en CTI).

Por otro lado, las convocatorias, en sus dos versiones, han tenido un alto interés y demanda, pero los recursos han sido limitados no pudiendo responder así a un número mayor de solicitudes. En promedio se ha aprobado únicamente un 35% de la demanda recibida por parte de empresas internacionales.

Consideraciones para una eventual adopción en Medellín

Debido a su alcance y envergadura, este instrumento admite ser diseñado y ejecutado por Ruta N en el marco de un acuerdo, ya sea con Colciencias o bien con Innpulsa, mediante una convocatoria pública, considerando las prioridades estratégicas establecidas por la ciudad de Medellín y el Departamento de Antioquia en su configuración. Esta convocatoria puede tener escala nacional, pudiendo considerar otras entidades aliadas con Colciencias/Innpulsa en otros Departamentos del país.

Ruta N para la aplicación de este instrumento desempeñará un importante rol promotor a nivel internacional, en alianza con entidades como ProAntioquia y la Cámara de Comercio de Medellín y Antioquia, y luego de acompañamiento durante la fase de establecimiento y operación, facilitando la inserción de los nuevos CEI corporativos en el sistema regional de innovación. Asimismo, puede complementar este instrumento con otros de atracción e incentivo a la inversión internacional empresarial en CTI.

Información de referencia

InnovaChile de CORFO, Sub-Dirección de Transferencia Tecnológica.

<http://www.corfo.cl/programas-y-concursos/programas/atraccion-de-centros-de-excelencia-internacional-en-id>

⁹⁵ Agencia Gubernamental de Cooperación Internacional.

ANEXO B

Plan de Accion