

# ESPACIOS IBEROAMERICANOS

Vínculos entre universidades  
y empresas para el  
desarrollo tecnológico



NACIONES UNIDAS

CEPAL



Secretaría General  
Iberoamericana

Secretaria-Geral  
Ibero-Americana

**Alicia Bárcena**  
Secretaría Ejecutiva

**Antonio Prado**  
Secretario Ejecutivo Adjunto

**Mario Cimoli**  
Director, División de Desarrollo  
Productivo y Empresarial

**Susana Malchik**  
Oficial a cargo  
División de Documentos y Publicaciones

El documento *Espacios iberoamericanos: vínculos entre universidades y empresas para el desarrollo tecnológico* fue elaborado por la División de Desarrollo Productivo y Empresarial de la Comisión Económica para América Latina y el Caribe (CEPAL). La coordinación estuvo a cargo de Mario Cimoli, Director de la División, y la redacción de los distintos capítulos fue realizada por Elisa Calza, Andrea Laplane, Jorge Mario Martínez y Sebastián Rovira.

Se agradece también a Wilson Peres por las contribuciones y comentarios y a un grupo de consultores y expertos internacionales por sus aportes a los distintos capítulos de la presente publicación: Mónica Casalet, Carlos Henrique de Brito Cruz, Jorge Katz y Federico Stezano.

Para la elaboración de este documento, se contó con financiamiento de la Comisión Económica para América Latina y el Caribe (CEPAL) y de la Secretaría General Iberoamericana (SEGIB), mediante recursos asignados por la Agencia Española de Cooperación Internacional para el Desarrollo (AECID). La Comisión agradece la cooperación financiera que hizo posible la publicación de este documento.

LC/G.2478

Copyright © Comisión Económica para América Latina y el Caribe (CEPAL) / Secretaría General Iberoamericana (SEGIB)

Todos los derechos reservados

Impreso en Naciones Unidas. Santiago de Chile. Noviembre de 2010

Diseño de portada: Claudia Aránguiz

## Índice

<b>Prólogo</b>	5
<b>Introducción</b>	9
<b>Capítulo I</b>	
<b>Capacidades científico-tecnológicas: un panorama regional</b>	<b>15</b>
1. Investigación y desarrollo y recursos humanos de calidad: elementos clave para el desarrollo tecnológico	17
2. Iberoamérica aún tiene mucho espacio para incrementar sus esfuerzos en actividades de innovación	18
3. La distribución del gasto en investigación y desarrollo en Iberoamérica es heterogénea y se concentra en pocos países	20
4. Ejecución de la inversión en investigación y desarrollo: hacia el fortalecimiento del sector productivo	22
5. Las empresas deben aumentar su participación en el financiamiento de las actividades de innovación en la región	24
6. El número de investigadores dedicados a actividades de investigación y desarrollo debe aumentar en la región	26
7. Los investigadores en la región se concentran en las instituciones de educación superior	28
8. El patentamiento como un indicador de resultado del esfuerzo de inversión en investigación y desarrollo	29
<b>Capítulo II</b>	
<b>Universidades: fortalezas y retos</b>	<b>31</b>
1. Principales misiones y funciones de la universidad	33
2. Los países iberoamericanos pueden aumentar su matrícula en educación terciaria	36
3. Iberoamérica debe avanzar en la formación de profesionales en las disciplinas científico-tecnológicas	37
4. Producción científica: Iberoamérica en el contexto mundial	40
5. La situación de las universidades iberoamericanas en el contexto mundial	43
<b>Capítulo III</b>	
<b>Sector productivo y empresarial iberoamericano: principales características y capacidades de innovación</b>	<b>45</b>
1. Estructura productiva y demanda de conocimiento	47
2. Concentración de las actividades de innovación de las empresas latinoamericanas en la compra de maquinaria y equipos	48

3. Fuentes de información para la innovación	50
4. Importancia de la cooperación para innovar	51
5. La cooperación y las capacidades internas son determinantes del tipo de bienes producidos y vendidos	53

#### Capítulo IV

### **La relación entre universidad y empresa: determinantes, espacios y canales de vinculación** 57

1. Elementos de convergencia y divergencia para la relación entre universidad y empresa	59
2. Razones y motivaciones para la vinculación	61
3. Canales y tipos de interrelación	63
4. Complejidad de los canales de vinculación	64
5. Canales de baja complejidad	66
6. Canales de complejidad media	70
7. Canales de alta complejidad	73
8. Estudios de casos de interrelación entre universidad y empresa	76

#### Capítulo V

### **Las políticas de apoyo a la vinculación entre universidad y empresa: un panorama regional de los objetivos y las limitaciones** 83

1. La importancia de las políticas y los instrumentos de vinculación	85
2. Hacia una visión sistémica de las políticas de ciencia, tecnología e innovación y el fortalecimiento de la relación entre universidad y empresa	86
3. Objetivos e instrumentos de política orientados a fomentar la vinculación entre universidad y empresa	87
4. Ejemplos de instrumentos usados en Iberoamérica para fortalecer la relación entre las universidades y las empresas	88
5. Limitaciones y desafíos de las políticas	97

#### Capítulo VI

### **Conclusiones** 99

1. Retos y oportunidades para avanzar en el fortalecimiento de la vinculación entre las universidades y las empresas	101
--	-----

<b>Bibliografía</b>	107
---------------------	-----

## Prólogo

La presente publicación es resultado de un esfuerzo conjunto de la Secretaría General Iberoamericana (SEGIB) y la Comisión Económica para América Latina y el Caribe (CEPAL) y ha sido elaborada para la vigésima Cumbre Iberoamericana de Jefes de Estado y de Gobierno (Mar del Plata 3 y 4 de diciembre de 2010). La publicación da continuidad a los trabajos desarrollados con anterioridad para las cumbres de San Salvador (2008)<sup>1</sup> y Estoril (2009)<sup>2</sup>, en que se identificaba al conocimiento y a la innovación como elementos centrales en las posibilidades de lograr un desarrollo sostenible e inclusivo de largo plazo para la región.

El conocimiento es un factor indispensable en la creación de valor agregado de los productos y servicios. Para poder competir en una economía abierta y con base en el conocimiento, son fundamentales la diversificación productiva y el desarrollo de las capacidades innovadoras, que están fuertemente relacionados con las instituciones, los sistemas de incentivos y las vinculaciones entre los agentes económicos y sociales.

El conocimiento presenta una serie de características que lo hacen un fenómeno altamente complejo y único. Por su parte, la participación en su generación y difusión depende marcadamente de las capacidades internas de los países, sus sistemas de innovación, los diversos agentes involucrados, incluidas las instituciones que lo generan (como las universidades y centros de investigación), los agentes que llevan ese conocimiento a un estadio en que es comercializado bajo una forma de producto o servicio (las empresas) y las instituciones del Estado que diseñan las políticas e instrumentos necesarios para impulsar la ciencia, la tecnología y la innovación, así como de las condiciones de entorno y de sus relaciones con otros países y regiones. Todos estos factores, así como sus vinculaciones, determinan las características del sistema y hacen que sea más o menos complejo e integral.

Así, analizar la manera en que se relacionan los agentes que componen los sistemas nacionales de innovación de los países de Iberoamérica cobra una importancia fundamental. El presente documento intenta avanzar en la comprensión de la relación entre las empresas y las universidades y los centros de investigación, factor que es determinante de las posibilidades de innovar, de realizar transferencia tecnológica y de generar efectos de difusión del conocimiento en la sociedad. En este nuevo trabajo también se profundiza en el diagnóstico de la región en términos de las capacidades en ciencia, tecnología

---

<sup>1</sup> "Espacios iberoamericanos: la economía del conocimiento".

<sup>2</sup> "Innovar para crecer: desafíos y oportunidades para el desarrollo sostenible e inclusivo en Iberoamérica".

e innovación, y se analizan las oportunidades y desafíos que enfrentan los países de Iberoamérica en materia de cooperación entre los agentes de los sistemas nacionales de innovación, identificándose los espacios y actividades que contribuyen a fortalecer dichas relaciones, en el entendido de que es a partir de ellas que se puede avanzar en la conformación de sociedades más inclusivas e integradas.

*Espacios iberoamericanos: vínculos entre universidades y empresas para el desarrollo tecnológico* se compone de seis capítulos. En la introducción, se realiza una breve descripción de las características más importantes del conocimiento y un análisis de las funciones más relevantes de los actores que integran los sistemas nacionales de innovación. En el primer capítulo se analizan brevemente las características más destacadas de la región en materia de ciencia y tecnología, mientras que en los capítulos segundo y tercero se revisan los principales rasgos de las universidades y de las empresas iberoamericanas, dos actores fundamentales en los análisis que se desarrollan en el presente trabajo. Para ello se consideran algunos de los indicadores comúnmente utilizados al respecto, que permiten tener un panorama general de la ciencia, la tecnología y la innovación en las universidades y empresas de la región, como la tasa de matriculación en la educación terciaria, la distribución de los estudiantes según diferentes disciplinas científicas, el número de publicaciones científicas, el número de patentes, la especialización productiva y las actividades de innovación de las empresas, entre otros.

En el cuarto capítulo se pasa revista a las principales formas en que se establecen relaciones entre las universidades o centros de investigación y las empresas, y se analizan las principales razones y motivaciones que mueven a ambos actores a buscar áreas comunes de vinculación, así como los canales más usados para tal fin. Al mismo tiempo, para entender mejor este proceso de interrelación y su complejidad, se presentan algunos ejemplos observados en los países iberoamericanos, en los que se identifican algunas experiencias exitosas. En el quinto capítulo se analiza la importancia de las políticas e instrumentos de apoyo a la vinculación entre universidades y empresas, así como también algunos ejemplos identificados en los países iberoamericanos.

Por último, en el sexto capítulo, sobre la base de las exposiciones y los análisis de los capítulos anteriores, se establecen las principales conclusiones del trabajo y se identifican algunos ámbitos de políticas y líneas de acción orientadas a difundir la innovación y el conocimiento, y tendientes a fortalecer los vínculos entre los agentes del Sistema Nacional de Innovación, siempre con el fin de avanzar en la identificación y generación de trayectorias de desarrollo de largo plazo sostenibles e inclusivas para Iberoamérica.

De acuerdo con las experiencias de los países de la región, la situación en Iberoamérica respecto de la vinculación entre universidad y empresa es bastante acotada y por lo general se habla de un “divorcio” entre ellas, sobre todo a nivel latinoamericano. En tal sentido, esta vinculación es uno de los grandes desafíos que abordan los países para avanzar hacia una verdadera sociedad del conocimiento, de forma de poder generar una masa importante de empresas innovadoras con base tecnológica que contribuyan a superar los desafíos que plantea un mundo global. Para ello, se requiere de universidades que, con su conocimiento, realicen aportes para pensar en nuevas y mejores soluciones, más efectivas y eficientes, basadas en tecnologías que incrementen la calidad de vida de los habitantes de los países;

se requiere también de empresas que adopten innovaciones tecnológicas en apoyo al desarrollo productivo de los diversos sectores, que permitan reducir la heterogeneidad estructural, progresando así en la conformación de sociedades más avanzadas e inclusivas.

La SEGIB y la CEPAL ponen la presente publicación a disposición de los gobiernos y ciudadanos de los países iberoamericanos con el fin de brindarles un panorama sobre la importancia que tiene la relación entre los diferentes agentes que componen los sistemas nacionales de innovación como determinante de las capacidades de innovar en el contexto de la economía del conocimiento. Se espera así contribuir a una mejor comprensión de los desafíos que enfrenta Iberoamérica en un momento en que nuevos actores, industrias y paradigmas tecnológicos están rediseñando el escenario económico regional y global.

**Alicia Bárcena**  
Secretaria Ejecutiva  
Comisión Económica para América Latina  
y el Caribe (CEPAL)

**Enrique V. Iglesias**  
Secretario General  
Secretaría General Iberoamericana  
(SEGIB)



## Introducción

### 1. Avanzando hacia una economía con base en el conocimiento

El surgimiento y desarrollo de la economía basada en el conocimiento ofrece espacios, oportunidades y desafíos que los países iberoamericanos deben afrontar. No hacerlo implicaría comprometer el desarrollo tecnológico, económico y social de los países y de la región en su conjunto.

En la literatura se muestra de forma consistente que los procesos de aprendizaje, generación y difusión de capacidades tecnológicas endógenas son claves para lograr un crecimiento sostenido con inclusión social y una distribución del ingreso más equitativa, en una economía global donde el conocimiento es uno de los principales activos (Fajnzylber, 1990; CEPAL, 2007). Entre los elementos centrales que caracterizan la economía global del conocimiento se encuentran: i) una mayor codificación del conocimiento; ii) una relación más estrecha entre tecnología y ciencia, con mayores tasas de innovación y ciclos de vida del producto más cortos; iii) una creciente importancia de la innovación en el crecimiento del PIB, así como de la educación y del aprendizaje continuo; iv) mayor inversión en elementos intangibles (investigación y desarrollo, educación, *software*, entre otros) que en capital fijo, y v) cambios sustanciales en la demanda de calificaciones en el mercado de trabajo.

La dinámica de la innovación, así como el desarrollo de nuevas capacidades científico-tecnológicas y la búsqueda de oportunidades a partir de los nuevos paradigmas tecnológicos, se relacionan no solamente con la inversión en investigación y desarrollo y en recursos humanos (factores determinantes en las posibilidades de incorporación de conocimiento en nuevos productos, servicios y procesos), sino también con las instituciones (empresas, universidades, centros de investigación, sector público y sociedad civil) y redes institucionales que dan sustento a la innovación y que pueden afectar su dirección. La interacción entre esas variables es fundamental en la generación de patrones de aprendizaje que son específicos a los distintos países y sectores.

Por otra parte, la ausencia de una teoría capaz de explicar completamente la conducta innovadora y el cambio tecnológico, así como las características específicas del conocimiento, hacen que no sea sencillo identificar el rol que juega el conocimiento en las posibilidades de crecimiento y desarrollo económico y social de los países. Al mismo tiempo, ciertos aspectos característicos del conocimiento, que se muestran en el diagrama 1, son indicativos de las especificidades que deben tenerse en cuenta al diseñar e implementar políticas tendientes a facilitar la generación y difusión del conocimiento y la innovación:

- La no rivalidad en el acceso se refiere al hecho de que la accesibilidad a un conocimiento o tecnología por parte de un agente económico no reduce la capacidad de otros agentes de acceder a él. Sin embargo, su uso es excluible mediante la aplicación de instrumentos como la propiedad intelectual, lo que transforma al conocimiento en lo que se conoce en la literatura como “bien club”, es decir, un activo no rival en su acceso aunque excluible en su uso.

- La no rivalidad implica también que el conocimiento no se agota por su uso, transferencia o reproducción (por ejemplo, utilizar un teorema muchas veces no hace que el conocimiento incorporado en él pierda validez o relevancia).
- La indivisibilidad de uso significa que la mitad, por ejemplo, de una información sobre una propiedad tecnológica no vale la mitad de la información completa, sino que su valor es nulo (por ejemplo, la mitad de un teorema no tiene ningún valor).
- La generación de nuevo conocimiento tiene un alto costo de producción en las primeras etapas, que luego se reduce sustantivamente en las etapas de reproducción y distribución.
- La presencia de rendimientos no decrecientes significa que, debido a las externalidades que se generan por el conocimiento y el progreso técnico, aumentar en una unidad cada uno de los insumos necesarios para la producción de un bien determinado genera un rendimiento por unidad producida que es mayor o igual al anterior.
- El carácter tácito del conocimiento se refiere a la incapacidad de los actores que hacen uso de ese conocimiento para explicar el por qué de su comportamiento, para expresar o articular las secuencias de procedimientos por las cuales “las cosas son hechas” y los problemas resueltos. En tal sentido, el carácter tácito se relaciona con el hecho de que “sabemos más que lo que podemos decir”.
- Por último, la generación del conocimiento se basa en procesos de prueba y error, de alta incertidumbre, característica que debe tenerse en cuenta al diseñar las políticas para facilitar su generación y difusión.

Diagrama 1  
CARACTERÍSTICAS MÁS RELEVANTES DEL CONOCIMIENTO



Fuente: Comisión Económica para América Latina y el Caribe (CEPAL).

Una de las consecuencias de las características del conocimiento es que, en una economía abierta, el conocimiento raramente es un bien público al que se puede acceder y del que se puede hacer uso una vez que es introducido en el sistema económico. En este escenario, modelos de políticas de ciencia y tecnología más adecuados y pragmáticos podrían ayudar a superar perspectivas simples que priorizan la dimensión de la oferta o la de demanda, e impulsarían la coordinación y la articulación entre ambas; tales modelos podrían apoyar el diseño e implementación de un conjunto coordinado de políticas horizontales, verticales o selectivas, y de competencia, cuyo propósito principal fuera mejorar la posición de las empresas locales en las redes globales y fortalecer las capacidades científico-tecnológicas de los países.

## **2. La importancia de contar con un Sistema Nacional de Innovación integrado**

La innovación es un elemento central en la estrategia de desarrollo, entendida como un proceso dinámico de interacción que une a agentes que trabajan guiados por incentivos de mercado (como las empresas) y otras instituciones que actúan de acuerdo con estrategias y reglas que responden a otros mecanismos y esquemas de incentivos (como los centros públicos de investigación y las instituciones académicas). Un aspecto central relacionado con la innovación es la cooperación entre diversos agentes, públicos y privados. En tal sentido, la dimensión sistémica de la innovación es central en las modernas teorías del aprendizaje tecnológico. Los vínculos sistemáticos y la interacción entre actores, así como la infraestructura económica e institucional que cada país es capaz de desarrollar, en lo que se conoce como Sistema Nacional de Innovación, determinan su habilidad para capturar el impulso que el conocimiento otorga a la producción, haciéndola entrar en un círculo virtuoso de crecimiento.

El Sistema Nacional de Innovación se define como el conjunto de agentes, instituciones y normas en que se apoyan los procesos de incorporación de tecnología y que determina el ritmo de generación, adaptación, adquisición y difusión de conocimientos tecnológicos en todas las actividades productivas (Lundvall, 1992). Por otra parte, no solamente el número de actores e instituciones es importante para determinar el alcance del sistema, sino que la densidad y frecuencia de las relaciones entre los diferentes actores que componen el sistema es también un factor categórico de las posibilidades de desarrollo científico y tecnológico de los países.

En tal sentido, diversas organizaciones e instituciones sociales, como las universidades, los institutos de investigación y desarrollo, y las agencias reguladoras, que juegan un rol fundamental en las posibilidades de cambio tecnológico y en el desarrollo científico y la dinámica innovadora de los países, muchas veces no operan de acuerdo con las lógicas del mercado, lo que plantea una serie de retos a la hora de diseñar los instrumentos y mecanismos adecuados para impulsar el desarrollo científico-tecnológico. Por ejemplo, las leyes de propiedad intelectual y los incentivos diferenciados de acuerdo con el sector productivo, entre otros, son determinantes de la conducta innovadora.

La construcción de capacidades de investigación y circulación del conocimiento que apoyen la innovación es un proceso largo y difícil, del cual las instituciones y los actores involucrados no

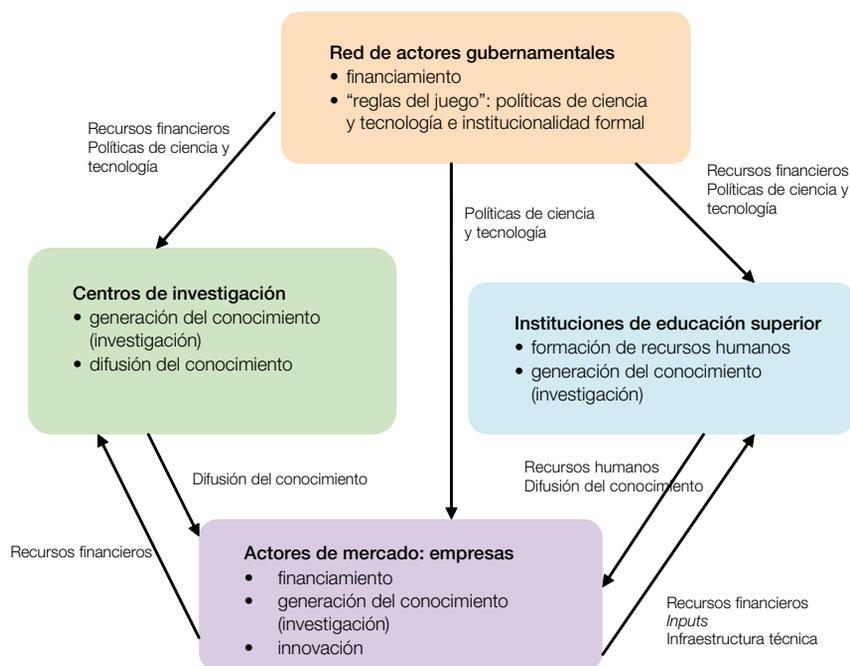
pueden quedar al margen. En una sociedad cada vez más compleja e interconectada, la colaboración multidisciplinaria es fundamental para abordar los descubrimientos que inician nuevas áreas del conocimiento. La idea central que subyace al concepto de Sistema Nacional de Innovación es que el aprendizaje no depende solamente de las firmas individuales, sino de redes, formales e informales, integradas por organizaciones de distinto tipo y objetivo. Cada vez es más difícil que las firmas individuales puedan disponer de todas las capacidades requeridas para competir en un mundo en que el progreso técnico se acelera y la especialización se profundiza. Esas capacidades solo pueden ser plenamente desarrolladas en un contexto de redes, donde los flujos de información y tecnología entre firmas y organizaciones son tan importantes como los de insumos y bienes.

### 3. Funciones principales de los agentes del Sistema Nacional de Innovación

Una visión simplificada de los actores de un Sistema Nacional de Innovación incluye la tríada formada por gobierno, universidades y empresas. Sin embargo, la realidad de un sistema de innovación es mucho más compleja que esta representación triangular y los canales de interrelación entre los diferentes agentes tienen también un rol protagónico (véanse el diagrama 2 y el cuadro 1).

Diagrama 2

SISTEMA NACIONAL DE INNOVACIÓN: COMPONENTES Y RELACIONES



Fuente: Comisión Económica para América Latina y el Caribe (CEPAL).

Cuadro 1

## PRINCIPALES FUNCIONES DE LOS AGENTES DEL SISTEMA NACIONAL DE INNOVACIÓN EN LA GENERACIÓN, DIFUSIÓN Y USO DEL CONOCIMIENTO

Funciones	Actores del Sistema Nacional de Innovación			
	Actores gubernamentales	Centros de investigación	Instituciones de educación superior	Actores de mercado: empresas
Financiamiento	X			X
Formación de recursos humanos para las capacidades científicas y tecnológicas			X	
Generación del conocimiento científico y tecnológico	Investigación básica		X	
	Investigación aplicada	X	X	X
Difusión del conocimiento científico y tecnológico		X	X	
Innovación				X

Fuente: Comisión Económica para América Latina y el Caribe (CEPAL).

a) Red de actores gubernamentales. Dentro de este conjunto de actores no se incluyen únicamente entidades públicas (como ministerios, consejos interministeriales u otros), sino también otras organizaciones e institutos dependientes de diversos ministerios o instituciones públicas de otro nivel administrativo, por ejemplo provincial o local. La red de actores gubernamentales realiza acciones que afectan de diversas maneras todas las etapas del proceso de innovación y se relaciona con todos los actores del sistema de manera directa o indirecta. Este conjunto de actores tiene la potestad de formular las políticas de ciencia y tecnología, que tienen efectos sobre la generación de la estructura formal de las instituciones que componen y caracterizan el Sistema Nacional de Innovación; y cumple asimismo un rol fundamental en el financiamiento de gran parte de la investigación que realizan las empresas y las universidades, a través de aportes directos o de fondos concursables. Esta red también tiene la competencia para regular el sistema de protección de la propiedad intelectual, factor particularmente importante, ya que determina las opciones y mecanismos para apropiarse del conocimiento.

b) Centros de investigación. Sus funciones están dirigidas especialmente a la generación de conocimiento, tanto a través de investigación básica como aplicada. Pueden ser entidades públicas que desarrollan parte de la investigación nacional, es decir, instituciones y organismos de investigación relacionados con ministerios y dependientes directamente de la acción y del financiamiento del gobierno, o entidades privadas e incluso híbridas. Uno de los grandes inconvenientes que enfrentan los centros de investigación privados es su financiamiento, debido a la naturaleza de las actividades de investigación científica y tecnológica. Por lo general, los gastos de ejecución de estas actividades son muy elevados y sus resultados, muy inciertos en términos de sus beneficios económicos, particularmente

cuando se trata de la investigación de base. Por esta razón, los centros de investigación privados se dedican generalmente a investigación más aplicada y esto los pone en una posición favorable para desarrollar enlaces con aquella parte del sector productivo que necesita satisfacer su demanda de conocimiento científico y tecnológico que pueda llevar al desarrollo de innovaciones con un retorno económico apropiado.

c) Universidades y otras instituciones de educación superior. Tradicionalmente, las funciones de las universidades –en particular en disciplinas científicas y tecnológicas– se pueden resumir en dos: formación de recursos humanos e investigación (básica y aplicada), ambas muy interconectadas, por cuanto parte del proceso formativo de los recursos humanos se vincula a la realización de actividades de investigación. En las últimas décadas, el papel de las universidades ha ido modificándose gradualmente a través de un proceso que les ha ido otorgando una tercera misión, relacionada con la comercialización y la apropiación de los beneficios económicos derivados de la investigación. Estos cambios responden, en parte, a la exigencia de que las instituciones de educación superior busquen recursos financieros alternativos a los que podrían considerarse tradicionales (representados por los fondos públicos), pero se relacionan también con el desarrollo de nuevos paradigmas tecnológicos basados en actividades de investigación y su creciente relevancia para el sector productivo. En este contexto, las capacidades científicas y tecnológicas de las universidades pueden representar un factor novedoso e importante para garantizar la competitividad de las empresas en sectores dinámicos y con elevado contenido científico-tecnológico.

d) Entidades que operan en el mercado. Esta categoría incluye a organismos nacionales e internacionales, como empresas, agentes financiadores, bancos y consultores, entre otros. Las empresas son un actor clave dentro del Sistema Nacional de Innovación, ya que utilizan los resultados de las investigaciones y aplican la ciencia y la tecnología para obtener innovaciones que traen aparejados beneficios económicos. Estas innovaciones son fundamentales para poder conseguir aumentos de la productividad y de la competitividad, sobre todo en los sectores más dinámicos y basados en el conocimiento científico y tecnológico.

**Capacidades científico-tecnológicas:  
un panorama regional**



## 1. Investigación y desarrollo y recursos humanos de calidad: elementos clave para el desarrollo tecnológico

- El desarrollo de capacidades científico-tecnológicas requiere de un entorno favorable, en el marco de un Sistema Nacional de Innovación complejo, sólido e integrado. En este sentido, las capacidades en ciencia y tecnología a la vez son el resultado y determinan la interrelación entre ciertos insumos que son parte del Sistema Nacional de Innovación.
- En general los insumos críticos en un Sistema Nacional de Innovación incluyen, en primer lugar, los recursos financieros para las actividades de investigación y desarrollo. A pesar de la importancia de las relaciones entre los actores y la institucionalidad, las actividades de investigación y desarrollo no pueden realizarse en ausencia de recursos financieros adecuados, que en el caso de las actividades científico-tecnológicas pueden ser montos relevantes. También es importante observar cómo los diferentes actores del sistema participan tanto en el financiamiento de las actividades de investigación y desarrollo como en su ejecución.
- El segundo insumo fundamental para que un Sistema Nacional de Innovación sea integrado y complejo y aproveche al máximo sus potencialidades, son los recursos humanos. Ellos constituyen la masa crítica de un país para el desarrollo de las actividades no solo de investigación y desarrollo, sino también de otras actividades de innovación, y son un factor clave en la generación y difusión del conocimiento científico y tecnológico. La magnitud y la calidad del capital humano en ciencia y tecnología son elementos fundamentales para evaluar las potencialidades y las perspectivas de un país en términos de generación de conocimiento.
- La experiencia de los países desarrollados y de reciente industrialización ha hecho evidente que la importancia otorgada a los recursos humanos calificados para la investigación y a la creación de una infraestructura institucional de excelencia para esta actividad es determinante de los patrones de desarrollo económico, científico y tecnológico y de la inserción en las cadenas globales de producción.
- La formulación de una política de investigación que se sustente en la conformación de un sistema de innovación para impulsar la investigación científica y tecnológica, es la base de una política nacional de ciencia, tecnología e innovación, ya que crea las condiciones de entorno y los incentivos necesarios para garantizar el desarrollo profesional de los investigadores y de las instituciones que constituyen el acervo de conocimiento de base para el desarrollo de todos los componentes de dicha política nacional. Así, resulta fundamental entender la situación de los países de la región en materia de investigación y desarrollo y de recursos humanos.

## 2. Iberoamérica aún tiene mucho espacio para incrementar sus esfuerzos en actividades de innovación

■ Uno de los indicadores más utilizados en la literatura para evaluar los esfuerzos de los países en materia de innovación es el gasto (o inversión) en investigación y desarrollo. En Iberoamérica, los niveles de inversión en investigación y desarrollo han sido tradicionalmente bajos y esto constituye una de las principales razones del rezago de la región en las actividades de innovación. Asimismo, se observa una notable heterogeneidad entre los países en términos de los montos que invierten en este ámbito (ya sea como valor absoluto o como porcentaje del PIB) y en la distribución de los montos de

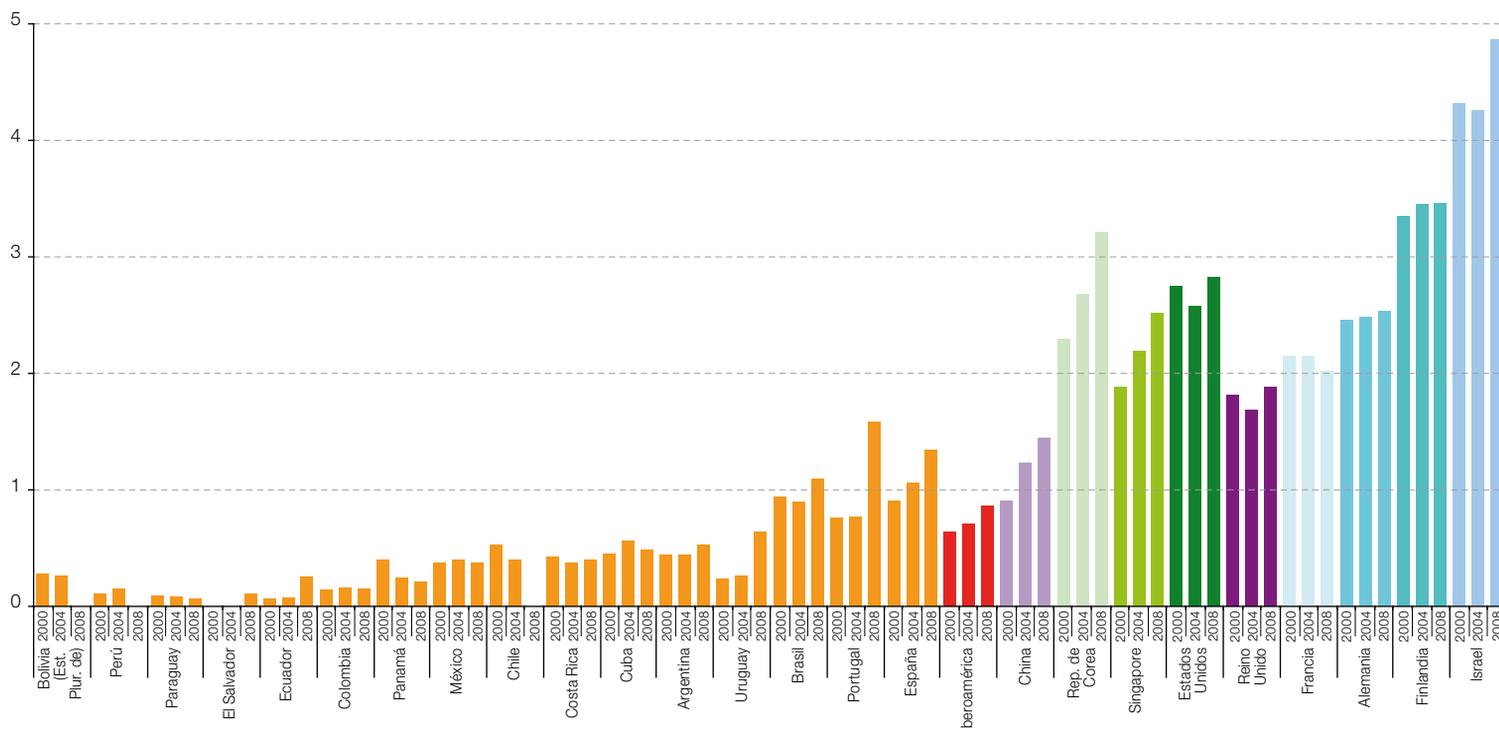
financiamiento y ejecución de las actividades de investigación y desarrollo entre gobierno, empresas y universidades. A pesar de lo anterior, es preciso destacar que en la región se observa en los últimos años un aumento del gasto destinado a este fin.

■ La comparación del gasto en investigación y desarrollo como porcentaje del PIB de países y regiones seleccionadas revela que estos valores han aumentado significativamente en varios países de la región entre 2000 y 2008 (véase el gráfico I.1). En Portugal,

Gráfico I.1

PAÍSES Y REGIONES SELECCIONADAS: GASTO EN INVESTIGACIÓN Y DESARROLLO COMO PORCENTAJE DEL PIB, 2000, 2004 Y 2008 O ÚLTIMO AÑO DISPONIBLE<sup>a</sup>

(En porcentajes)



Fuente: Comisión Económica para América Latina y el Caribe (CEPAL), sobre la base de información de la Organización de las Naciones Unidas para la Educación, la Ciencia y la Cultura (UNESCO) y la Red de Indicadores de Ciencia y Tecnología (RICYT).

<sup>a</sup> Los países de Iberoamérica se encuentran en color naranja en tanto que Iberoamérica como región se representa en color rojo.

España, el Brasil, el Uruguay y en menor medida la Argentina, los niveles de inversión como porcentaje del PIB han aumentado sustantivamente, lo que tiene efectos positivos en el desempeño promedio de la región.

- En valores absolutos, el gasto total en investigación y desarrollo de Iberoamérica aumentó a más del doble entre 2000 y 2008, como resultado de lo ocurrido en casi todos los países de la región. En particular, en España y el Uruguay el valor de la inversión en

investigación y desarrollo casi se triplicó en el período considerado, en tanto que en el Brasil se ha mantenido la estrategia tendiente a aumentar sustantivamente esta inversión, lo que ha confirmado al país como el que mayor esfuerzo realiza en esta materia en la región (con un monto que asciende a 17.835 millones de dólares corrientes). Por otra parte, en la Argentina, el Brasil, Chile, Colombia, Costa Rica, México y Portugal, el monto invertido en investigación y desarrollo aumentó al doble, o casi al doble, entre el comienzo de la década y 2008.

### 3. La distribución del gasto en investigación y desarrollo en Iberoamérica es heterogénea y se concentra en pocos países

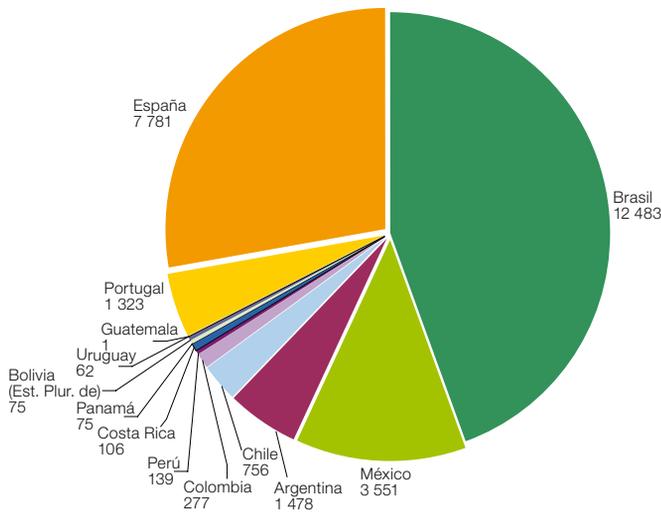
■ No obstante los avances ocurridos durante la presente década en la región, la inversión en investigación y desarrollo en Iberoamérica sigue estando marcada por tres características fundamentales. Primero, la mayor parte de esta inversión se concentra en pocos países: en solo cuatro de ellos (el Brasil, España, México y Portugal) se concentra más del 80% del monto total. Más aun, en España y Portugal, donde ya se concentraba el 32% de las inversiones totales en 2000, dicho porcentaje aumentó incluso

después de ese año llegando al 40% en 2008 (véanse los gráficos I.2 y I.3). Segundo, tanto en valor absoluto como en porcentaje del PIB, los indicadores de gasto en investigación y desarrollo presentan diferencias muy amplias entre los países, revelando una elevada heterogeneidad en términos del financiamiento de esta actividad, que se relaciona con las características de la industria y sus capacidades tecnológicas. Tercero, en una comparación con otras regiones del mundo, se observa que la importancia relativa

**Gráfico I.2**

**IBEROAMÉRICA: DISTRIBUCIÓN DE LA INVERSIÓN EN INVESTIGACIÓN Y DESARROLLO, 2000**

(En millones de dólares, en paridad de poder de compra)

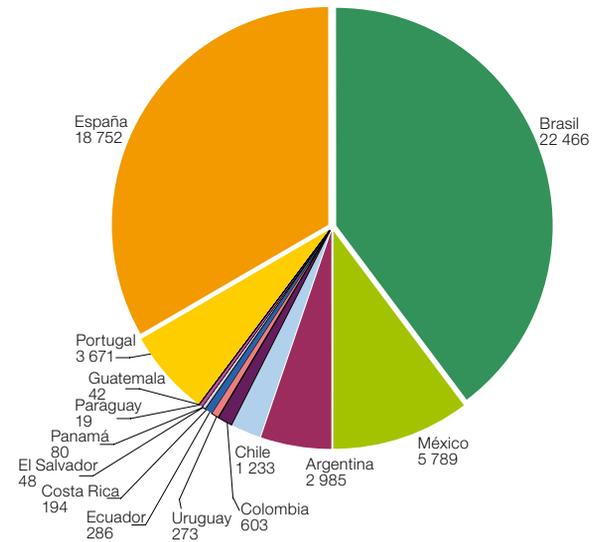


**Fuente:** Comisión Económica para América Latina y el Caribe (CEPAL), sobre la base de información de la Red de Indicadores de Ciencia y Tecnología (RICYT).

**Gráfico I.3**

**IBEROAMÉRICA: DISTRIBUCIÓN DE LA INVERSIÓN EN INVESTIGACIÓN Y DESARROLLO, 2008**

(En millones de dólares, en paridad de poder de compra)



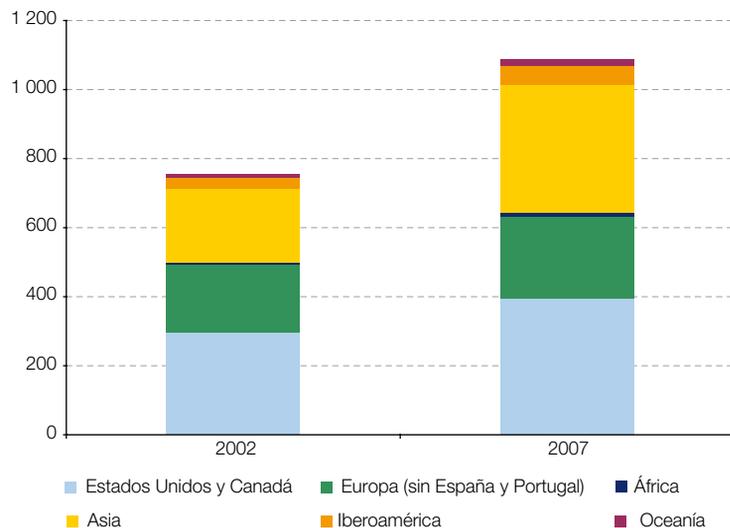
**Fuente:** Comisión Económica para América Latina y el Caribe (CEPAL), sobre la base de información de la Red de Indicadores de Ciencia y Tecnología (RICYT).

de Iberoamérica permanece baja: su gasto en investigación y desarrollo no ha aumentado significativamente y solo ha pasado de representar poco más del 4% del total mundial en 2002 a poco más del 5% en 2007. Por otra parte, es preciso destacar el creciente peso de Asia en el panorama internacional del gasto destinado a este fin, tanto en valor absoluto como en porcentaje del total mundial (véase el gráfico I.4).

#### Gráfico I.4

##### PRINCIPALES REGIONES: DISTRIBUCIÓN MUNDIAL DE LA INVERSIÓN EN INVESTIGACIÓN Y DESARROLLO, 2002 Y 2007

(En millones de dólares, en paridad de poder de compra)



**Fuente:** Comisión Económica para América Latina y el Caribe (CEPAL), sobre la base de información de la Organización de las Naciones Unidas para la Educación, la Ciencia y la Cultura (UNESCO).

## 4. Ejecución de la inversión en investigación y desarrollo: hacia el fortalecimiento del sector productivo

■ En los países de Iberoamérica las actividades de investigación y desarrollo las realizan primordialmente las universidades o centros de investigación especializados, que en su mayoría son de carácter público. Al mismo tiempo, y en relación con lo anterior, la principal fuente de financiamiento de las actividades de investigación y desarrollo en los países de la región sigue siendo el gobierno. Por esta razón, los esfuerzos por insertarse exitosamente en la economía global, caracterizada por la acelerada incorporación de tecnología en los productos y procesos, hacen necesario reforzar los vínculos entre esos centros y el sector productivo. Este último sigue participando débilmente en estas actividades, frente a lo cual es preciso subrayar la importancia de facilitar y fortalecer sus vínculos con las universidades o centros especializados de investigación.

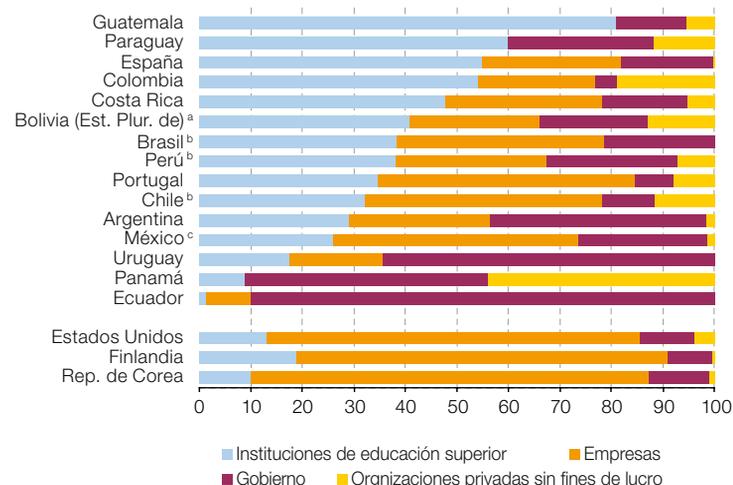
■ Algunas de las características más destacadas de la ejecución del gasto en investigación y desarrollo en la región son las siguientes (véase el gráfico I.5):

- Las instituciones de educación superior (universidades) son los actores que más participan en la ejecución de actividades de investigación y desarrollo (concentran en torno al 50% del gasto, o incluso más, en Guatemala, el Paraguay, España, Colombia y Costa Rica).
- Con la excepción de la Argentina (donde la participación del gobierno alcanza al 40%) y otros países donde el gobierno es el principal actor en la ejecución de investigación y desarrollo (el Uruguay, Panamá y Ecuador), en la mayoría de los países iberoamericanos la participación del gobierno en la ejecución del gasto destinado a estas actividades no supera el 25%.
- La participación de las empresas en este gasto en Iberoamérica es bastante menor a la observada en el mundo desarrollado y muestra valores muy inferiores a los que se registran en los Estados Unidos y la República de Corea, por ejemplo.
- Se observa una gran heterogeneidad entre los países de la región, desde situaciones como las del Uruguay y el Ecuador, donde se registran valores muy bajos de ejecución del gasto por parte del sector empresarial, hasta otras como las de Portugal, Chile y México, donde el sector productivo ejecuta más del 40% del gasto destinado a las actividades de investigación y desarrollo.

Gráfico I.5

IBEROAMÉRICA Y PAÍSES SELECCIONADOS: GASTO EN INVESTIGACIÓN Y DESARROLLO SEGÚN SECTOR DE EJECUCIÓN, 2008 O ÚLTIMO AÑO DISPONIBLE

(En porcentajes)



Fuente: Comisión Económica para América Latina y el Caribe (CEPAL), sobre la base de datos de la Organización de las Naciones Unidas para la Educación, la Ciencia y la Cultura (UNESCO) y la Red de Indicadores de Ciencia y Tecnología (RICYT).

<sup>a</sup> 2002.

<sup>b</sup> 2004.

<sup>c</sup> 2007.

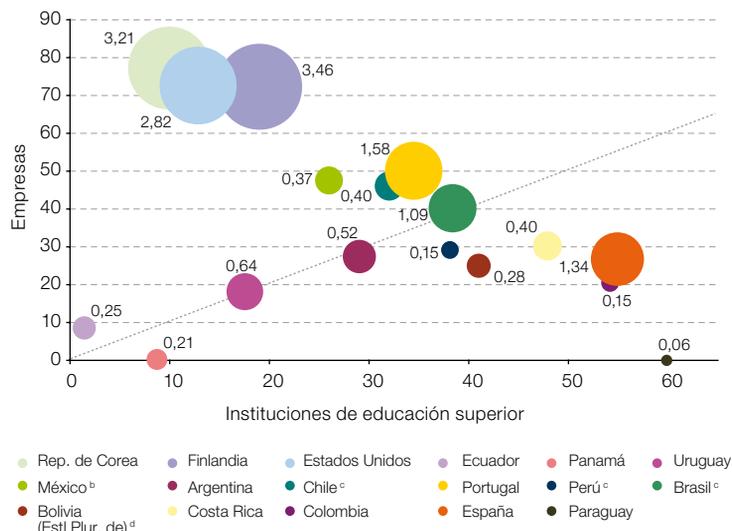
■ Por lo general, los actores más relevantes en la ejecución de actividades de investigación y desarrollo son las empresas y las instituciones de educación superior. En el gráfico I.6 se presenta sintéticamente la información sobre la participación relativa de esos dos actores en la ejecución de estas actividades, así como el nivel de esfuerzo de los países en materia de innovación, expresado por el monto de su gasto en actividades de investigación y desarrollo como porcentaje del PIB, y representado por el tamaño de los círculos. La posición de un país respecto a la recta de 45 grados revela la participación relativa de las empresas y de las universidades en la ejecución de actividades de investigación y desarrollo: si un país se representa por encima de esa línea, eso indica que la ejecución por parte de las empresas es superior a la de las instituciones de

educación superior y si el país se ubica por debajo de esa recta, significa que ocurre lo contrario.

■ En el gráfico I.6 se incluyen algunos países de otras regiones con el objetivo de poder analizar el comportamiento de los países iberoamericanos en forma comparada. Se identifica un primer grupo de países ubicados en el cuadrante superior izquierdo del gráfico, la República de Corea, los Estados Unidos y Finlandia, en los cuales las empresas representan más del 70% de la ejecución de las actividades de investigación y desarrollo, y al mismo tiempo la inversión en esta materia supera el 2,5% del PIB. La mayoría de los países de Iberoamérica se concentra en el área central del gráfico, lo que indica que la participación de las instituciones de educación superior y de las empresas en la ejecución de actividades de investigación y desarrollo tiende a ser equilibrada y representa porcentajes en un rango que va del 30% al 50%, independientemente del nivel de gasto en investigación y desarrollo como porcentaje del PIB. Resalta la ubicación de España en el gráfico, ya que se localiza lejos de países con un nivel similar de gasto en esta materia como porcentaje del PIB, tales como el Brasil y Portugal, debido a la participación particularmente elevada de las universidades en la ejecución de actividades de investigación y desarrollo. Un último grupo de países con bajos niveles de gasto se observa en el cuadrante inferior izquierdo del gráfico; el hecho de que estén distantes de la diagonal confirma que son países donde el gobierno tiene un papel relevante como ejecutor de las actividades de investigación y desarrollo. Cabe destacar que, con la excepción de Chile, México y Portugal, todos los demás países de Iberoamérica quedan ubicados a lo largo de la recta de 45° o por debajo de ella, lo que muestra que en estos países, en general, el nivel de participación de las empresas en la ejecución de actividades de investigación y desarrollo es igual o menor al de las instituciones de educación superior.

**Gráfico I.6**

**EJECUCIÓN DE LAS ACTIVIDADES DE INVESTIGACIÓN Y DESARROLLO: PARTICIPACIÓN DE LAS EMPRESAS E INSTITUCIONES DE EDUCACIÓN SUPERIOR, 2008 O ÚLTIMO AÑO DISPONIBLE <sup>a</sup>**  
(En porcentajes)



**Fuente:** Comisión Económica para América Latina y el Caribe (CEPAL), sobre la base de datos de la Organización de las Naciones Unidas para la Educación, la Ciencia y la Cultura (UNESCO) y la Red de Indicadores de Ciencia y Tecnología (RICYT).

<sup>a</sup> El tamaño de los círculos representa la magnitud de la inversión destinada a investigación y desarrollo, como porcentaje del PIB.

<sup>b</sup> 2007.

<sup>c</sup> 2004.

<sup>d</sup> 2002.

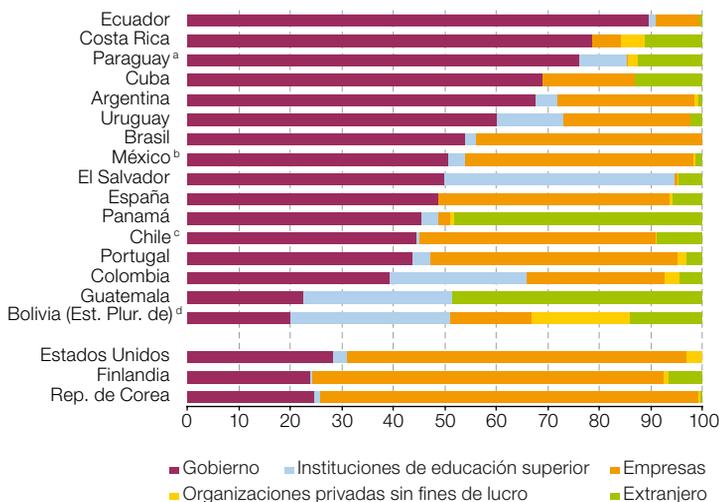
## 5. Las empresas deben aumentar su participación en el financiamiento de las actividades de innovación en la región

■ La ejecución de las actividades de investigación y desarrollo naturalmente se relaciona con las fuentes de financiamiento, y en este sentido las economías iberoamericanas presentan algunos rasgos comunes (véase el gráfico I.7):

- La principal fuente de financiamiento de las actividades de investigación y desarrollo sigue siendo el gobierno (que provee el 50% o más en la mayoría de los países), lo que se ha mantenido constante a lo largo de la última década.
- Las instituciones de educación superior se caracterizan por su baja participación en el financiamiento de estas actividades: con la excepción del Estado Plurinacional de Bolivia, Guatemala, Colombia y El Salvador, donde presentan porcentajes en torno al 30%, en todos los demás países aportan menos del 10% del financiamiento total de estas actividades.
- Las empresas en Iberoamérica registran una participación en el financiamiento de las actividades de investigación y desarrollo bastante menor a la observada en el mundo desarrollado, con valores muy inferiores a los de los Estados Unidos y la República de Corea, por ejemplo (que se ubican en torno al 60% o 70%).
- Un elemento distintivo de algunos países centroamericanos es la importancia del sector extranjero (a través de la cooperación internacional) en el financiamiento de estas actividades.
- Tal como ocurre con la ejecución del gasto destinado a investigación y desarrollo, la situación de las empresas es bastante heterogénea entre los países. Sin embargo, solo en unos pocos países (el Brasil, México, España, Chile y Portugal) la participación de las empresas en el financiamiento de este gasto es relevante y bordea el 40%.
- Al comparar la participación de los distintos sectores en la ejecución y en el financiamiento del gasto en investigación y desarrollo, se concluye que por lo general las instituciones de educación superior ejecutan actividades en esta materia, que son financiadas por el sector público.

Gráfico I.7

IBEROAMÉRICA Y PAÍSES SELECCIONADOS: GASTO EN INVESTIGACIÓN Y DESARROLLO SEGÚN SECTOR DE FINANCIAMIENTO, 2008 O ÚLTIMO AÑO DISPONIBLE (En porcentajes)



Fuente: Comisión Económica para América Latina y el Caribe (CEPAL), sobre la base de datos de la Organización de las Naciones Unidas para la Educación, la Ciencia y la Cultura (UNESCO) y la Red de Indicadores de Ciencia y Tecnología (RICYT).

<sup>a</sup> 2005.

<sup>b</sup> 2007.

<sup>c</sup> 2004.

<sup>d</sup> 2002.

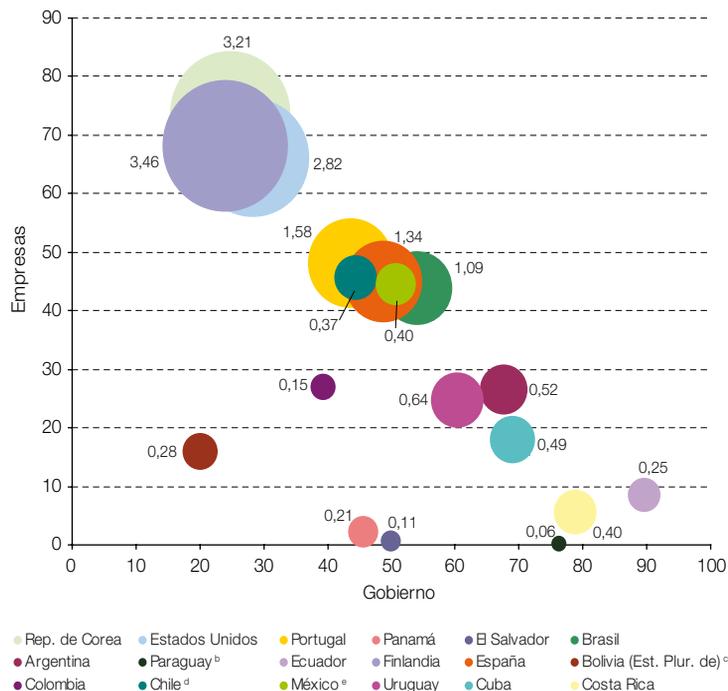
■ Es interesante destacar que, en general, en muchos de los países considerados (específicamente, la Argentina, Chile, Costa Rica, Ecuador, el Estado Plurinacional de Bolivia y México), e independientemente del nivel de participación de las empresas, el porcentaje del gasto ejecutado por las empresas es más elevado que el porcentaje financiado por ellas. Esto significa que la ejecución de estas actividades por parte del sector empresarial no está siendo financiada solo por su propia inversión, sino también por recursos aportados por otros actores, en particular el gobierno.

■ En el gráfico I.8 se sintetiza la información sobre la participación relativa de los dos principales actores en el financiamiento de las actividades de investigación y desarrollo (el gobierno y las empresas) y la información sobre el monto del gasto en este ámbito como porcentaje del PIB. Se pueden observar en el gráfico tres grupos de países. El primero se ubica en el cuadrante superior izquierdo e incluye a los Estados Unidos, la República de Corea y Finlandia, países donde un elevado porcentaje del financiamiento de la actividad de investigación y desarrollo proviene de las empresas y donde existe un alto nivel de inversión como porcentaje del PIB. Un segundo grupo lo conforman algunos países de la región (Portugal, el Brasil, España, México y Chile) donde el nivel de participación del sector privado en el financiamiento representa en torno al 40% o 50%; en este grupo se distinguen a su vez dos subgrupos, uno con una inversión que supera el 1% del PIB (el Brasil, España y Portugal) y otro con valores del 0,5% aproximadamente (México y Chile). Por último, se observa un tercer grupo, integrado por la gran mayoría de los países iberoamericanos, donde se registra un bajo gasto en actividades de investigación y desarrollo como porcentaje del PIB, así como una escasa participación de las empresas y una alta participación del gobierno en el financiamiento de estas actividades.

■ Asimismo, en el gráfico I.8 es posible observar la relación existente entre la estructura del financiamiento de la investigación y desarrollo y el tamaño de las inversiones en estas actividades. De acuerdo con el gráfico, cuanto más importante es la participación del sector privado en el financiamiento total, mayor es el gasto en investigación y desarrollo como porcentaje del PIB. Por tanto, una conclusión interesante de las observaciones realizadas es que, en el esfuerzo por lograr aumentar los gastos destinados a este sector como porcentaje del PIB de un país, es necesario fomentar y fortalecer una participación más activa de las empresas en el financiamiento y en la ejecución de estos gastos.

**Gráfico I.8**

**FINANCIAMIENTO DE LAS ACTIVIDADES DE INVESTIGACIÓN Y DESARROLLO: PARTICIPACIÓN DE LAS EMPRESAS Y EL GOBIERNO, 2008 O ÚLTIMO AÑO DISPONIBLE<sup>a</sup>**  
(En porcentajes)



**Fuente:** Comisión Económica para América Latina y el Caribe (CEPAL), sobre la base de datos de la Organización de las Naciones Unidas para la Educación, la Ciencia y la Cultura (UNESCO) y la Red de Indicadores de Ciencia y Tecnología (RICYT).

<sup>a</sup> El tamaño de los círculos representa la magnitud de la inversión destinada a investigación y desarrollo, como porcentaje del PIB.

<sup>b</sup> 2005.

<sup>c</sup> 2002.

<sup>d</sup> 2004.

<sup>e</sup> 2007.

## 6. El número de investigadores dedicados a actividades de investigación y desarrollo debe aumentar en la región

■ Al cuantificar los recursos humanos dedicados a las actividades de investigación y desarrollo, se utiliza por lo general el número de investigadores equivalentes a jornadas completas (EJC) dedicados a un determinado trabajo en lugar del número de personas físicas, por cuanto el indicador expresado en EJC presenta una magnitud más real de los esfuerzos en estas actividades. El número de investigadores equivalentes a jornada completa se puede expresar como valor absoluto o en relación a la fuerza laboral de un país, lo que es preferible ya que es una forma de considerar el tamaño de la población y permite por tanto la comparación entre países de diferente tamaño.

■ En Iberoamérica, el total de investigadores (en términos absolutos) ha aumentado sustancialmente en la última década, pasando de poco más de 208.000 en 2000 a poco más de 387.000 en 2008, es decir, ha registrado un aumento cercano al 100%, con un comportamiento disímil entre los países de la región. Así por ejemplo, se identifican algunos países que presentaban un número muy bajo de investigadores en 2002 y que han tenido un crecimiento notable en el período considerado, como es el caso de Colombia o la República Bolivariana de Venezuela; y países como Panamá o el Paraguay, que han mantenido prácticamente inalterado su número de investigadores equivalente a jornada completa.

■ En cuanto al número de investigadores EJC por cada mil componentes de la población económicamente activa (PEA), este incremento ha sido significativo pero menos notable. En el mismo período de análisis, el valor medio ha pasado de 1 a 1,5 investigadores equivalentes a jornada completa por cada mil componentes de la PEA. En el gráfico 9 se reportan los datos del número de investigadores EJC por cada mil componentes de la población económicamente activa en varios países de Iberoamérica en 2000, 2004 y 2008. De la misma forma como existe una notable diferencia entre países de la región en los gastos en investigación y desarrollo como porcentaje del PIB, esta heterogeneidad se observa también en la dotación de recursos humanos dedicados estas actividades. Los países de la región que presentan el número más elevado de investigadores EJC por cada mil componentes de la PEA en 2008

**Cuadro I.1**

**IBEROAMÉRICA Y PAÍSES SELECCIONADOS: NÚMERO TOTAL DE INVESTIGADORES (EQUIVALENTES A JORNADA COMPLETA), 2000, 2004 Y 2008<sup>a</sup>**

(En número)

	2000	2004	2008
Bolivia (Estado Plurinacional de)	570	1 000	--
Paraguay	437	444 <sup>b</sup>	420
Panamá	446	484	463
Costa Rica	--	459	1 104
Uruguay	806	930 <sup>b</sup>	1 158
Ecuador <sup>c</sup>	514	645	1 491
Venezuela (República Bolivariana de)	1 495	2 749	5 261
Cuba	5 378	5 115	5 525 <sup>d</sup>
Colombia	2 581	6 091	7 077 <sup>d</sup>
Chile	5 629	13 427	--
Argentina	21 602	23 127	30 861
México	22 228	39 724	37 950
Portugal <sup>e</sup>	16 738	20 684	40 408
Brasil	57 373 <sup>e</sup>	77 686	106 891
España	76 670	100 994	122 624
<i>Iberoamérica</i>	<i>208 441</i>	<i>289 429</i>	<i>387 214</i>
Finlandia	34 847	41 004	40 879 <sup>d</sup>
República de Corea	108 370	156 220	221 928
Estados Unidos	1 289 780	1 393 520	1 425 550 <sup>f</sup>

**Fuente:** Comisión Económica para América Latina y el Caribe (CEPAL) sobre la base de datos de la Red de Indicadores de Ciencia y Tecnología (RICYT) y la Organización de las Naciones Unidas para la Educación, la Ciencia y la Cultura (UNESCO).

<sup>a</sup> En equivalente a jornadas completas (EJC).

<sup>b</sup> Datos de 2002.

<sup>c</sup> Corresponde a número de personas físicas.

<sup>d</sup> Datos de 2007.

<sup>e</sup> Datos de 2001.

<sup>f</sup> Datos de 2006.

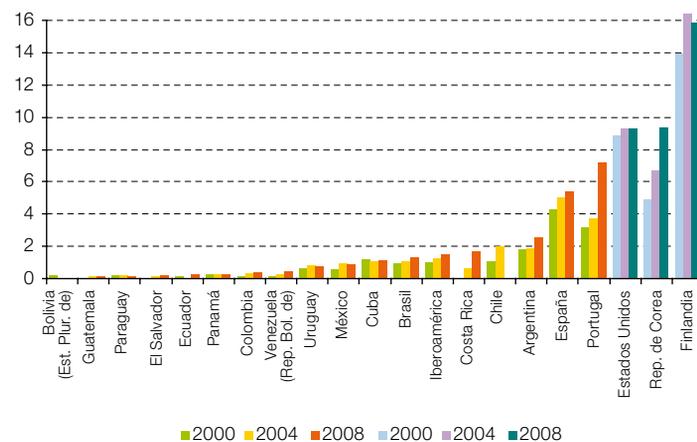
son Portugal (7,2 investigadores), España (5,4) y Argentina (2,6), si bien no alcanzan los niveles de países más desarrollados como los Estados Unidos (9,3), la República de Corea (9,4) y Finlandia (15,9). Asimismo, en la región se observa un importante incremento de este indicador entre 2000 y 2008, con países como la República Bolivariana de Venezuela, Colombia, Portugal, o el Ecuador, donde el número de investigadores EJC cada mil integrantes de la PEA aumentó más del 100%.

■ Por otra parte, una comparación con otras regiones del mundo permite tener un panorama más claro sobre la situación y potencialidad de la región. El cuadro I.2 muestra los valores de un indicador que relaciona el número de investigadores con respecto a la población total (medida en millones de habitantes) en distintas regiones del mundo en 2002 y 2007. De acuerdo con los datos de la Organización de las Naciones Unidas para la Educación, la Ciencia y la Cultura (UNESCO), el promedio mundial aumentó de 919 a 1.063 investigadores por millón de habitantes. Las regiones que presentan el nivel más elevado de investigadores por millón de habitantes son Estados Unidos y Canadá, Oceanía y Europa, que sobrepasan entre dos y cinco veces el promedio mundial y entre cinco y diez veces los valores observados en América Latina y el Caribe. Asia y América Latina y el Caribe son las regiones donde se observa el mayor incremento porcentual de este indicador; sin embargo, a pesar de estos avances, el número de investigadores por millón de habitantes de América Latina y el Caribe sigue siendo bajo en comparación con el promedio mundial.

■ Estos datos muestran, sin duda, la magnitud del esfuerzo que se ha realizado en los países de la región para incrementar el número de investigadores en la última década, pero también expresan la aún baja densidad de investigadores con que cuenta la región y confirman que es necesario reforzar las iniciativas con ese fin. No obstante los esfuerzos por incrementar sus recursos humanos dedicados a actividades de investigación y desarrollo, a inicios de la década la situación de la región era muy desfavorable y por lo tanto aún se mantiene atrasada en comparación con el promedio mundial.

Gráfico I.9

NÚMERO DE INVESTIGADORES EJC POR CADA 1.000 COMPONENTES DE LA POBLACIÓN ECONÓMICAMENTE ACTIVA, 2000, 2004 Y 2008, O ÚLTIMO AÑO DISPONIBLE



Fuente: Comisión Económica para América Latina y el Caribe (CEPAL) sobre la base de datos de la Red de Indicadores de Ciencia y Tecnología (RICYT) y la Organización de las Naciones Unidas para la Educación, la Ciencia y la Cultura (UNESCO).

Cuadro I.2

NÚMERO DE INVESTIGADORES POR MILLÓN DE HABITANTES EN DISTINTAS REGIONES DEL MUNDO, 2002 Y 2007

	2002	2007	Diferencia	Porcentaje de incremento
Promedio mundial	919	1 063	144	15,6
Estados Unidos y Canadá	4 527	4 654	127	2,8
Oceanía	3 717	4 262	550	14,81
Europa	2 420	2 720	300	12,4
Asia	550	741	191	34,7
América Latina y el Caribe	310	449	139	44,8
África	155	169	14	9,00

Fuente: CINDA (2010) sobre la base de datos de la Organización de las Naciones Unidas para la Educación, la Ciencia y la Cultura (UNESCO), Institute for Statistics, mayo 2009 y World Development Indicators, febrero 2009.

## 7. Los investigadores en la región se concentran en las instituciones de educación superior

■ Otro elemento interesante del análisis es la distribución de los investigadores. En Iberoamérica, la distribución es consistente con la estructura de la ejecución de las actividades de investigación y desarrollo que se analizó en las secciones anteriores. En tal sentido, no solo se observa que las universidades son los actores que generalmente ejecutan en mayor medida estas actividades, sino que también en la mayoría de los países concentran el 60% del número de los investigadores dedicados tiempo completo a ellas. Por tanto, las universidades y otras instituciones de educación superior en Iberoamérica, debido a su alta participación en las actividades de investigación y desarrollo, representan puntos críticos donde se concentran los recursos humanos y las capacidades para la generación del conocimiento científico y tecnológico.

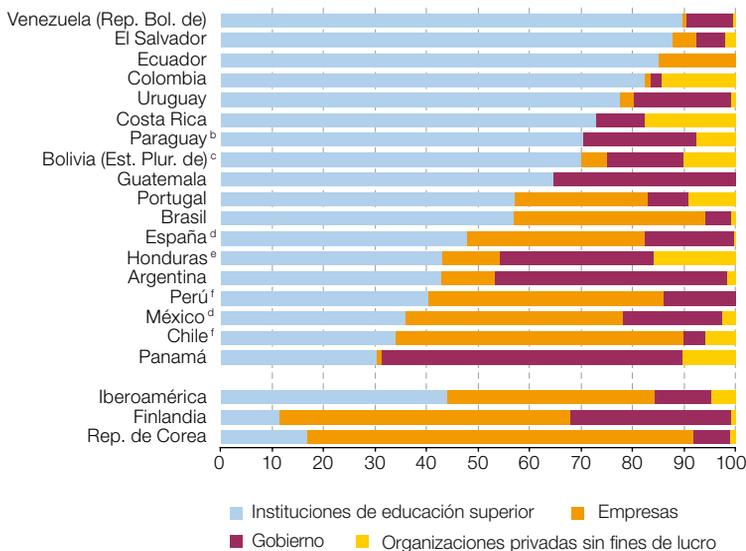
■ Algunos de los rasgos más relevantes de la distribución de los investigadores por sectores se sintetizan en las siguientes observaciones:

- En general, en Iberoamérica el sector que concentra el mayor porcentaje de investigadores son las instituciones de educación superior, en tanto que en el mundo desarrollado son las empresas.
- En algunos países de menor tamaño, como el Ecuador y El Salvador, e incluso en algunos más grandes como Colombia y la República Bolivariana de Venezuela, más del 80% de los investigadores se concentran en las universidades. Otros países como Costa Rica, el Estado Plurinacional de Bolivia, el Paraguay y el Uruguay, mantienen más del 70% de sus investigadores de tiempo completo en las universidades.
- Llama la atención que en países como Chile, México y el Perú, son las empresas las que concentran el mayor número de investigadores equivalentes a jornada completa (el 56,1%, el 42,4% y el 45,8% del total de investigadores del país, respectivamente), lo que se relaciona, sin duda, con la forma en que ellos se contabilizan.
- El caso de Panamá constituye una situación atípica, ya que es el gobierno el que contrata a la mayoría de los investigadores con jornada completa (58,3% del total), debido a que el país cuenta con importantes centros de investigación que pertenecen al sector público.

Gráfico I.10

DISTRIBUCIÓN DE INVESTIGADORES EJC POR SECTOR, 2008 O ÚLTIMO AÑO DISPONIBLE<sup>a</sup>

(En porcentajes)



Fuente: Comisión Económica para América Latina y el Caribe (CEPAL) sobre la base de datos de la Red de Indicadores de Ciencia y Tecnología (RICYT) y la Organización de las Naciones Unidas para la Educación, la Ciencia y la Cultura (UNESCO).

<sup>a</sup> En todos los países se contabilizan los investigadores equivalentes a jornada completa (EJC), excepto en Honduras, El Salvador y el Perú, donde se considera el número de personas físicas.

<sup>b</sup> 2005.

<sup>c</sup> 2002.

<sup>d</sup> 2007.

<sup>e</sup> 2003.

<sup>f</sup> 2004.

## 8. El patentamiento como un indicador de resultado del esfuerzo de inversión en investigación y desarrollo

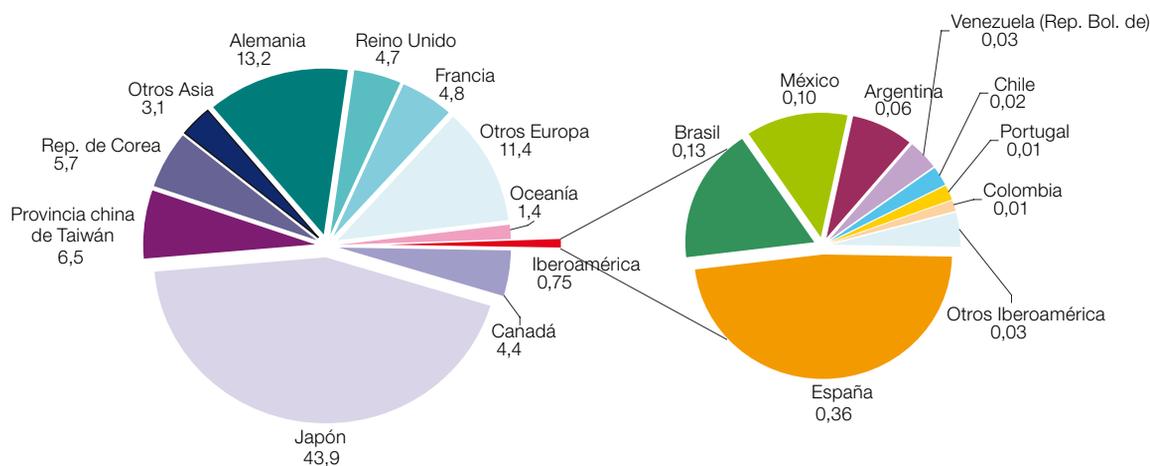
- Una variable que por lo general guarda estrecha relación tanto con el esfuerzo en investigación y desarrollo como con el número de investigadores y que contribuye a identificar las capacidades científico-tecnológicas de los países, es su nivel de patentamiento.
- Puesto que las distintas bases de datos nacionales sobre patentes no son compatibles entre sí, como tampoco son homogéneos los criterios que aplican los distintos países para su otorgamiento, no es adecuado realizar comparaciones sobre la base de datos de las oficinas nacionales de patentes. Así, resulta más adecuado analizar el patentamiento de los diversos países en una sola oficina de patentes, en este caso, la Oficina de Patentes y Marcas de los Estados Unidos (United States Patent and Trademark Office, USPTO).
- El nivel de patentamiento de Iberoamérica es marginal en comparación con los porcentajes observados en otras regiones y países como la provincia china de Taiwán o la República de Corea.

Los casos de Japón y Alemania son destacables, ya que son los países que más patentan en la Oficina de Patentes y Marcas de los Estados Unidos (véase el gráfico I.11).

- Los logros en términos de patentamiento de algunos países asiáticos y europeos superan muy ampliamente el desempeño de Iberoamérica, lo que confirma la baja producción de conocimiento, de tipo más aplicado, en las economías de la región. De acuerdo con información de la USPTO, durante el período comprendido entre 1996 y 2008, los países de la región registraron un total 7.000 patentes, lo que equivale al 0,75% de todas las patentes otorgadas a no residentes en la oficina norteamericana. Esto significa que Iberoamérica es la penúltima región a nivel mundial en términos de patentamiento, superando solo a África, que representa el 0,20%.
- Considerando la existencia, ya comentada, de una marcada heterogeneidad entre los países de Iberoamérica en el nivel de gasto

**Gráfico I.11**

**DISTRIBUCIÓN DE LAS PATENTES OTORGADAS A NO RESIDENTES EN LA USPTO, 1996-2008**  
(En porcentajes)



Fuente: Comisión Económica para América Latina y el Caribe (CEPAL) sobre la base de datos de la Oficina de Patentes y Marcas de los Estados Unidos (USPTO).

en investigación y desarrollo y en la distribución de los recursos humanos dedicados a actividades de ciencia y tecnología, no sorprende encontrar notables diferencias entre los países también en su desempeño en patentamiento. España es el país de la región que registra más patentes, concentrando casi el 50% del total de Iberoamérica; destacan también el Brasil (17%) y México (13%), aunque no llegan acercarse al nivel del país europeo. Debido a esta fuerte concentración, ninguno de los demás países iberoamericanos logra alcanzar un porcentaje de patentes superior al 10% (véase el cuadro I.3).

■ El número de patentes otorgadas por la USPTO a los países iberoamericanos en su conjunto se ha incrementado, pasando de un promedio anual de 439 en el período que va de 1996 a 1999 a un promedio anual de 551 en el período que va de 2004 a 2008 (véase el cuadro I.3). Sin embargo, este incremento no ha sido lineal, ya que el promedio registrado en el último período, si bien supera al valor inicial, es inferior al promedio anual registrado en el período intermedio (617 patentes), como resultado de una caída generalizada en el número promedio de patentes otorgadas a los países de la región en el período más reciente. Llama la atención que este hecho se registre en prácticamente todos los países de la región, lo que originó una tasa de crecimiento negativa del número de patentes entre el segundo y el último período considerado. El número de patentes otorgadas a países desarrollados como Finlandia y la República de Corea, por el contrario, presenta un fuerte y sostenido aumento a lo largo del período de análisis (la República de Corea duplicó ampliamente su número de patentes entre el primer y el tercer período).

■ En la región, los países que se destacan por el número de patentes obtenidas en la USPTO son España, el Brasil, México y la Argentina. España, como ya se señaló, supera muy ampliamente el desempeño de los otros países y concentra más del 50% de todas las patentes otorgadas a Iberoamérica, registrando en el período de 2004 a 2008 un promedio anual tres veces superior al de Brasil, que es el segundo país con mayor número de patentes en la región. En el otro extremo, los países con menor nivel de patentamiento son el Estado Plurinacional de Bolivia, Honduras, El Salvador y la República Dominicana, entre otros.

### Cuadro I.3

IBEROAMÉRICA Y PAÍSES SELECCIONADOS: NÚMERO DE PATENTES OTORGADAS EN LA USPTO ENTRE 1996 Y 2008  
(Promedio anual)

País	1996-1999	2000-2003	2004-2008
España	201	288	281
Brasil	73	109	99
México	54	84	68
Argentina	38	56	35
Chile	9	13	15
Venezuela (República Bolivariana de)	29	26	13
Portugal	7	12	13
Colombia	7	9	7
Cuba	3	6	3
Costa Rica	4	5	3
Ecuador	2	2	3
Perú	3	3	3
Uruguay	3	2	2
Guatemala	2	1	1
Panamá	1	2	1
República Dominicana	1	1	1
El Salvador	1	1	1
Bolivia (Estado Plurinacional de)	1	1	0
Honduras	2	1	0
Iberoamérica	439	617	551
Finlandia	535	756	852
República de Corea	2 551	3 646	5 706

Fuente: Comisión Económica para América Latina y el Caribe (CEPAL) sobre la base de datos de la Oficina de Patentes y Marcas de los Estados Unidos (USPTO).

**Capítulo II**

# **Universidades: fortalezas y retos**



## 1. Principales misiones y funciones de la universidad

■ Es indudable que las universidades desempeñan un rol fundamental en la creación de conocimiento y en el proceso de desarrollo de los países. Conjuntamente con el avance tecnológico y científico, a lo largo de la historia se han producido en las universidades profundas evoluciones tanto de sus objetivos como de su organización y sus relaciones con otros agentes e instituciones sociales. Así, el papel de la universidad ha ido cambiando en forma significativa con las etapas de desarrollo y la institución originaria se ha transformado en forma radical, al añadirse progresivamente a sus misiones más tradicionales funciones nuevas y más sofisticadas, en coherencia con los cambios ocurridos en la estructura económica y en la sociedad modernas, lo que la ha convertido en uno de los principales agentes de los procesos de cambio, tanto sociales como económicos.

### a) Las misiones tradicionales de la universidad: enseñanza e investigación

■ La principal y más antigua misión de las universidades es la formación de los recursos humanos. Esta función ha estado presente desde el nacimiento mismo de la institución, en el medioevo, y continúa hoy día siendo su principal razón de existencia.

■ En los inicios del siglo XIX, a la formación de los recursos humanos comenzó a agregarse una segunda función en el trabajo universitario: la investigación científica. Este importante cambio se produjo con la reforma de la estructura universitaria ocurrida entonces en Alemania, donde por primera vez se concibió a la universidad como una corporación al servicio de la ciencia y en la cual la investigación —y más específicamente, la investigación de base— se identifica como una tarea primordial<sup>1</sup>. Esta evolución de la misión tradicional llevó consigo también cambios en la infraestructura física de la universidad, se crearon los primeros laboratorios institucionales, se empezaron a desarrollar formas de colaboración entre investigadores y se comenzó a fomentar la expansión del conocimiento en distintas disciplinas científicas.

<sup>1</sup> Esta concepción del rol de la universidad se ha definido posteriormente como una “visión humboldtiana”, debido al nombre de uno de sus principales promotores, Wilhelm von Humboldt.

■ El modelo alemán se difundió hacia el resto del mundo, primero hacia Rusia y Gran Bretaña, y floreció en los Estados Unidos en el curso del siglo XX. Con la mejora y sofisticación de los métodos y procedimientos de investigación, los resultados aumentaban en calidad y cantidad, lo que hizo que se comenzara a tomar conciencia sobre las formidables capacidades y potencialidades de la ciencia y la tecnología como factores claves para el crecimiento económico, para resolver problemas asociados a las necesidades sociales y facilitar un tipo de desarrollo más sostenible y de largo plazo. Esto incrementó la demanda sobre la institución universitaria para que contara con más especialistas e investigadores técnicos de diversa naturaleza, que contribuyeron a crear soluciones a problemas que enfrentaba una sociedad en constante cambio, aumentando notablemente la importancia de la misión de investigación de la universidad (CINDA, 2010). De esta manera, la universidad gradualmente pasó a jugar un rol cada vez más significativo en el desarrollo científico-tecnológico de numerosas regiones del mundo, incluyendo Iberoamérica.

■ La importancia de la misión de investigación de la universidad permanece intacta en la economía del conocimiento que caracteriza el panorama mundial contemporáneo, en la cual el desarrollo tecnológico y la innovación siguen siendo fundamentales para sostener el crecimiento económico y mantener la competitividad internacional. Las potencialidades de la universidad en términos de resultados de investigación se hacen cada vez más significativas en un contexto donde el conocimiento aplicado, el ritmo de la innovación y el uso intensivo y extensivo de nuevas tecnologías son cada vez más relevantes.

■ Sin embargo, al mismo tiempo, la transición hacia la economía y la sociedad del conocimiento ha ocasionado profundas transformaciones de la estructura productiva, modificando asimismo las relaciones entre los diversos agentes, lo que ha implicado una redefinición de las funciones de las instituciones de educación superior. Los retos asociados a los nuevos modelos productivos que se articulan en torno al conocimiento, la tecnología y la innovación ponen a la universidad ante el desafío de repensar y remodelar sus características para seguir siendo un pilar fundamental del desarrollo económico de los países.

## b) La universidad en la economía del conocimiento: hacia una tercera misión

■ Desde principios de la década de 1990, en los países desarrollados ha empezado a formarse la percepción de que la universidad tiene una nueva misión, sumada a las ya tradicionales de enseñanza e investigación. Esta tercera misión, que se conoce como extensión, va más allá del solo ámbito académico tradicional y se relaciona con otros sectores de la sociedad. Dentro de ella se destacan las actividades relacionadas con la transferencia de tecnología y conocimiento a través del uso, la aplicación y la comercialización (en el mercado y hacia otros actores, en particular empresas) de los resultados generados en los centros de investigación académica y, en suma, la creación de beneficios económicos derivados de ellos (Mowery y otros, 2004; Vega-Jurado y otros, 2007).

■ Esta evolución responde a la necesidad de actualizar el papel de la universidad en el dinámico contexto de la economía del conocimiento, en el cual se espera cada vez más que ella actúe como un importante proveedor de conocimiento científico-tecnológico y de tecnologías aplicadas para las empresas, que se han ido transformando en uno de sus principales clientes y socios en ciencia y tecnología. Hoy, desde el punto de vista del desarrollo científico-tecnológico, la universidad está llamada a colaborar proactivamente con el sector productivo y responder a ciertas exigencias del sector en esta materia, a cambio de recursos financieros o de la estancia de recursos humanos calificados en las empresas.

■ Concretamente, el surgimiento de la tercera misión se ha abordado con la creación de nuevas estructuras en la misma universidad (tales como oficinas de transferencia tecnológica u oficinas de patentes) y de estructuras híbridas con otros agentes (por ejemplo, empresas *spin-off*) que trascienden la frontera tradicional de las instituciones y de las funciones universitarias.

■ Esta evolución hacia una universidad estrechamente vinculada con el sector empresarial o directamente “emprendedora” tiene sus consecuencias. De hecho, esta tercera misión supone un cambio importante en la cultura universitaria, lo que puede motivar fuertes resistencias en segmentos de la comunidad científica. Los principales conflictos se originan en torno a la definición de cuáles deben ser los ámbitos de investigación prioritarios, la concepción del conocimiento como bien privado y comercializable en vez de como bien público y su apropiación, entre otros aspectos.

■ El reconocer como necesaria la colaboración con las empresas puede implicar el sacrificio parcial de la autonomía de investigación tradicional de la universidad; este puede ser el caso cuando las universidades se ven fuertemente condicionadas a dedicarse a la investigación aplicada en lugar de a la investigación básica, para responder a las exigencias del sector productivo. De la misma forma, la existencia de normas y acuerdos sobre la propiedad intelectual de los resultados y la eventual distribución de los beneficios económicos asociados a su comercialización, puede representar una barrera para la difusión del conocimiento, redundando así en una reducción del ritmo de generación del conocimiento científico-tecnológico en la sociedad.

■ Estos elementos, que son críticos, representan un factor de debate sobre las reales oportunidades que representa para la universidad añadir estos mecanismos de participación directa en el mercado a sus misiones ya existentes de formación e investigación básica (Rothaermel y otros, 2007). Las distintas visiones presentes en este debate se pueden resumir en tres: a) una primera posición sostiene que las universidades pueden y deben participar en las actividades de colaboración, pero no deben dedicarse a las actividades de licenciamiento tecnológico y patentamiento, para no perder su enfoque tradicional centrado en actividades de formación y de investigación de base y libre difusión del conocimiento generado (de Brito Cruz, 1999); b) una segunda visión está a favor de que la universidad se oriente sin limitaciones a incorporar los mecanismos de mercado para incentivar la investigación científica y aplicada (Rothaermel y otros, 2007), y c) una tercera perspectiva, más conciliadora, propone que las universidades encuentren un balance entre su rol tradicional y su participación directa en el mercado (Rothaermel y otros, 2007).

■ Finalmente, cabe destacar que el debate sobre las misiones de la universidad ha surgido y se ha llevado adelante a partir de la experiencia de los países desarrollados, en particular los Estados Unidos y los países europeos<sup>2</sup>. Por otra parte, la definición del rol de la universidad en el proceso de desarrollo adquiere un enfoque significativamente distinto según se trate de países desarrollados o en desarrollo, ya que las necesidades socioeconómicas de estos grupos de países son también distintas. Así, en países en desarrollo

<sup>2</sup> Véase Mazzoleni (2008).

se espera que las universidades orienten parte importante de sus recursos a investigar y resolver los problemas que su contexto social plantea. En contextos de economías y sociedades en desarrollo, las demandas de investigación de las empresas pueden no coincidir con las principales necesidades de la mayoría de la población, de modo que mantener las investigaciones en las áreas prioritarias es fundamental (Arza, 2010).

- En Iberoamérica, el peso tan considerable que tienen las universidades en la ejecución de actividades de investigación y desarrollo y como base de recursos humanos calificados hace aun más relevante este debate, que lleva también a preguntarse si las

condiciones del contexto regional son las más adecuadas para adoptar dichos cambios. Al mismo tiempo, la importancia que la generación y aplicación de nuevo conocimiento adquiere en los nuevos paradigmas tecnológicos plantea otro reto, del cual la universidad no puede sustraerse. En este sentido, el modelo económico basado en el conocimiento y las capacidades para crearlo, obliga a buscar formas para conciliar las funciones universitarias tradicionales con las nuevas funciones que el entorno económico demanda.

- Ahora bien, para ello es importante conocer mejor la situación y las capacidades de las universidades de Iberoamérica en el contexto internacional, a lo cual se dedican los párrafos siguientes.

## 2. Los países iberoamericanos pueden aumentar su matrícula en educación terciaria

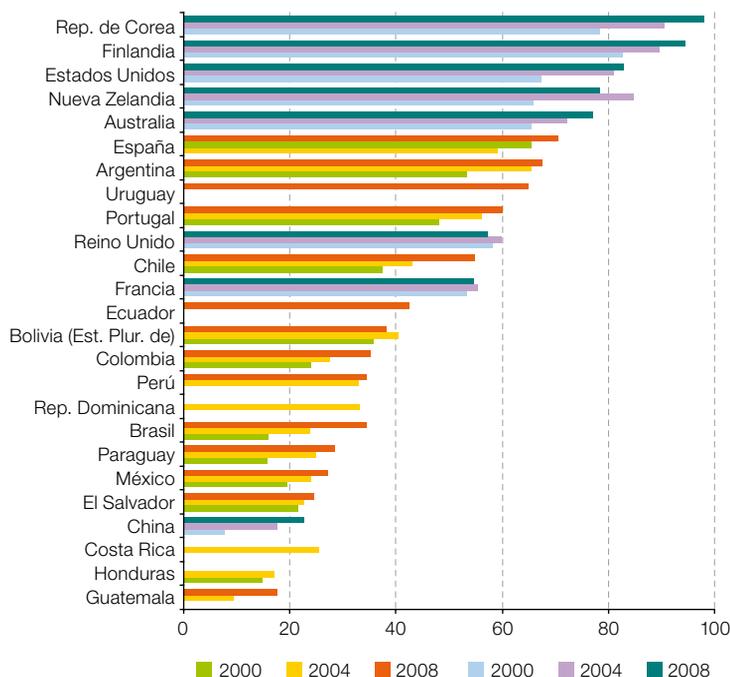
■ En el capítulo precedente se ha destacado la escasez de investigadores con que cuentan los países de Iberoamérica en actividades de investigación y desarrollo, lo que claramente limita las potencialidades para el desarrollo científico-tecnológico en la región. El reducido número de investigadores se relaciona con el hecho de que en muchos países la mayoría de los estudiantes no llega a recibir formación universitaria, lo que reduce el número potencial de alumnos que podrían cursar estudios de posgrado orientados a la investigación científica y, de esa forma, aumentar la masa crítica de recursos humanos para las actividades de ciencia y tecnología.

■ De acuerdo con información recabada por la Organización de las Naciones Unidas para la Educación, la Ciencia y la Cultura (UNESCO), el nivel de matriculación en la educación terciaria en los países de Iberoamérica puede caracterizarse por los siguientes hechos:

- Los valores que se observan en la región, en general, son muy inferiores a los que se registran en países como la República de Corea, Finlandia y los Estados Unidos, que lideran el indicador a nivel mundial con tasas de estudiantes matriculados en instituciones de educación superior que superan el 80% (véase el gráfico II.1).
  - La mayoría de los países de Iberoamérica presentan una tasa media de matriculación en la educación terciaria menor al 40%.
  - En la región se observa una gran heterogeneidad en cuanto al nivel de matriculación en educación terciaria, ya que se identifican casos como los de España, la Argentina, el Uruguay y Portugal que superan el 60%, en tanto que otros países como Guatemala, Honduras, Costa Rica, el Paraguay y México no alcanzan siquiera el 30%.
  - A pesar del atraso relativo de la región, cabe señalar que en todos los países de Iberoamérica la tasa de matriculación en la educación terciaria ha aumentado notablemente en la última década; en particular, el Brasil y el Paraguay casi han duplicado el valor de este indicador.
- En la moderna economía del conocimiento, la demanda de profesionales calificados en ámbitos de ciencia y tecnología está creciendo y la existencia de una masa crítica de recursos humanos

Gráfico II.1

IBEROAMÉRICA Y PAÍSES SELECCIONADOS: TASA BRUTA DE MATRICULACIÓN EN LA EDUCACIÓN TERCIARIA, 2000, 2004 Y 2008<sup>a</sup>  
(En porcentajes)



Fuente: Comisión Económica para América Latina y el Caribe (CEPAL) sobre la base de datos de la Organización de las Naciones Unidas para la Educación, la Ciencia y la Cultura (UNESCO).

<sup>a</sup> El indicador representa el número de alumnos matriculados en el nivel de educación terciaria, independientemente de la edad, expresado como porcentaje de la población del grupo de edad teórica correspondiente a ese nivel de enseñanza. Para la enseñanza terciaria o superior, la población considerada incluye al grupo de cinco años que sigue a la edad teórica de salida del nivel secundario.

dedicados a este tipo de actividades es, cada vez con mayor fuerza, un factor clave para aumentar la productividad y mejorar la competitividad de los países. Por ello, incrementar el porcentaje de estudiantes matriculados en las universidades debería ser una acción prioritaria para el futuro desarrollo y fortalecimiento de las capacidades en ciencia y tecnología de la región, con el fin de sentar las bases para potenciar la participación de Iberoamérica en la generación del conocimiento científico-tecnológico y mejorar su posicionamiento, en términos de recursos humanos en este ámbito, en el contexto mundial.

### 3. Iberoamérica debe avanzar en la formación de profesionales en las disciplinas científico-tecnológicas

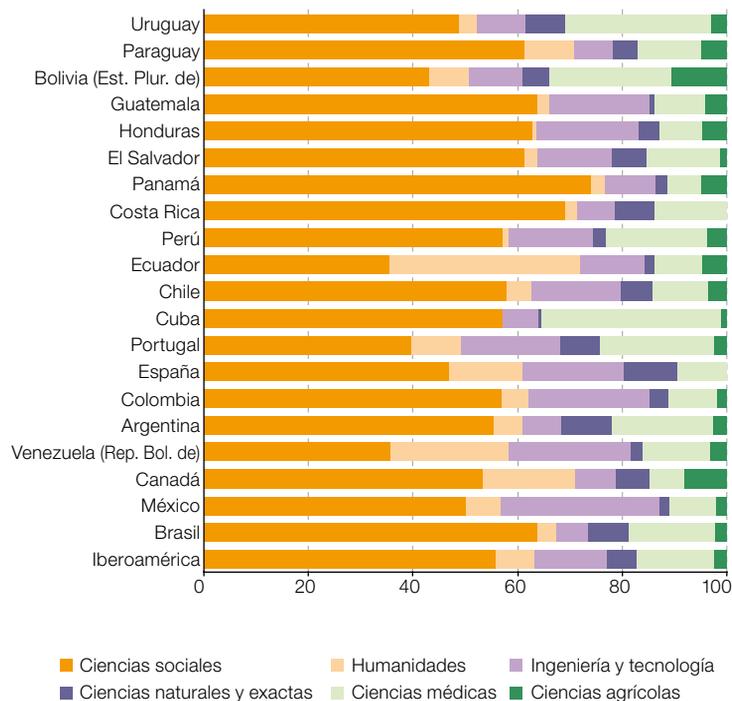
■ El patrón de formación universitaria según disciplinas es un indicador útil para tener una idea de la especialización de los recursos humanos que conforman la base de la masa crítica de profesionales científicos. Este indicador contribuye a determinar las potencialidades en términos de futuro personal disponible para las actividades de investigación y desarrollo y, como se verá más adelante, guarda cierta relación con la especialización productiva de los países. Cuanto más alta es la concentración de los estudiantes en ciencias básicas y disciplinas relacionadas con la ciencia y la tecnología, más elevada es la formación de recursos humanos especializados en estos ámbitos y mayores son las potencialidades para el desarrollo de capacidades científico-tecnológicas.

■ La distribución según disciplinas de los estudiantes, tanto de licenciatura como de maestría, presenta características bastante similares en los distintos países de Iberoamérica. En ellos, la mayoría de los estudiantes de pregrado se concentran en ciencias sociales y humanidades, en un porcentaje que en casi todos los países considerados supera ampliamente el 40% y en muchos casos incluso el 60%, con las excepciones de Portugal y la República Bolivariana de Venezuela (véase el gráfico II.2). En el caso de la maestría, la mayoría de los estudiantes iberoamericanos también se concentran en las áreas de las ciencias sociales y humanidades, en porcentajes que superan el 60%; las excepciones son Portugal, el Brasil y la República Bolivariana de Venezuela, que presentan valores menores, en torno al 30% o el 40% (véase el gráfico II.3). Por otra parte, tanto en la maestría como en la licenciatura se registra en los países iberoamericanos en general un escaso peso relativo de las disciplinas científico-tecnológicas, como las ingenierías y tecnologías, ciencias médicas y ciertas áreas de las ciencias naturales y exactas (como algunas áreas de las ciencias básicas: matemáticas, física, química y biología, entre otras).

Gráfico II.2

IBEROAMÉRICA: DISTRIBUCIÓN DE ESTUDIANTES DE PREGRADO POR DISCIPLINA, 2008 O ÚLTIMO AÑO DISPONIBLE<sup>a</sup>

(En porcentajes)



Fuente: Comisión Económica para América Latina y el Caribe (CEPAL) sobre la base de datos de la Red de Indicadores de Ciencia y Tecnología (RICYT).

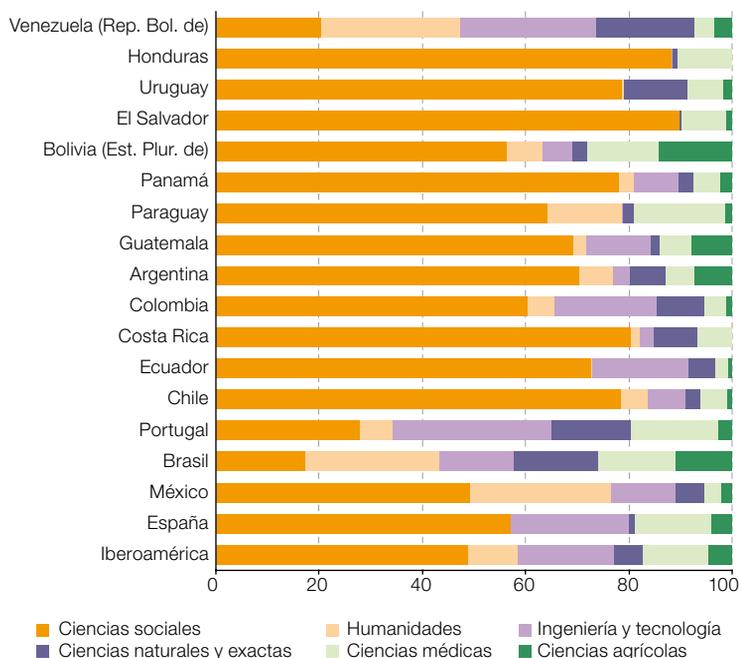
<sup>a</sup> Estado Plurinacional de Bolivia, 2002; España, 2007; Panamá, 2003; Uruguay, 2007; Honduras, 2006; Perú, 2000.

■ Al analizar la distribución de los estudiantes universitarios en las distintas disciplinas en algunos países desarrollados, se observan ciertas diferencias sustanciales respecto al patrón iberoamericano. Un elemento que llama la atención, particularmente en el caso de la República de Corea y Finlandia, es el bajo porcentaje de estudiantes matriculados en ciencias sociales y humanidades, y la importancia de la participación relativa de las ingenierías y las tecnologías en esos países, que han implementado estrategias de largo plazo para intensificar la formación de sus recursos humanos en las disciplinas científico-tecnológicas.

Gráfico II.3

**IBEROAMÉRICA: DISTRIBUCIÓN DE ESTUDIANTES DE MAESTRÍA POR DISCIPLINA, 2008 O ÚLTIMO AÑO DISPONIBLE<sup>a</sup>**

(En porcentajes)



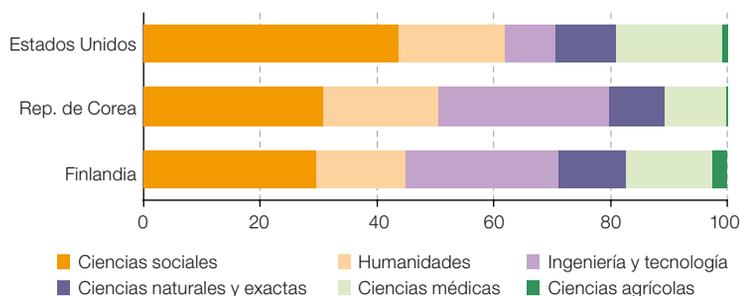
Fuente: Comisión Económica para América Latina y el Caribe (CEPAL) sobre la base de datos de la Red de Indicadores de Ciencia y Tecnología (RICYT).

<sup>a</sup> Estado Plurinacional de Bolivia, 2002; España, 2001; Panamá, 2003; Uruguay, 2007; Honduras, 2006.

Gráfico II.4

**PAÍSES DESARROLLADOS SELECCIONADOS: DISTRIBUCIÓN DE ESTUDIANTES DE PREGRADO Y POSGRADO POR DISCIPLINA, 2007**

(En porcentajes)



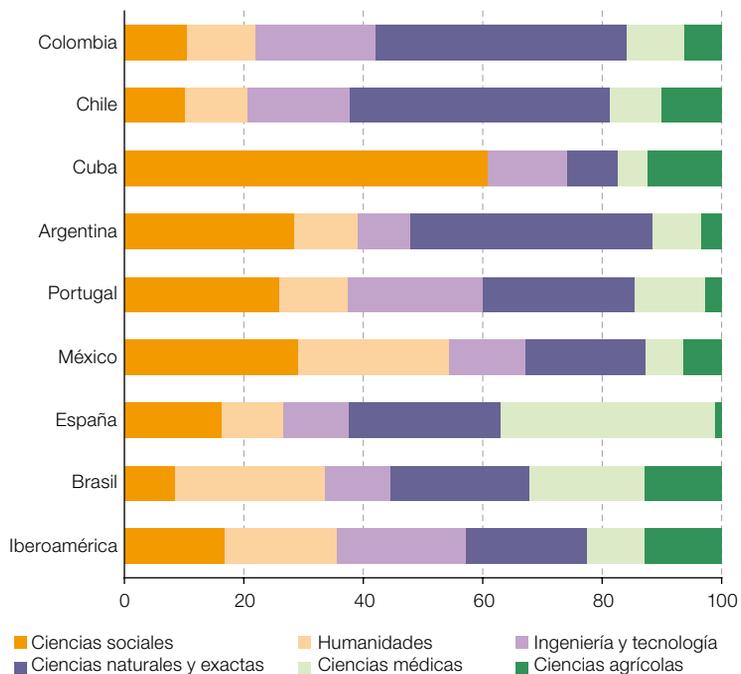
Fuente: Comisión Económica para América Latina y el Caribe (CEPAL) sobre la base de datos de la Organización de las Naciones Unidas para la Educación, la Ciencia y la Cultura (UNESCO).

■ La distribución de los estudiantes de doctorado es otro elemento interesante de analizar. Puesto que esta información no está disponible para todos los países de la región y que no es posible realizar una comparación internacional con otros países, los resultados no son del todo concluyentes. Sin embargo, a pesar de la escasez de información, es posible destacar algunas características de este nivel de formación superior. El patrón de la distribución de los estudiantes de doctorado según disciplina es distinto al observado en el caso de los estudiantes de pregrado y de maestría. Así, el porcentaje de estudiantes de doctorado que cursan programas en ciencias sociales y humanidades es menor al porcentaje de estudiantes de pregrado y de maestría que han optado por estas mismas disciplinas, al mismo tiempo que es mucho más relevante la proporción de estudiantes que cursan doctorados en ciencias naturales y exactas, disciplinas que tienen una mayor proyección de realizar actividades de investigación básica y aplicada (véase el gráfico II.5).

■ Al comparar la situación de los países de Iberoamérica con la de los países más desarrollados, se observa que el rezago de la región en materia de educación universitaria se expresa no solo en una reducida tasa de matriculación en general, sino también en la especialización en ciertas disciplinas que no están relacionadas con áreas científico-tecnológicas y que tienen escasas proyecciones de aplicación en el campo de la ciencia y la tecnología. En este sentido, resulta fundamental aumentar la masa crítica de la formación en áreas científicas y tecnológicas para satisfacer la demanda creciente de recursos humanos calificados que se puede impulsar a partir del continuo cambio tecnológico.

**Gráfico II.5**

**IBEROAMÉRICA: DISTRIBUCIÓN DE ESTUDIANTES DE DOCTORADO POR DISCIPLINA, 2008 O ÚLTIMO AÑO DISPONIBLE\***  
(En porcentajes)



**Fuente:** Comisión Económica para América Latina y el Caribe (CEPAL) sobre la base de datos de la Red de Indicadores de Ciencia y Tecnología (RICYT).

\* España y México, 2006.

## 4. Producción científica: Iberoamérica en el contexto mundial

Las publicaciones científicas son tradicionalmente consideradas como un indicador útil para evaluar el desempeño de las universidades en la ejecución de las actividades de investigación. Además, las publicaciones permiten acrecentar el crédito académico de los investigadores, legitimando su actividad y ofreciendo parámetros para una evaluación de los logros alcanzados. Es por eso que la producción científica, tanto en cantidad como en calidad, contribuye a definir el estado de las capacidades en ciencia y tecnología tanto de los países como de instituciones particulares. Considerando la correlación positiva existente entre la investigación científico-tecnológica y el desarrollo económico y social, el número de publicaciones científicas de una determinada región o país es una información relevante para evaluar la dinámica y la trayectoria de la investigación, y permite asimismo identificar sus potencialidades para participar activamente en la economía del conocimiento.

Para cuantificar la producción científica suelen usarse los indicadores bibliométricos, que informan el número de publicaciones realizadas por los investigadores de un determinado país en las principales revistas científicas internacionales, según los registros en bases de datos específicas<sup>3</sup>. Más allá del número de documentos, una segunda manera de medir el impacto de la producción de conocimiento científico de los países es el número de citas, es decir, el número de veces que una publicación dada ha sido citada durante un cierto período de tiempo en otros artículos publicados en la literatura especializada. Este indicador puede ayudar también a medir la calidad de los resultados de la investigación a nivel de la comunidad científica internacional. De hecho, la frecuencia de citas puede representar una aproximación a la evaluación del trabajo por parte de los “pares” científicos y académicos, y al mismo tiempo dar una idea de la influencia que han tenido los resultados del trabajo de un investigador o grupo de investigadores en las actividades de investigación de otros científicos.

<sup>3</sup> Los datos de documentos publicados (así como de citas) provienen de la plataforma de indicadores científicos de *SCImago Journal & Country Rank* (SJR), que toma en consideración las publicaciones recogidas en la *Web of Science* de Thomson-Scientific y en Scopus, excluyendo, por tanto, monografías, patentes y otros resultados propios de la investigación y la innovación tecnológica.

De acuerdo con datos correspondientes al período de 1996 a 2007, los Estados Unidos, el Reino Unido, Japón y Alemania son los países que registran mayor número de documentos publicados y citas realizadas (véase el cuadro II.1). Entre los países de Iberoamérica, solo España (en la novena posición) figura entre los diez países con mayor número de publicaciones y citas. Los otros países de la región con mayor número de registros son el Brasil (en el lugar 17) y, bastante más atrás, México (28), la Argentina (34), Portugal (37) y Chile (43),

**Cuadro II.1**

**PRODUCCIÓN CIENTÍFICA: RANKING MUNDIAL DE PAÍSES SEGÚN NÚMERO DE DOCUMENTOS Y DE CITAS, 1996-2007**  
(En número)

Ranking mundial	País	Número de documentos	Número de citas
1	Estados Unidos	3 872 452	54 818 003
2	Reino Unido	1 101 302	12 762 128
3	Japón	1 098 902	9 068 209
4	Alemania	1 009 736	10 782 310
5	China	960 669	2 363 808
6	Francia	729 133	1 849 838
7	Canadá	548 280	6 149 815
8	Italia	532 598	4 999 602
9	España	387 279	3 115 441
10	Federación de Rusia	367 560	1 350 254
11	Australia	345 194	3 397 958
12	India	334 512	1 339 647
14	República de Corea	263 401	1 390 466
17	Brasil	195 541	1 030 040
28	México	82 230	468 264
34	Argentina	64 380	421 149
37	Portugal	60 072	396 574
43	Chile	30 866	233 060
53	Venezuela (República Bolivariana de)	15 257	79 808
56	Colombia	11 068	60 678
58	Cuba	10 052	43 062
73	Uruguay	4 750	38 720
78	Perú	3 661	26 345
84	Costa Rica	3 394	28 399
93	Ecuador	2 012	13 387
101	Panamá	1 668	23 415
108	Bolivia (Estado Plurinacional de)	1 331	9 083
126	Guatemala	753	5 529
141	El Salvador	471	2 542
143	Nicaragua	448	2 779
145	Paraguay	400	2 607
149	Honduras	351	2 484
151	República Dominicana	345	2 603

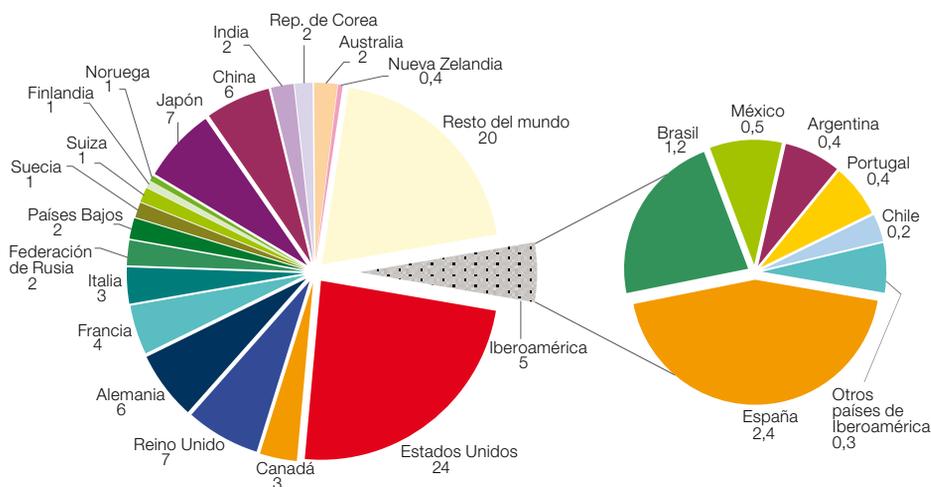
Fuente: Comisión Económica para América Latina y el Caribe (CEPAL) sobre la base de datos de SCIMAGO.

mientras que los demás países quedan ubicados muy por debajo de este rango. Por otra parte, el impacto promedio del conocimiento generado en Iberoamérica, medido a través del número de citas, es también relativamente bajo ya que, más allá de España, solo el Brasil alcanza niveles comparables con el de los países desarrollados.

■ En los gráficos II.6 y II.7 se muestra la distribución mundial del número de publicaciones y del número de citas. En términos de documentos publicados, el mayor porcentaje corresponde a los Estados Unidos (24%), que supera ampliamente a los otros países del mundo. Le siguen en importancia varios países de Europa (entre los cuales se destacan el Reino Unido, Alemania y Francia) y de Asia (donde Japón y China concentran aproximadamente un 7% cada uno). La relevancia de los Estados Unidos es aun más evidente en el caso de las citas de los documentos, ya que a ese país corresponde más del 45% del número total, seguido por el Reino Unido con un 10%.

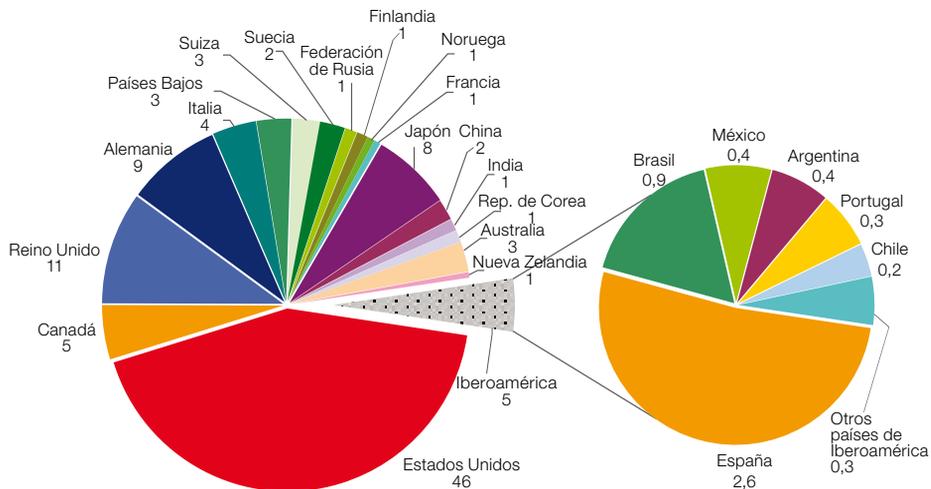
■ Tanto en el caso de las publicaciones en revistas científicas internacionales como de las citas, el desempeño de Iberoamérica refleja la escasa dotación de recursos humanos dedicados a las actividades de investigación y desarrollo, y las debilidades de la región en términos de capacidades de ciencia y tecnología, que fueron señaladas en el capítulo anterior. Entre 1996 y 2007, en la región se ha producido solo el 5,4% del número total de publicaciones científicas registradas en el mundo y el 5% del número total de citas, es decir, en ambos casos una proporción menor al porcentaje que la región representa en la población mundial (que es aproximadamente de un 9,3%). Entre los países de Iberoamérica se destacan en particular España y el Brasil, donde se originan respectivamente el 45% y el 23% del total de publicaciones de la región.

**Gráfico II.6**  
DISTRIBUCIÓN MUNDIAL DE LAS PUBLICACIONES CIENTÍFICAS, 1996-2007  
(En porcentajes)



Fuente: Comisión Económica para América Latina y el Caribe (CEPAL) sobre la base de datos de SCIMAGO.

**Gráfico II.7**  
DISTRIBUCIÓN MUNDIAL DE LAS CITAS CIENTÍFICAS, 1996-2007  
(En porcentajes)



Fuente: Comisión Económica para América Latina y el Caribe (CEPAL) sobre la base de datos de SCIMAGO.

■ En cuanto a las áreas del conocimiento que presentan el mayor número de publicaciones, elemento indicativo de las áreas donde se concentran las capacidades de investigación de la región, los valores medios de trabajos publicados sugieren un predominio importante de medicina y ciencias biológicas sobre otras disciplinas básicas, tales como las matemáticas, la física o la química. Se registra, además, una baja representación de algunas subdisciplinas de más reciente desarrollo, tales como ciencias de los materiales, ciencias de la computación o energía (véase el cuadro II.2).

### Cuadro II.2

#### PUBLICACIONES DE IBEROAMÉRICA: IMPORTANCIA RELATIVA DE LAS ÁREAS DEL CONOCIMIENTO, 1998-2007

(En porcentajes)

Área del conocimiento	Porcentaje promedio de trabajos publicados
Medicina	17,9
Ciencias biológicas y agricultura	13,5
Bioquímica, genética y biología molecular	9,5
Física y astronomía	8,6
Química	6,3
Ingenierías	5,1
Ciencias de la tierra	4,9
Ciencias de los materiales	4,7
Inmunología y microbiología	4,5
Matemáticas	4,2
Ciencias ambientales	3,8
Ingeniería química	3,1
Farmacología, toxicología y farmacia	2,3
Ciencias de la computación	2,1
Neurociencia	1,9
Veterinaria	1,6
Ciencias sociales	1,3
Energía	0,9
Dentística	0,6
Psicología	0,5
Economía, econometría y finanzas	0,3
Otras	1,7

Fuente: CINDA (2010), con base en SCIMAGO.

## 5. La situación de las universidades iberoamericanas en el contexto mundial

■ Otro indicador que complementa el análisis de la situación de los países de Iberoamérica en materia de ciencia y tecnología y que contribuye a comprender mejor la calidad de la formación de sus recursos humanos, es la calidad de las instituciones del sector académico que se dedican tanto a la formación del personal técnico y científico como a la realización de las actividades de investigación en esta área.

■ Para identificar las mejores universidades se analiza el indicador *Webometrics*, que produce un ranking de las mejores universidades del mundo teniendo en cuenta varios factores basados en la visibilidad y la presencia en línea, el número de documentos y las publicaciones y citaciones también en línea. A diferencia de otros rankings que se basan exclusivamente en los resultados de investigación, *Webometrics* ofrece una representación más amplia de la calidad universitaria,

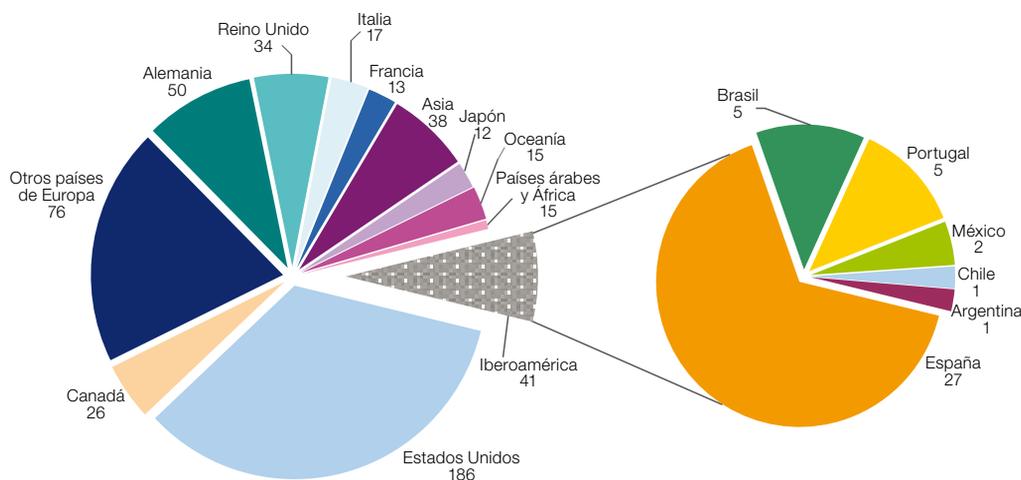
ya que no incluye solamente publicaciones oficiales (como *journals* electrónicos), sino que también considera la comunicación informal interna a la universidad y aquellas actividades, tanto de enseñanza como de investigación, que pueden ser relevadas por la intensidad y el tipo de actividad de la universidad en la *web*.

■ No es sorprendente que las economías con el mayor número de universidades de excelencia a nivel mundial sean también las líderes en materia de capacidades científicas, medidas ya sea por el número de publicaciones o por la cantidad de patentes, como se ha destacado en párrafos precedentes. Casi el 40% de las 500 mejores universidades del mundo se localiza en los Estados Unidos, otro 38% se concentra en Europa (sin considerar España ni Portugal), y el restante porcentaje se distribuye entre Iberoamérica, Asia, Oceanía y África, además de Canadá.

**Gráfico II.8**

**DISTRIBUCIÓN POR PAÍSES DE LAS 500 MEJORES UNIVERSIDADES DEL MUNDO, 2010**

(En número)



**Fuente:** Comisión Económica para América Latina y el Caribe (CEPAL) sobre la base de datos del Consejo Superior de Investigaciones Científicas (CSIC) de España [en línea] <http://www.webometrics.info>.

■ El peso relativo de Iberoamérica en el total de las mejores universidades del mundo es bastante relevante y llega casi al 9%, debido a la alta presencia en España, donde se localiza más del 5% de las mejores universidades a nivel mundial. Pese al hecho de que los demás países de Iberoamérica presentan un número menor de universidades de excelencia, las instituciones iberoamericanas que ocupan las posiciones más destacadas en el ranking mundial no son españolas sino mexicanas y brasileñas (véase el cuadro II.3).

### Cuadro II.3

#### UNIVERSIDADES IBEROAMERICANAS ENTRE LAS 500 MEJORES DEL MUNDO, 2010

Ranking mundial	Universidad	País
70	Universidad Nacional Autónoma de México	México
122	Universidad de São Paulo	Brasil
147	Universidad Complutense de Madrid	España
184	Universidad Politécnica de Madrid	España
199	Universidad de Chile	Chile
202	Universidad del País Vasco	España
205	Universidad de Valencia	España
214	Universidad de Barcelona	España
215	Universidad de Alicante	España
218	Universidad Politécnica de Catalunya	España
227	Universidad de Granada	España
230	Universidad de Porto	Portugal
239	Universidad Estadual de Campinas	Brasil
261	Universidad Autónoma de Barcelona	España
268	Universidad de Sevilla	España
274	Universidad de Buenos Aires	Argentina
286	Universidad de Murcia	España
303	Universidad de Zaragoza	España
323	Universidad Técnica de Lisboa	Portugal
325	Universidad Politécnica de Valencia	España
328	Universidad de Salamanca	España
342	Universidad Nacional de Educación a Distancia	España
351	Universidad Autónoma de Madrid	España
367	Universidad Jaume I	España
377	Universidad Federal de Santa Catarina	Brasil
378	Universidad de Coimbra	Portugal
380	Universidad de Vigo	España
383	Universidad de Santiago de Compostela	España
386	Universidad Federal de Río de Janeiro	Brasil
428	Universidad de Málaga	España
431	Universidad Pompeu Fabra	España
446	Universidad de las Islas Baleares	España
450	Universidad Carlos III de Madrid	España
451	Universidad de Coruña	España
460	Tecnológico de Monterrey	México
466	Universidad de Navarra	España
473	Universidad de Castilla la Mancha	España
470	Universidad Federal de Minas Gerais	Brasil
484	Universidad de Minho	Portugal
487	Universidad de Lisboa	Portugal
493	Universidad de Valladolid	España

Fuente: Comisión Económica para América Latina y el Caribe (CEPAL) sobre la base de datos de SCIMAGO.

**Sector productivo y empresarial iberoamericano:  
principales características y capacidades  
de innovación**



## 1. Estructura productiva y demanda de conocimiento

■ La idea central del Sistema Nacional de Innovación (SNI) es que el aprendizaje no depende solamente de las universidades o centros de investigación, o de las empresas individuales, sino de redes formadas por organizaciones de distintos tipos que persiguen diversos objetivos. Cada vez es más difícil que una firma, por sí sola, pueda disponer de todas las capacidades requeridas para competir en un mundo en el que el progreso técnico se acelera y la especialización se profundiza. Tales capacidades solo pueden desarrollarse plenamente en un contexto de redes, en el que los flujos de información y tecnología entre empresas y organizaciones sean tan importantes como los insumos y los bienes. La innovación es, ante todo, un proceso interactivo en el cual diversos agentes convergen en el esfuerzo innovador, por lo que el marco institucional que los articula es fundamental. En este sentido, la empresa es el locus de la innovación, pero sin duda la intensidad de esta depende en muy alto grado de otros factores, tanto sectoriales como macroeconómicos. Esto hace que sea importante entender la situación del sector productivo iberoamericano, así como también sus características más distintivas y sus capacidades innovadoras.

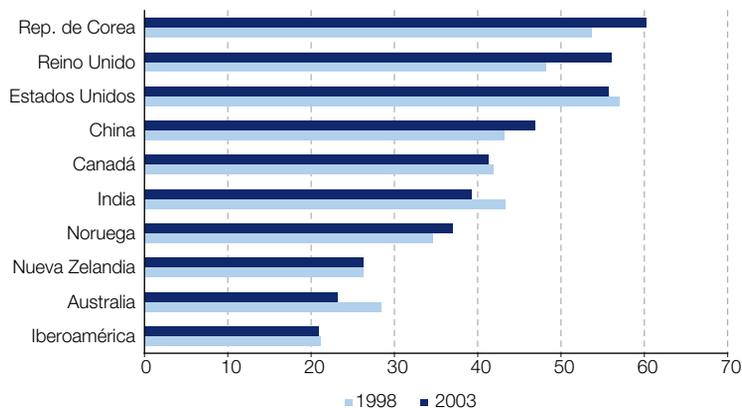
■ De acuerdo con las características del sector manufacturero (véase el gráfico III.1), la estructura productiva de Iberoamérica muestra un peso relativo de los sectores tecnológicos inferior al que se observa en el mundo desarrollado y en otras economías emergentes. Los sectores tecnológicos representan alrededor de un 20% del valor agregado total de la industria manufacturera, proporción que no parece haber variado apreciablemente en los últimos años. Por otro lado, en países como la República de Corea o el Reino Unido se ha avanzado de modo notable en la diversificación manufacturera, con una preponderancia mucho mayor de los sectores más demandantes de conocimiento.

■ Sin embargo, Iberoamérica como un todo esconde realidades muy distintas. Por ejemplo, en países como el Brasil y España la industria está más concentrada en los sectores tecnológicos que en Australia y Nueva Zelanda, en tanto que en economías como las del Estado Plurinacional de Bolivia, Honduras o el Ecuador el peso relativo de los sectores tecnológicos no alcanza al 15% del total (véase el gráfico III.2). El caso de México merece una mención especial, ya que el alto porcentaje que registra el sector tecnológico en ese país se debe al considerable desarrollo de su industria manufacturera de exportación (maquila y regímenes especiales de exportación), lo que no implica la creación de elevados niveles de valor agregado local ni da lugar a que se produzcan los efectos de derrame característicos de las economías con estructuras productivas basadas en el conocimiento.

Gráfico III.1

IBEROAMÉRICA Y PAÍSES SELECCIONADOS: ESTRUCTURA PRODUCTIVA Y PESO RELATIVO DE SECTORES INTENSIVOS EN INGENIERÍA, 1998 Y 2003<sup>a</sup>

(En porcentajes)



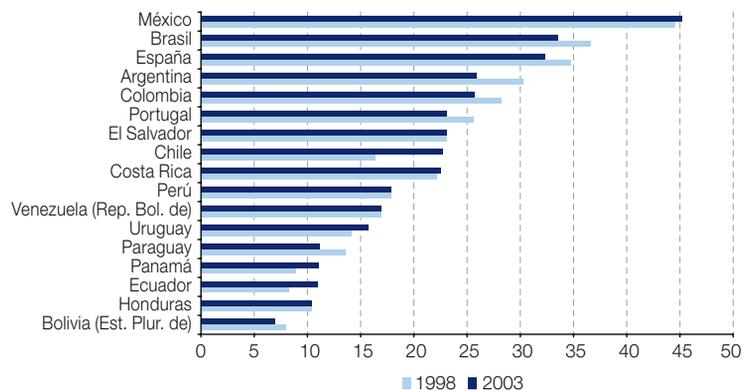
Fuente: Comisión Económica para América Latina y el Caribe (CEPAL), sobre la base de datos de la Organización de las Naciones Unidas para el Desarrollo Industrial (ONUDI), 2005.

<sup>a</sup> De acuerdo con la clasificación de la ONUDI (2005) los sectores definidos como intensivos en tecnología son los siguientes: impresos y publicaciones, industria química, otros químicos, productos plásticos, hierro y acero, metales no ferrosos, maquinaria, maquinaria eléctrica, equipo de transporte y equipo técnico y profesional.

Gráfico III.2

IBEROAMÉRICA (17 PAÍSES): ESTRUCTURA PRODUCTIVA Y PESO RELATIVO DE SECTORES INTENSIVOS EN INGENIERÍA, 1998 Y 2003<sup>a</sup>

(En porcentajes)



Fuente: Comisión Económica para América Latina y el Caribe (CEPAL), sobre la base de datos de la Organización de las Naciones Unidas para el Desarrollo Industrial (ONUDI), 2005.

<sup>a</sup> De acuerdo con la clasificación de la ONUDI (2005) los sectores definidos como intensivos en tecnología son los siguientes: impresos y publicaciones, industria química, otros químicos, productos plásticos, hierro y acero, metales no ferrosos, maquinaria, maquinaria eléctrica, equipo de transporte y equipo técnico y profesional.

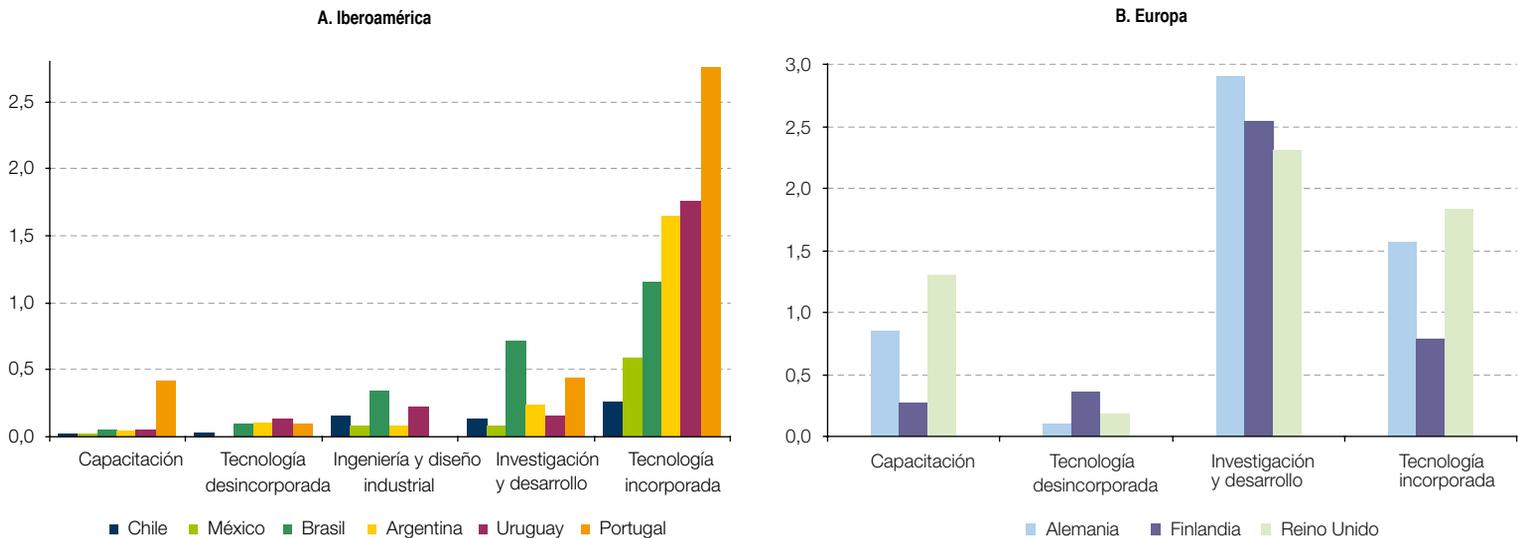
## 2. Concentración de las actividades de innovación de las empresas latinoamericanas en la compra de maquinaria y equipos

- Las firmas, en su búsqueda por mejorar la productividad y competitividad, pueden realizar diferentes actividades de innovación. En este sentido, el empresariado latinoamericano no parece tener plena conciencia de la importancia de la inversión en investigación y desarrollo y, entre las actividades de innovación, se ha concentrado en la compra de maquinaria y equipos, dedicando menos recursos a la investigación y el desarrollo (véase el gráfico III.3).
- La diferencia es evidente al comparar un grupo de países iberoamericanos con algunos países europeos (véase el gráfico III.3). En el caso de los primeros se observa una fuerte concentración de la

inversión en “tecnología incorporada”, que comprende la compra de maquinaria y equipos (incluidos programas informáticos) destinada a mejorar el desempeño tecnológico de procesos y productos de la empresa, seguido muy de lejos por el gasto o inversión en actividades de investigación y desarrollo, que incluyen el trabajo creativo, cuyo objetivo es ampliar el acervo de conocimientos y su uso para crear nuevas aplicaciones. Figura a continuación el gasto en ingeniería y diseño industrial, que comprende planos y gráficos tendientes a definir procedimientos y especificaciones técnicas, así como características operativas que exige la introducción de innovaciones,

Gráfico III.3

ACTIVIDADES DE INNOVACIÓN EN PAÍSES SELECCIONADOS<sup>a</sup>  
(En porcentajes de sus ventas)



Fuente: Comisión Económica para América Latina y el Caribe (CEPAL), sobre la base de Encuestas Nacionales de Innovación (la Argentina: 1998-2001; el Brasil: 2001-2003; Chile: 1998-2001; México: 1999-2000; el Uruguay: 2001-2003), y de la tercera Encuesta de Innovación de la Comunidad Europea (CIS3).

<sup>a</sup> De acuerdo con el Manual de Bogotá (2001), la tecnología incorporada en el capital incluye bienes de capital (maquinaria y equipo) que impliquen cambio tecnológico en la empresa y estén vinculados a nuevos productos o procesos, así como equipo informático. La tecnología desincorporada considera las licencias y la transferencia de tecnología (patentes, marcas, secretos industriales, otros), consultorías (para producción, productos, organización del sistema productivo, organización y gestión, finanzas, comercialización), y también programas informáticos. Por otra parte, la ingeniería y el diseño industrial incluye los planos y gráficos destinados a definir procedimientos, especificaciones técnicas y características operativas necesarias para la producción de bienes tecnológicamente nuevos y la implementación de nuevos procesos.

seguido por el gasto en tecnología desincorporada, que considera la adquisición de tecnología externa en forma de patentes, inventos no patentados, licencias, diseños y otros, con vistas a la implementación de mejoras, innovaciones o ambas en productos y procesos. Por otra parte, las empresas de países como Alemania, el Reino Unido y Finlandia presentan elevados niveles de inversión en investigación y desarrollo (aproximadamente un 2,5% de sus ventas), y algo menores en adquisición de maquinaria y equipos (en torno al 1,5%).

- De acuerdo con la información recabada, en materia de actividades de innovación se distinguen básicamente dos grupos de empresas: las latinoamericanas, que tienden a actuar en mayor

medida como demandantes de conocimiento, y las empresas finlandesas, británicas y alemanas, que son fundamentalmente generadoras de conocimiento. Las firmas portuguesas, por su parte, muestran un comportamiento mucho más similar al de sus pares latinoamericanas que al de las europeas.

- Al mismo tiempo, dentro de América Latina también se observan diferencias significativas en cuanto al peso relativo de las diferentes actividades de innovación. De los países considerados, el Brasil es el que exhibe una distribución más equitativa, con una proporción del gasto en investigación y desarrollo bastante mayor que en el resto de las economías latinoamericanas.

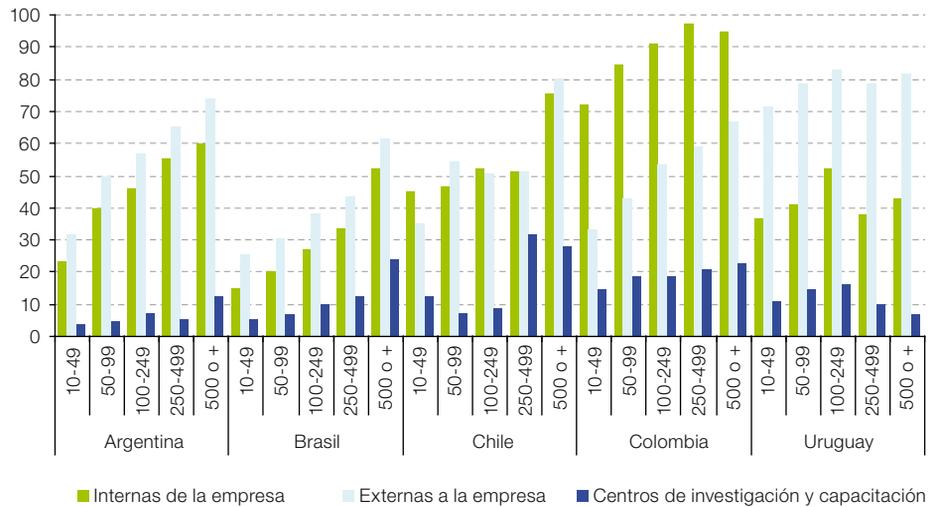
### 3. Fuentes de información para la innovación

■ Una primera forma posible de evaluar el grado de cooperación entre las empresas y otros agentes del Sistema Nacional de Innovación es el análisis de las fuentes de información que usan en el proceso de innovación. En este contexto se pueden distinguir fundamentalmente tres tipos de fuentes: i) las internas, de las propias empresas; ii) las externas, que corresponden a los proveedores de materiales o materias primas, los compradores y los competidores, y iii) las existentes en las universidades y centros de investigación y capacitación. En el gráfico III.4 se muestran las fuentes de ideas para la innovación utilizadas por las empresas de acuerdo con su tamaño, lo que deja en evidencia la escasa importancia que atribuyen las firmas latinoamericanas a la información proveniente de los centros de investigación y capacitación. Esto tiene implicaciones significativas para el tipo de innovación que se está llevando a cabo en la región. Como el gasto interno de las empresas a este respecto es reducido y hay poca cooperación con los centros externos, las innovaciones obtenidas son, en general, menores o de tipo incremental, relacionadas con pequeños cambios en productos y procesos ya existentes.

**Gráfico III.4**

**AMÉRICA LATINA (CINCO PAÍSES): FUENTES DE INFORMACIÓN PARA LA INNOVACIÓN SEGÚN TAMAÑO DE EMPRESAS**

(En porcentajes y cantidad de empleados)



**Fuente:** Comisión Económica para América Latina y el Caribe (CEPAL), sobre la base de Encuestas Nacionales de Innovación (Argentina: 1998-2001; el Brasil: 2001-2003; Chile: 1998-2001; Colombia: 2003-2004; México: 1999-2000; Uruguay: 2001-2003).

## 4. Importancia de la cooperación para innovar

■ Muchos tipos de innovación requieren la utilización de recursos complementarios (incluidos conocimiento e información) que provienen de fuentes externas a las propias firmas. Ahora bien, para que la transferencia de activos innovadores entre los diferentes agentes que integran el sistema sea factible se necesita un ambiente que propicie y estimule la cooperación (Fristch y Lucas, 2001). En la última década han abundado los estudios sobre la importancia de la cooperación o del trabajo en red (*networking*) para la innovación (Kneill y Srholec, 2005; Laursen y Salter, 2005, y Veugelers y Cassiman, 2005; entre muchos otros), en los cuales se ha confirmado la interrelación que existe entre estos dos elementos. Por lo tanto, la capacidad de las empresas para innovar se fortalece por el establecimiento de relaciones con otras firmas e instituciones, lo que posibilita el traspaso de conocimientos acumulados en ellas y permite reducir costos y riesgos asociados a las actividades de innovación. Aun cuando existen muchos tipos de cooperación según el agente con el que esta se implementa (que puede ser otra empresa, una universidad o un organismo del gobierno), o según el objeto de la cooperación (como el logro de una innovación incremental, radical, de producto o de proceso, entre otros), lo que resulta evidente es que, sin importar de qué tipo sea, la cooperación siempre aparece como un factor determinante positivo de la innovación.

■ En este sentido es interesante indagar la medida en que la cooperación incide en la probabilidad de que una empresa sea innovadora, como puede verse en el cuadro III.1. En la columna A se muestra el porcentaje del total de las empresas que cooperan y son al mismo tiempo innovadoras; en la columna B, el porcentaje de las empresas que no cooperan y son innovadoras. Luego, la comparación entre ambas, que se presenta en la tercera columna como índice, revela claramente que el porcentaje de firmas innovadoras es mayor entre las que mantienen algún mecanismo de cooperación que entre las que no lo hacen.

■ Asimismo, parecería ser que las capacidades internas son complementarias con la cooperación, ya que sin ellas no hay estímulos ni capacidad de beneficiarse de los activos de otros agentes. En tal sentido, es de esperar que las empresas con un nivel alto de “capacidad de absorción” sean capaces de establecer acuerdos con otros agentes del sistema. El concepto de “capacidad de absorción” (*absorptive capacity*), introducido por Cohen y Levinthal (1990),

**Cuadro III.1**  
COOPERACIÓN E INNOVACIÓN

	Empresas que cooperan e innovan/ total que coopera (en porcentajes) (A)	Empresas que no cooperan e innovan/ total que no coopera (en porcentajes) (B)	Índice (A/B)
Argentina <sup>a</sup>	68,0	29,8	2,28
Brasil	94,5	40,2	2,35
Uruguay <sup>a</sup>	55,8	16,3	3,41

Fuente: Comisión Económica para América Latina y el Caribe (CEPAL), sobre la base de Encuestas Nacionales de Innovación.

<sup>a</sup> En las Encuestas Nacionales de Innovación de Argentina y Uruguay no se pregunta por la intensidad de la cooperación. En el caso del primer país se incluyeron las empresas que afirmaron realizar cooperación activa, mientras que en el segundo, cada vez que una empresa declaraba la existencia de cooperación esta era considerada importante.

**Cuadro III.2**  
BRASIL: EMPRESAS COOPERADORAS Y NO COOPERADORAS QUE REALIZAN ACTIVIDADES DE INNOVACIÓN

	Cooperan (A)	No cooperan (B)	Índice (A/B)
Investigación y desarrollo interna	67,46	11,91	5,66
Investigación y desarrollo externa	24,94	1,91	13,07
Transferencia de conocimiento	30,40	5,06	6,01
Transferencia de tecnología	64,61	27,71	2,33
Entrenamiento	60,57	19,44	3,12
Comercialización	38,72	7,27	5,32

Fuente: Comisión Económica para América Latina y el Caribe (CEPAL), sobre la base de la Encuesta Nacional de Innovación Tecnológica, PINTEC 2005.

implica cierto grado de habilidad para evaluar, asimilar y utilizar el conocimiento externo, lo que supondría que las actividades de innovación de las empresas y la cooperación están positivamente asociadas. Mediante la inversión en conocimiento las firmas no solamente incrementan su capacidad interna (haciéndolas más atractivas para la cooperación), sino que dicha capacidad les permite, al mismo tiempo, identificar agentes para la cooperación y participar activamente en nuevos proyectos.

■ En el cuadro III.2 se presenta la relación entre las empresas innovadoras y el total de las que cooperan y las que no cooperan

en el Brasil, lo que muestra las diferencias en términos de esfuerzo de innovación en cada grupo. Por ejemplo, mientras que casi el 25% de las empresas que cooperan realiza inversiones en investigación y desarrollo, solo alrededor del 2% de las que no cooperan invierten en dicho activo. En general, las firmas brasileñas que cooperan con otros agentes del sistema son mucho más intensivas en actividades de innovación. Por lo tanto, la cooperación debe verse como un elemento complementario de la creación de conocimiento y de capacidades internas, y no como un mecanismo alternativo.

- En el caso de las empresas latinoamericanas, su comportamiento en materia de empeño innovador se traduce en algunas debilidades

del proceso de innovación. Este, por un lado, depende muy marcadamente de la compra de equipos o insumos, con un reducido esfuerzo interno de adaptación y mejora de tecnología. Por el otro, los niveles de cooperación con otros agentes públicos y privados, como proveedores, competidores, universidades y centros de investigación son notoriamente bajos. La debilidad en la cooperación es muy significativa, ya que, según la evidencia, las firmas que cooperan tienen también mayores probabilidades de innovar. Más aún, la baja inversión en investigación y desarrollo interna reduce las posibilidades de cooperar, ya que estas dependen en parte de la capacidad de la empresa para ofrecer activos tecnológicos complementarios.

## 5. La cooperación y las capacidades internas son determinantes del tipo de bienes producidos y vendidos

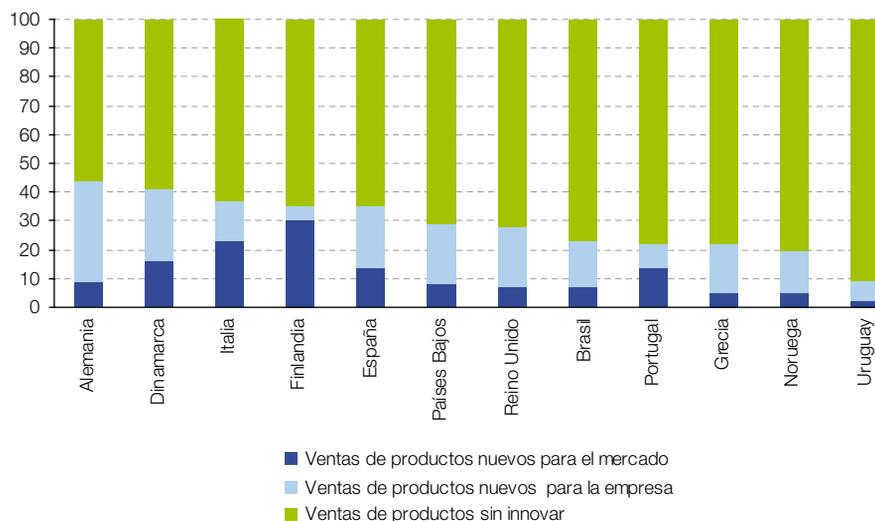
■ Las debilidades antes mencionadas se reflejan en que las firmas latinoamericanas han mostrado una reducida capacidad para insertarse en actividades de innovación que impliquen avances importantes. Si bien las tasas de innovación tecnológica no son muy inferiores a las de los países desarrollados, es indudable que el tipo de resultados es distinto. En efecto, no se ha logrado avanzar en la introducción de productos que sean realmente novedosos, ya sea en el mercado interno o en el internacional, como se aprecia en el gráfico III.5.

■ Si bien en el gráfico se consideran valores de años diferentes (en el caso de los países europeos los datos corresponden a 2000 y en el de los latinoamericanos a 2003) y provenientes de encuestas de distinto tipo (las europeas, al igual que la del Brasil, se estructuran sobre la base del Manual de Oslo, en tanto que la del Uruguay se funda en el Manual de Bogotá), las implicaciones son bastante claras. En Iberoamérica, las ventas de productos nuevos son principalmente de productos inéditos para la empresa, pero no para el mercado. Ahora bien, la situación dentro del conjunto iberoamericano parece diferir entre países; por ejemplo, mientras España exhibe un comportamiento similar al de Italia, con un porcentaje de ventas de productos nuevos de aproximadamente un 35% de las totales, en los casos del Brasil y Portugal esa proporción se reduce a un 20% y, en el del Uruguay, a menos de un 10%.

Gráfico III.5

IBEROAMÉRICA Y EUROPA (PAÍSES SELECCIONADOS): DISTRIBUCIÓN DE LAS VENTAS SEGÚN TIPO DE PRODUCTOS

(En porcentajes de las ventas totales)



Fuente: Comisión Económica para América Latina y el Caribe (CEPAL), sobre la base de Encuestas Nacionales de Innovación.

### a) La demanda de intensidad de conocimiento difiere según sectores

■ Como se mencionó anteriormente, la estructura productiva también es un elemento fundamental para entender la dinámica del gasto de los países en investigación y desarrollo. En el gráfico III.6 se muestra la estrecha correlación existente entre los sectores clasificados como intensivos en tecnología o conocimiento y la inversión en investigación y desarrollo.

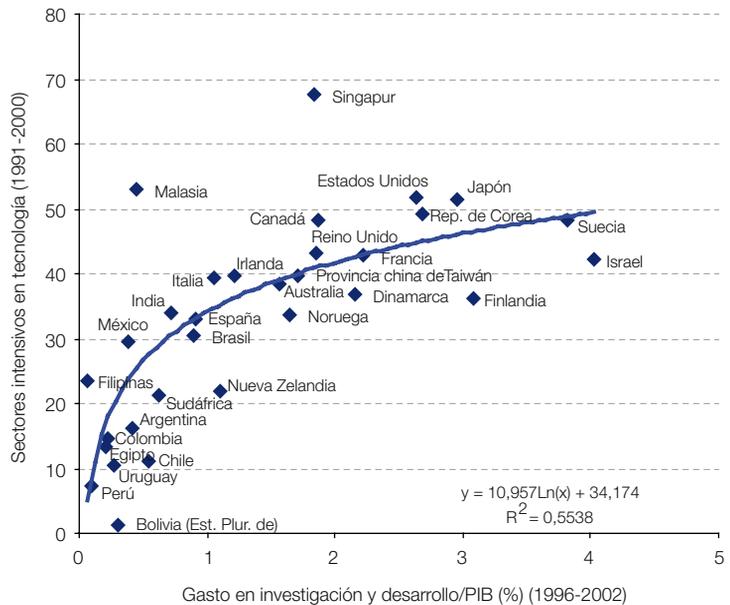
■ Desde esta perspectiva, se distinguen claramente cuatro grupos de países: i) el integrado por aquellos con un bajo porcentaje de sectores intensivos en conocimiento y un reducido nivel de inversión en investigación y desarrollo, en el cual figura un amplio número de países de la región: la Argentina, Chile, Colombia, el Estado Plurinacional de Bolivia, el Perú y el Uruguay; ii) los países con porcentajes de sectores tecnológicos y gasto en investigación y desarrollo más elevados, como España, México y el Brasil; iii) el grupo al que pertenece la mayoría de los países desarrollados (Noruega, Dinamarca, Irlanda, Reino Unido, Francia y Canadá, entre otros), caracterizado por magnitudes de inversión en investigación y desarrollo del orden de un 1,5% a un 2% del PIB y una estructura más diversificada, y iv) los países con alto gasto en investigación y desarrollo y muy diversificados (los Estados Unidos, Israel, el Japón, la República de Corea, Suecia, Singapur y otros).

■ En la región Iberoamericana, España y el Brasil son países que cuentan con un considerable sector industrial basado en el conocimiento, mientras que el grueso de las economías del conjunto concentra sus actividades manufactureras en sectores no intensivos en tecnología o poco demandantes de conocimiento, privilegiando actividades con alta densidad de recursos naturales, como en el caso de los países sudamericanos, o que requieren mano de obra poco calificada, como en el de la mayoría de los países de Centroamérica. Por otra parte, respecto de muchos de estos últimos y de México cabe destacar que incluso se sobrevalúa la participación relativa del sector intensivo en tecnología en la estructura industrial debido a que gran parte de su industria se basa en actividades de ensamblaje, que no generan mucho valor agregado ni encadenamientos productivos (CEPAL, 2010).

■ Asimismo, una estructura productiva altamente concentrada en algunos sectores específicos, como ocurre en muchos países de la región iberoamericana, implica una limitada capacidad de

Gráfico III.6

ESPECIALIZACIÓN PRODUCTIVA Y GASTO EN INVESTIGACIÓN Y DESARROLLO<sup>a</sup>  
(En porcentajes)



Fuente: Comisión Económica para América Latina y el Caribe (CEPAL), sobre la base de CEPAL-DDPE (2007), Progreso técnico y cambio estructural en América Latina, Santiago de Chile, Naciones Unidas LC/W136.

<sup>a</sup> Los sectores considerados como intensivos en tecnología son los siguientes: productos fabricados de metal, maquinaria, maquinaria eléctrica, equipo de transporte, equipo técnico y profesional.

demanda de investigación aplicada, lo que obviamente tiene grandes implicaciones desde el punto de vista de las posibilidades de vinculación entre empresas y universidades.

■ Como corolario se puede plantear que, más allá de las políticas e instrumentos que se diseñen e implementen para facilitar la relación entre empresa y universidad como mecanismo facilitador de la transferencia de conocimiento y la innovación, es indispensable considerar el tipo de estructura productiva, así como la importancia de avanzar en la configuración de economías más diversificadas y tecnológicamente más adelantadas. Por consiguiente, es importante que cualquier política científico-tecnológica o de innovación que se intente impulsar vaya acompañada de acciones de otro tipo que apoyen el desarrollo de determinados sectores, como la política industrial, por ejemplo.

## b) La importancia de las actividades de innovación y los nuevos paradigmas

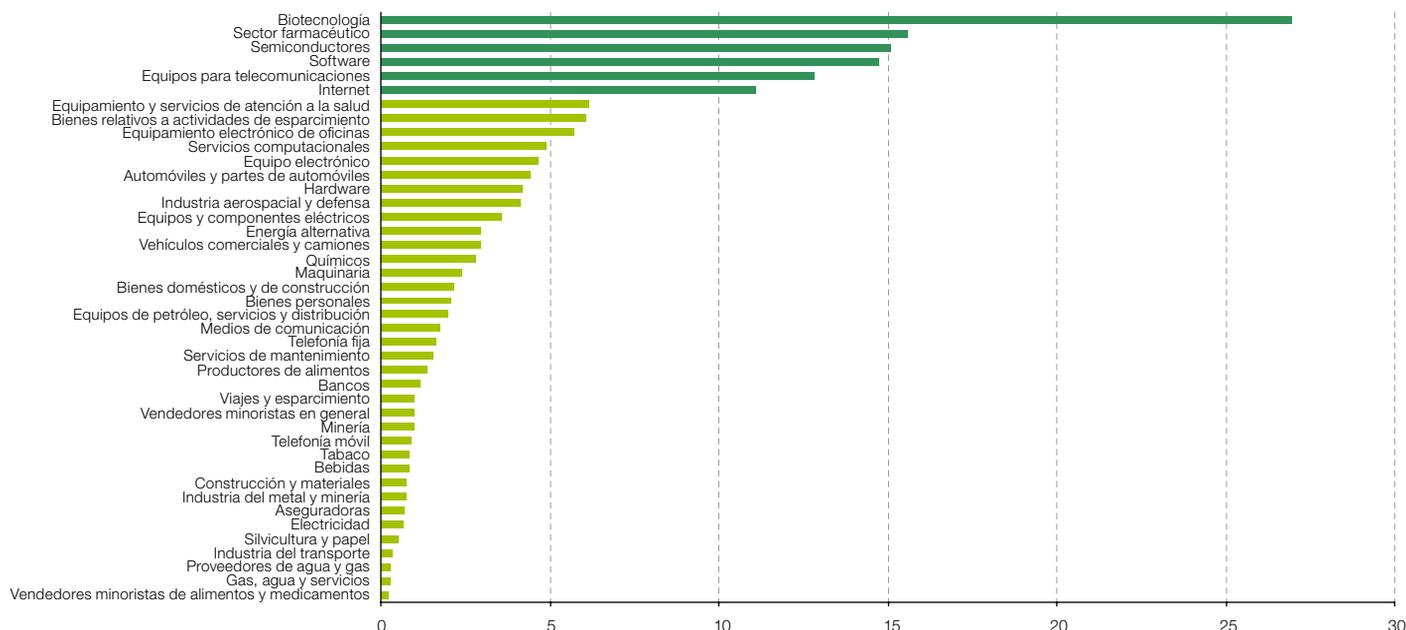
- Otro aspecto relevante desde el punto de vista de una estrategia de desarrollo basada en la innovación es que existen importantes diferencias intersectoriales respecto de la intensidad de la innovación. No todos los sectores demandan igual esfuerzo en materia de investigación y desarrollo. Por lo tanto, las posibilidades de cooperación o interacción en actividades de investigación y desarrollo entre el sector productivo y el sector académico, o los centros de investigación, están fuertemente condicionadas por las características del sector productivo.
- El surgimiento de nuevos paradigmas en este ámbito plantea una serie de retos referidos al diseño de mecanismos e instrumentos

adecuados que impulsen la realización de proyectos conjunto de investigación y desarrollo entre empresas, centros de investigación y universidades, que también faciliten la transferencia de conocimientos. Esto resulta obvio al comparar los sectores que más invierten en investigación y desarrollo en relación con sus ventas netas. En el gráfico III.7, que muestra esta proporción en el caso de las empresas más innovadoras del mundo, se puede apreciar que los sectores que más invierten en actividades de investigación y desarrollo son los de biotecnología y los vinculados a las tecnologías de la información y las comunicaciones (TIC).

- Esto abre un debate sobre la relevancia de la relación entre universidad y empresa como mecanismo fundamental para generar nuevo conocimiento y facilitar la innovación. En un mundo que avanza hacia el establecimiento de nuevos paradigmas tecnológicos

Gráfico III.7

GASTO EN INVESTIGACIÓN Y DESARROLLO SEGÚN SECTOR DE ACTIVIDAD DE LAS 2.000 EMPRESAS MÁS INNOVADORAS DEL MUNDO, 2008<sup>a</sup>  
(En porcentajes de las ventas netas)



Fuente: Comisión Económica para América Latina y el Caribe (CEPAL), sobre la base de información del EU Industrial R&D Investment Scoreboard (2009).

<sup>a</sup> Para la elaboración del indicador a nivel de sectores se consideran 1.000 empresas europeas y 1.000 no europeas.

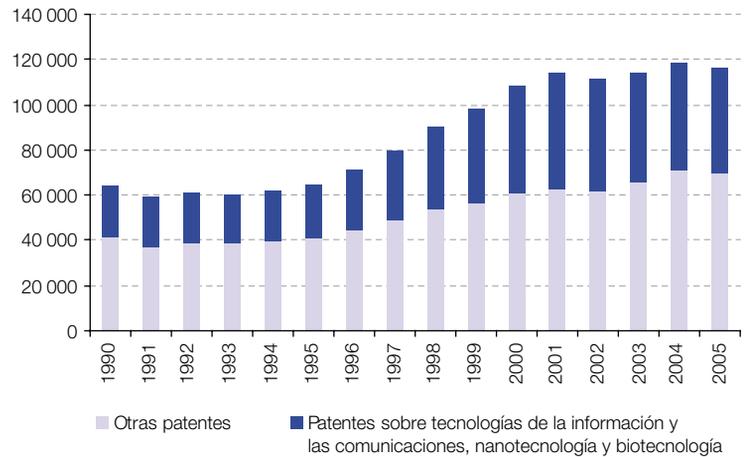
y en el que las actividades de investigación y desarrollo adquieren creciente importancia, el análisis y la mejor comprensión de esta relación son esenciales e ineludibles.

- Asimismo, de acuerdo con datos de la Oficina de Patentes Europea, tanto en el área de la biotecnología como en las de la nanotecnología y de las TIC, se observa un intenso uso de mecanismos de protección de la propiedad intelectual, en particular del patentamiento, para resguardar la propiedad del conocimiento. De acuerdo con el gráfico III.8, entre los años 1990 y 2005 el número de patentes en la Oficina de Patentes Europea relacionadas con TIC, biotecnología y nanotecnología ha aumentado a un ritmo superior al resto, dado que en estas tres áreas más que se duplicó, al pasar de 22.700 a 46.500, en tanto que en el resto se multiplicó por 1,6.

- Por consiguiente, el papel de la protección de la propiedad intelectual aparece como un elemento clave respecto de la factibilidad de la cooperación entre empresas y universidades o centros de investigación. Solamente a partir de una clara especificación de la distribución de las posibles ganancias generadas sobre la base del nuevo conocimiento será posible establecer mecanismos que faciliten dicha relación y cooperación en el marco de los nuevos paradigmas.

Gráfico III.8

PATENTAMIENTO MUNDIAL EN LA OFICINA DE PATENTES EUROPEA, 1990-2005



Fuente: Comisión Económica para América Latina y el Caribe (CEPAL), sobre la base de datos de la Oficina de Patentes Europea. Relación con la ASEAN.

**La relación entre universidad y empresa:  
determinantes, espacios y  
canales de vinculación**



## 1. Elementos de convergencia y divergencia para la relación entre universidad y empresa

- La construcción de capacidades científico-tecnológicas y la circulación del conocimiento en apoyo a la innovación es un proceso de largo plazo, que supone experiencias de prueba y error y de gran incertidumbre para las instituciones y otros actores involucrados. En una sociedad cada vez más compleja e interconectada, la colaboración multidisciplinaria es un espacio fundamental para abordar los descubrimientos e incursionar en nuevas áreas del conocimiento.
- En el marco de las interrelaciones que componen un Sistema Nacional de Innovación, las universidades y las empresas son actores clave por su capacidad de transmitir y crear conocimiento así como de movilizar recursos para enfrentar problemas crecientemente complejos. La relación entre estos dos actores también termina siendo compleja, debido a la naturaleza de ambos, sus roles en la economía y la sociedad, y la trama institucional que requieren para interactuar.
- Existen diversos factores que pueden facilitar la creación y el fortalecimiento de la interrelación entre las universidades y las empresas (elementos de convergencia) y otros que, por el contrario, pueden dificultar o entorpecer dicha vinculación (elementos de divergencia), que se pueden resumir en los siguientes términos:
  - Elementos de convergencia: las universidades y las empresas son actores primarios en los procesos de innovación y ambos poseen habilidades y capacidades científicas y tecnológicas fundamentales para la generación de conocimiento, que muchas veces resultan complementarias. El conocimiento que se genera en un sector suele ser distinto y, por lo tanto, complementario, respecto del que se desarrolla en las instituciones del otro sector. Asimismo, para emprender acciones tendientes al desarrollo científico y tecnológico, tanto las universidades como las empresas requieren de recursos financieros, infraestructura y capital humano, con los que muchas veces no cuentan o cuyos costos asociados no pueden afrontar. Por lo general, los proyectos de investigación y desarrollo son actividades de muy largo plazo y con resultados inciertos e involucran altas sumas de dinero. Por eso, el interés por avanzar en el desarrollo de proyectos de este tipo, para los cuales ni las universidades ni las empresas cuentan por lo general con los recursos necesarios (financieros o humanos), puede actuar como un estímulo para la vinculación entre ambos sectores.
  - Elementos de divergencia: a pesar de compartir la particularidad de desarrollar y utilizar capacidades para la generación de conocimiento científico-tecnológico, la universidad y la empresa llevan adelante esta tarea con competencias, finalidades y criterios muy distintos y a veces difícilmente conciliables. Por lo general, las universidades se dedican a la formación y a la generación de conocimiento en ciencia y tecnología a través de la investigación básica, instaurando una virtuosa sinergia entre estas funciones y financiándose, sobre todo, con fondos públicos. La finalidad y el uso de los resultados de este tipo de investigación son típicamente académicos, lo que incentiva su difusión en la comunidad científica para una evaluación “entre pares” y para el desarrollo de investigaciones posteriores. Las empresas, por el contrario, que necesitan llevar adelante procesos de innovación para el aumento de su productividad y competitividad, sobre todo en sectores dinámicos, actúan motivadas por otros intereses. La mayoría de las veces, es el mercado el principal mecanismo de incentivo a la introducción de innovaciones originadas en los resultados de la investigación aplicada, y la apropiabilidad y rentabilidad de tales innovaciones son los principales criterios para su evaluación.
  - Por tanto, la creación de vínculos entre universidades y empresas debe desarrollarse según la noción de especialización complementaria: generar y fortalecer los factores de convergencia entre ellas, es decir, sus respectivas capacidades científicas y tecnológicas y, al mismo tiempo, reducir los elementos de divergencia, sin que esto implique eliminar las especificidades, objetivos y misiones de cada una. A continuación, se detallan las funciones y competencias de las universidades y las empresas, en un esquema que permite visualizar los elementos de divergencia que es fundamental considerar a la hora de evaluar y diseñar mecanismos o instrumentos tendientes a fortalecer los vínculos de cooperación entre ambas instituciones (véase el cuadro IV.1).

**Cuadro IV.1****FUNCIONES Y COMPETENCIAS DE UNIVERSIDADES Y EMPRESAS**

	<b>Universidades</b>	<b>Empresas</b>
Funciones primarias	Formar capital humano Realizar investigación	Producir utilidades Mantenerse en el mercado
Motivaciones en la generación del conocimiento	Motivaciones académicas Poner a prueba el paradigma científico y avanzar en él	Mantener y expandir sus ventajas competitivas gracias al desarrollo de nuevos productos o procesos
Uso de los resultados	Difusión en la sociedad y en la comunidad científica (mediante seminarios y artículos de revistas, entre otros)	Innovación Apropiabilidad y protección (mediante mecanismos de protección de la propiedad intelectual: patentes, secreto industrial, entre otros)
Criterios de evaluación de los resultados	Evaluación por los pares ( <i>peer review</i> ) y por la comunidad científica	Aplicabilidad, innovación Rentabilidad
Tipo de coordinación interna	Flexible	Jerárquica
Recursos financieros para actividades de investigación y desarrollo	Mayoritariamente públicos	Mayoritariamente privados

**Fuente:** Comisión Económica para América Latina y el Caribe (CEPAL).

## 2. Razones y motivaciones para la vinculación

■ Las diferencias entre universidad y empresa se expresan también en las finalidades diversas que las motivan a emprender vínculos entre sí. Las principales razones que impulsan a las universidades a establecer una relación con las empresas se asocian con las misiones tradicionales de las instituciones de educación superior, es decir, la formación y la investigación (véase el cuadro IV.2). De hecho, la vinculación con los actores del sector productivo puede representar una manera de lograr mejoras en la calidad de la investigación y de la enseñanza, por cuanto permite a las universidades otorgar aplicación práctica a sus investigaciones y mantenerse al tanto de los más recientes desarrollos tecnológicos, ya sea a través del acceso a tecnologías productivas, estudios de casos complejos o aplicaciones tecnológicas que a veces solo pueden lograrse en las empresas. Este tipo de vinculación establece las bases para el fortalecimiento y el posterior desarrollo de las capacidades científico-tecnológicas de las universidades y de los centros de investigación, al tiempo que permite cubrir las demandas intelectuales de los investigadores, ya que les brinda un contacto más real y directo con problemas tecnológicos, que pueden incluso operar como fuente de inspiración y estímulo para enfrentar nuevos retos y abordar nuevas áreas de la investigación científica y aplicada.

■ Existe una motivación ulterior, de carácter más práctico, para el desarrollo de interrelaciones entre universidades y empresas, asociada al surgimiento de la tercera misión de la universidad y que se relaciona con las actividades de comercialización de los resultados de la investigación científico-tecnológica. La progresiva reducción del financiamiento público a las universidades y a los centros de investigación en las últimas décadas ha llevado a las universidades a diversificar sus fuentes de recursos para financiar la mejora de su infraestructura, el perfeccionamiento de su personal y el apoyo a las actividades de investigación. Al mismo tiempo, esto representa una fuente alternativa para complementar los ingresos personales de los investigadores.

■ Por parte de las empresas, las motivaciones para desarrollar una relación con una universidad o un centro de investigación (que se resumen en el cuadro IV.2) responden principalmente a criterios prácticos y de conveniencia económica. En primer lugar, muchas empresas se relacionan con las universidades o centros de

investigación con miras específicas y de corto plazo, para solucionar determinados problemas de producción o reducir costos de monitoreo o de desarrollo científico. Además, estas relaciones pueden contribuir a superar la deficiencia tecnológica del sector privado en términos de infraestructura para la investigación en ciencia y tecnología; de hecho, mediante el uso de capacidades externas -como equipos y capital humano calificado de las universidades- las empresas pueden reducir los recursos, el espacio y los costos asociados a la realización de actividades internas de laboratorio y de investigación y desarrollo.

■ Por otra parte, en la economía del conocimiento, las capacidades en ciencia y tecnología son cada vez más relevantes en muchas actividades productivas para lograr escalamientos tecnológicos y para mantener la competitividad, en un contexto en que el cambio tecnológico ocurre vertiginosamente. Esto vale sobre todo para aquellas empresas que operan en los sectores tecnológicamente más dinámicos, como los de las tecnologías de información y las comunicaciones, la nanotecnología o la biotecnología, donde la dotación de capacidades científicas y tecnológicas representa sin duda una ventaja competitiva fundamental para garantizar la rentabilidad de largo plazo. Por esta razón, las empresas que aspiran a llevar adelante una estrategia de competitividad dirigida a obtener e incorporar conocimiento científico para convertirse en empresas

**Cuadro IV.2**  
RAZONES PARA INICIAR UNA INTERRELACIÓN ENTRE UNIVERSIDAD Y EMPRESA

Universidad	Empresa
<ul style="list-style-type: none"> <li>Fortalecer la formación de los recursos humanos</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>Dar solución a problemas específicos</li> </ul>
<ul style="list-style-type: none"> <li>Actualizar las capacidades científico-tecnológicas</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>Contar con una alternativa económica a las actividades internas de investigación y desarrollo (<i>outsourcing</i>)</li> </ul>
<ul style="list-style-type: none"> <li>Difundir y aplicar en forma práctica los resultados de la investigación de base</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>Desarrollar capacidades científico-tecnológicas</li> </ul>
<ul style="list-style-type: none"> <li>Tener acceso a una fuente de financiamiento alternativa</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>Llevar adelante una estrategia innovadora de largo plazo para el mantenimiento y mejora de la competitividad</li> </ul>

Fuente: Comisión Económica para América Latina y el Caribe (CEPAL).

innovadoras, necesitan no solo incorporar el conocimiento existente, sino también generarlo, lo que requiere de un esfuerzo aun mayor para desarrollar y fortalecer sus capacidades científico-tecnológicas internas. Esto a su vez implica que las empresas innovadoras necesitan cada vez más acceder al conocimiento y a los recursos

producidos por las universidades y centros de investigación. En este sentido, el mantener un comportamiento proactivo y desarrollar vínculos fuertes con el mundo de la ciencia y la tecnología responde a la exigencia de fortalecer potenciales ventajas competitivas que sean sólidas y de largo plazo.

### 3. Canales y tipos de interrelación

- Las formas, la intensidad y los canales de interacción entre las universidades y las empresas son diversos y cambiantes y dependen en gran medida de la institucionalidad de cada país. En particular, el uso de los diversos canales de transferencia de conocimiento presenta particularidades que dependen de múltiples factores, entre los que se destacan: i) la especificidad de cada sector productivo; ii) las regiones de localización; iii) las trayectorias de las disciplinas involucradas; iv) la duración de los contratos y v) la flexibilidad organizativa de la universidad (facultad, grupo de investigación u oficina de transferencia tecnológica) para resolver los acuerdos, considerar los incentivos y canalizar resultados hacia fuentes alternativas para la investigación.
- En este sentido, la naturaleza de la colaboración emprendida puede facilitar la construcción de un capital social para las diferentes áreas del conocimiento y tipos de organizaciones, basado en la

confianza, la interacción y la acumulación de aprendizajes para el desarrollo de la innovación.

- En el cuadro IV.3 se presenta una clasificación de los canales de interacción entre universidad y empresa más utilizados y se señalan los principales beneficios de cada uno. Entre ellos, se identifican: los flujos de recursos humanos (por ejemplo, las prácticas de los estudiantes en empresas o la contratación de nuevos profesionales), las redes informales entre profesionales, las actividades de difusión del conocimiento (conferencias, elaboración de publicaciones), los proyectos específicos, los servicios de asesoramiento y apoyo tecnológico (asistencia técnica, equipo técnico), el licenciamiento de tecnología (patentes, oficinas de transferencia tecnológica de las universidades) y la creación de centros mixtos o empresas de base tecnológica (empresas universitarias, *spin-offs*, actores híbridos conformados por empresas y universidades).

#### Cuadro IV.3

##### INTERACCIÓN ENTRE UNIVERSIDAD Y EMPRESA: TIPOS, CANALES Y CARACTERÍSTICAS GENERALES

Tipo de interrelación	Canales	Beneficios principales
Flujos de recursos humanos	Pasantías, formación de estudiantes en las empresas, contratación de graduados	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Formación de los recursos humanos</li> <li>• Acceso de las empresas a recursos humanos calificados que permiten generar ventajas competitivas</li> </ul>
Contactos informales entre profesionales	Redes profesionales, intercambio de informaciones	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Formación de los recursos humanos</li> <li>• Acceso de las empresas a recursos humanos calificados que permiten generar ventajas competitivas</li> <li>• Difusión del conocimiento científico-tecnológico</li> </ul>
Actividades de divulgación y difusión del conocimiento	Eventos, seminarios, conferencias, publicaciones, publicaciones conjuntas	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Difusión del conocimiento científico-tecnológico</li> <li>• Intercambio de información y expresión de objetivos de investigación, métodos y resultados</li> </ul>
Servicios	Servicios de asesoría, asistencia técnica, consultorías, uso de equipos	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Diversificación de las fuentes de financiamiento para las universidades</li> <li>• Desarrollo y actualización de capacidades aplicadas en ciencia y tecnología (uso de equipos) de los investigadores y de las empresas</li> <li>• Solución a problemas específicos de las empresas</li> </ul>
Proyectos conjuntos	Cooperación en investigación y desarrollo, contratos de investigación, intercambio de investigadores, redes formales de trabajo, parques científicos y tecnológicos	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Diversificación de las fuentes de financiamiento para las universidades</li> <li>• Desarrollo y actualización de capacidades aplicadas en ciencia y tecnología (uso de equipos) de los investigadores y de las empresas</li> <li>• Establecimiento de objetivos y metodologías comunes para la investigación científica y su aplicación</li> <li>• Coordinación entre la demanda especializada de las empresas y la formación universitaria</li> </ul>
Licenciamiento	Patentes, oficinas de transferencia tecnológica (OTT)	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Diversificación de las fuentes de financiamiento para las universidades</li> <li>• Desarrollo y actualización de capacidades aplicadas en ciencia y tecnología (uso de equipo) de los investigadores</li> <li>• Coordinación entre la demanda especializada de las empresas y la formación universitaria</li> <li>• Generación de impactos económicos visibles, inmediatos y cuantitativamente evaluables</li> <li>• Obtención de beneficios económicos basados en la innovación para las empresas</li> </ul>
Empresas de base tecnológica	<i>Spin-offs</i> , incubadoras, actores híbridos conformados por la empresa y la universidad	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Incentivos para que las universidades se apropien de los beneficios de las innovaciones</li> </ul>

Fuente: Comisión Económica para América Latina y el Caribe (CEPAL).

## 4. Complejidad de los canales de vinculación

■ Los canales de interrelación entre universidad y empresa se pueden ordenar según el nivel de complejidad de los tipos de interrelación que ellos hacen posibles. El nivel de complejidad resulta de la combinación de varios factores que representan las dimensiones de la complejidad. Entre ellas se pueden incluir la dirección de la relación, el nivel de formalidad, el horizonte temporal y el tipo de conocimiento transferido; se pueden agregar, además, el número de actores involucrados y la institucionalidad (véase el diagrama IV.1).

■ La complejidad expresa la intensidad de la relación entre universidad y empresa: cuanto más compleja es la forma de interrelación, más cerrados y fuertes son los vínculos y más sofisticada su gestión. Entre los tipos de interrelación que se presentan en el cuadro IV.3 es posible reconocer por lo menos tres niveles de complejidad (véase el diagrama IV.2):

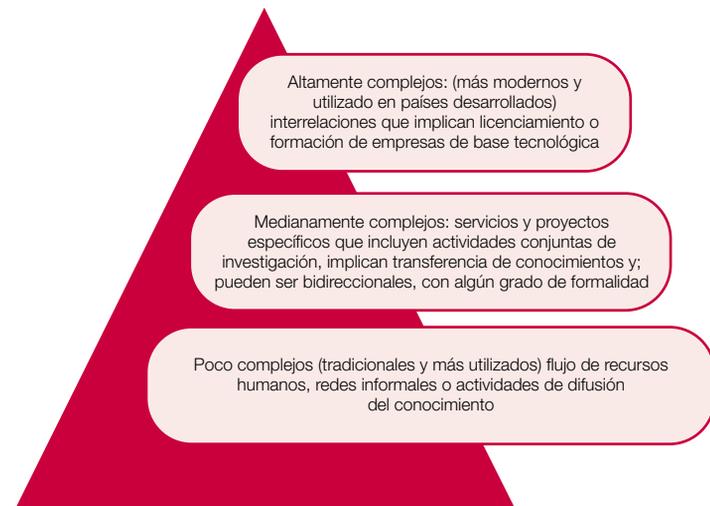
- Canales escasamente complejos (y por esto, tradicionales y más utilizados): es el caso del flujo de recursos humanos, las redes informales o las actividades de difusión del conocimiento, que se basan en la transferencia de recursos humanos; se caracterizan por su tendencia a ser unidireccionales, su carácter altamente informal y de corto plazo y por referirse a un conocimiento generalmente tácito.
- Canales medianamente complejos: es el caso de los servicios y los proyectos específicos, que incluyen actividades conjuntas de investigación; pueden ser bidireccionales e implicar la transferencia de conocimiento codificado y, por lo tanto, necesitan de una estructura más formal.
- Canales altamente complejos (más modernos y utilizados mayormente en los países desarrollados): es el caso de las interrelaciones que implican el licenciamiento o la formación de empresas de base tecnológica; su complejidad deriva sobre todo de la necesidad de una infraestructura formal que garantice la participación de ambas partes en la asignación de los beneficios económicos derivados de la investigación, permitiendo al mismo tiempo el uso científico y con finalidades académicas de los logros obtenidos.

**Diagrama IV.1**  
DIMENSIONES DE LA COMPLEJIDAD DE LOS CANALES DE VINCULACIÓN ENTRE UNIVERSIDAD Y EMPRESA



Fuente: Comisión Económica para América Latina y el Caribe (CEPAL).

**Diagrama IV.2**  
NIVELES DE COMPLEJIDAD DE LOS CANALES DE VINCULACIÓN ENTRE UNIVERSIDAD Y EMPRESA



Fuente: Comisión Económica para América Latina y el Caribe (CEPAL).

- Además, los canales de interrelación entre universidades y empresas pueden ser de tipo “desde abajo hacia arriba” (*bottom-up*) o “desde arriba hacia abajo” (*top-down*): el primero es más espontáneo y corresponde al caso en que actores que necesitan del conocimiento para solucionar problemas técnicos o desarrollar innovaciones se encuentran, por iniciativa propia, con actores que pueden proveer ese conocimiento; el segundo (*top-down*) se concreta a través de mecanismos institucionales formales y legales (programas, proyectos) que proponen iniciativas para el fortalecimiento de las relaciones entre universidad y empresa.
- Los ejemplos reales de vinculación entre universidad y empresa raramente se pueden asociar a un solo tipo de interrelación. A menudo las relaciones se presentan más bien como casos mixtos,

donde coexisten simultáneamente elementos y características de dos o más tipos de interrelación, por ejemplo, cuando el flujo de recursos humanos calificados está asociado a la realización de publicaciones o eventos, o cuando la venta de servicios de ciencia y tecnología se relaciona también con el desarrollo de proyectos específicos para la empresa. Además, al analizar las experiencias particulares de algunos sectores, se observa que no solo diferentes tipos de interrelación pueden caracterizar en el mismo momento la vinculación entre universidades y empresas, sino que también canales menos complejos (como las redes informales) pueden representar el estadio previo de relaciones más articuladas y sofisticadas, que se desarrollan en un segundo momento (como la obtención de patentes o la creación de parques tecnológicos o de *spin-offs*).

## 5. Canales de baja complejidad

### a) Flujos de recursos humanos

- El flujo de los recursos humanos es uno de los principales canales de interrelación entre la universidad y la empresa. Se trata de una forma de vinculación sencilla, en que predominan las relaciones informales, de carácter más bien unidireccional y en que las universidades o centros de investigación transfieren recursos humanos calificados hacia las empresas. El conocimiento que se transfiere es generalmente tácito y no codificado, y se expresa en capacidades y habilidades incorporadas en las personas.
- Las actividades que se realizan por medio de este canal están relacionadas sobre todo con el desarrollo de los recursos humanos. Para las universidades, tales actividades contribuyen a complementar una de sus principales funciones, la formación de profesionales; para las empresas, significan beneficiarse del contacto temprano con profesionales calificados, lo que les permiten generar ventajas competitivas basadas en el conocimiento incorporado en el capital humano.
- El hecho de que el flujo de la relación sea unilateral, desde la universidad hacia a la empresa, plantea el riesgo de que se

**Cuadro IV.4**  
FLUJOS DE RECURSOS HUMANOS

Dirección	Unidireccional: desde la universidad hacia las empresas
Tipo de conocimiento	Tácito, incorporado en las personas
Formalidad	Baja
Plazo temporal	Corto

Fuente: Comisión Económica para América Latina y el Caribe (CEPAL).

presenten problemas de consistencia entre los conocimientos que las universidades generan y los que las empresas requieren. Si las empresas interactúan de manera pasiva frente a las universidades, exclusivamente mediante la contratación de nuevos profesionales, eso puede conducir a una falta de alineación entre la oferta de estas y la demanda de aquellas. En este sentido, es importante subrayar la relevancia de que este canal esté abierto también a un doble flujo que permita a las universidades adaptarse a las necesidades de su entorno productivo.

#### Intel y las universidades en Costa Rica: experiencia de alineación entre la oferta formativa y las exigencias de la industria

Un ejemplo de una posible alianza estratégica entre empresa y universidad en materia de formación de recursos humanos es el caso de Intel con universidades costarricenses (el Instituto Tecnológico de Costa Rica y la Universidad de Costa Rica). Mediante esta relación, se ha logrado fortalecer algunas carreras de ingeniería (eléctrica, electrónica, mecánica, de materiales, física y computación) y abrir nuevas especializaciones, además de hacer actualizaciones curriculares que vinculan de una manera activa y más compleja a las universidades con la empresa de semiconductores.

#### La industria del cine en México

Cuando el flujo de recursos humanos se concreta en interrelaciones débiles, puede verse afectada la capacidad de innovar, como acusa la industria cinematográfica en México. Así, esta industria sugiere que no hay alineación entre sus requerimientos y los conocimientos que las universidades transmiten, lo que muestra la necesidad de mejorar la coordinación para que la academia califique recursos humanos en las nuevas tecnologías del cine: sonido digital, edición, imagen 3D y digitalización, entre otras.

## b) Contactos informales

■ Un segundo canal de interrelación no muy complejo entre universidades y empresas son los contactos informales. Junto con la formación de profesionales, la investigación científica representa la segunda misión tradicional de las universidades. Estos dos objetivos han permitido conformar una masa crítica de profesionales que se desenvuelven en el seno universitario y aportan a la sociedad en general, promoviendo vínculos entre ellos y sinergias con diversos actores del Sistema Nacional de Innovación.

■ Este tipo de vínculos se basa en relaciones de carácter personal y a menudo informal. De hecho, no solo el nivel de formalidad de este tipo de relaciones es bajo, sino que también es común que se desarrollen según modalidades “de abajo hacia arriba” o espontáneas, donde los actores que necesitan desarrollar innovaciones (las empresas) se encuentran por iniciativa propia con actores que pueden facilitar ese conocimiento (las universidades o centros de investigación).

■ Por ejemplo, las redes informales de trabajo (*networking*), como la creación de contactos informales entre profesionales, implican relaciones bidireccionales entre la universidad y las empresas, que se basan en el intercambio informal de conocimientos, compartiendo la información que ambos actores buscan en la otra parte. En estas redes, el flujo de conocimiento es tácito y escasamente codificado y queda incorporado en las personas, lo que permite compartir conocimientos en una relación que, sin embargo, no llega a formalizarse en proyectos de investigación y desarrollo de largo plazo.

### Cuadro IV.5

#### CONTACTOS Y REDES INFORMALES ENTRE PROFESIONALES

Dirección	Bidireccional: ambas partes proveen conocimiento
Tipo de conocimiento	Tácito, incorporado en las personas
Formalidad	Baja
Plazo temporal	Corto

Fuente: Comisión Económica para América Latina y el Caribe (CEPAL).

■ Las empresas suelen utilizar y valorar positivamente estas redes informales de profesionales. Además de facilitar el contacto con recursos humanos calificados, estos canales sirven para obtener información sobre tendencias de investigación y desarrollo y acceso al conocimiento científico-tecnológico que los profesionales desarrollan en las universidades. Por el lado de las universidades, estas redes representan una manera de hacer circular los avances de investigación y de presentarlos para la evaluación por parte de profesionales que son usuarios de las aplicaciones de estos conocimientos. En este sentido, las redes informales y profesionales pueden representar una manera de empezar a articular la oferta de conocimiento científico-tecnológico incorporado en la experiencia de los profesionales con los requerimientos de las empresas, constituyendo buenos canales para identificar proyectos de colaboración o futuras investigaciones científicas conjuntas.

### La importancia de las relaciones personales en la colaboración entre *Eaton Trucks Corporation* y *Unicamp* (Brasil)

La exitosa colaboración desarrollada en los años noventa entre *Eaton Trucks Corporation* (anteriormente Equipamientos Clark, S. A.), empresa del rubro de partes para automóviles (en particular, de producción de transmisores), y la Facultad de Ingeniería Mecánica de la Universidad Estadual de Campinas (*Unicamp*) fue el resultado de una interacción entre ambas instituciones que se había instaurado desde mediados de los años ochenta, mediante relaciones de carácter personal e informal: la empresa habitualmente contrataba a ingenieros egresados de la *Unicamp*, y el director y presidente de la empresa también había sido profesor de la Facultad de Ingeniería Mecánica de esa universidad. Estas relaciones de carácter personal facilitaron un acercamiento entre ambas entidades que culminó en la realización de un proyecto conjunto de investigación y desarrollo que ha resultado beneficioso para ambas partes. A la empresa, le significó la ventaja de desarrollar novedosas tecnologías de medición y de adquisición de datos de control y crear un producto original (la transmisión automática), así como formar a su equipo técnico en conocimientos especializados (*know how*). A la universidad, el proyecto le ha posibilitado el avance en investigación en el tema, la obtención de títulos de doctorado y maestría, publicaciones y también la presentación de trabajos en eventos del área (Dagnino y Gomes, 2002).

### c) Actividades de divulgación y difusión del conocimiento

■ Un tercer canal de interrelación entre universidad y empresa es el relativo a la divulgación y difusión de la ciencia y el conocimiento. Las universidades han mantenido entre sus tareas tradicionales la difusión del conocimiento y de los resultados de la investigación como parte esencial de su misión de enseñanza. En este sentido, son crecientes los esfuerzos por difundir el conocimiento hacia la sociedad, abarcando nuevos públicos, como por ejemplo las empresas que pueden estar interesadas en acceder a dicho conocimiento.

■ Este canal de vinculación entre la universidad y la empresa lo constituyen actividades de generación y transferencia de conocimiento científico-tecnológico, como la realización de seminarios, conferencias y publicaciones conjuntas, y en particular las actividades que tienen como finalidad la difusión de informaciones y de los resultados de investigaciones y el intercambio con otros actores. En la mayoría de los casos se trata de flujos establecidos unilateralmente (desde las universidades hacia la sociedad en general), cuyos contenidos suelen ser determinados por las mismas universidades y comunidades académicas. Sin embargo, las publicaciones y los eventos realizados en colaboración pueden también implicar ciertos niveles de transferencia de conocimientos en forma bidireccional, en que las empresas a su vez aportan conocimientos científico-tecnológicos. El conocimiento transferido suele ser codificado, aunque todavía caracterizado por un elevado nivel de incertidumbre y un bajo nivel de aplicabilidad (y de apropiabilidad de los eventuales beneficios económicos derivados de esa aplicación).

■ El nivel de formalidad puede variar según el tipo de actividad, pero por lo general este tipo de interrelaciones no necesitan una estructura formal particularmente sofisticada, razón por la cual presentan un grado de formalidad entre medio y bajo. Esta clase de vinculación puede surgir de manera espontánea (*bottom-up*) por iniciativa de los actores, como también puede ser el resultado de la intervención de actores institucionales (*top-down*). Sin embargo, las actividades consideradas en este ámbito se articulan en un horizonte temporal de corto plazo, asociado a la realización de un evento o

#### Cuadro IV.6

##### ACTIVIDADES DE DIVULGACIÓN Y DIFUSIÓN DEL CONOCIMIENTO

Dirección	Unidireccional: desde la universidad hacia la sociedad
Tipo de conocimiento	Codificado y oficial
Formalidad	Media a baja
Plazo temporal	Corto

Fuente: Comisión Económica para América Latina y el Caribe (CEPAL).

a otras circunstancias específicas, lo que normalmente inhibe el desarrollo de una relación más estable.

■ Las motivaciones de las universidades para establecer este tipo de vinculación responden a exigencias de naturaleza académica y científica, por cuanto facilitan la circulación de los resultados de sus actividades científico-tecnológicas y la evaluación por parte de pares científicos. A través de este tipo de interrelación, las empresas pueden tener acceso a esos resultados e intercambiar con los profesionales de las universidades información sobre los objetivos y métodos de investigación que caracterizan la labor de ambos actores.

■ Como forma de transferencia de conocimiento e intercambio de información, este canal no suele ser el más adecuado para generar interacciones personales entre investigadores y empresarios que puedan redundar en actividades de investigación formales o en el desarrollo de actividades de generación de conocimiento o de innovación. Sin embargo, debido a que el conocimiento por lo general fluye de una manera que tiende a ser unidireccional (desde la universidad hacia las empresas), las conferencias, congresos y publicaciones ofrecen la ocasión para que se produzcan espacios de encuentro y colaboración donde pueden converger los conocimientos de ambos actores, mediante el intercambio de conocimientos y experiencias, lo que facilita la identificación de nuevas áreas de investigación y tendencias recientes en investigación y desarrollo, el logro de acuerdos de investigación conjunta, el conocimiento de profesionales y especialistas, entre otros beneficios para ambos sectores.

### **Empreenda Minho en Portugal: un caso de difusión del conocimiento**

Las actividades de difusión pueden ser conferencias o seminarios especializados donde los participantes transmiten conocimientos y resultados de investigaciones recientes. Algunos centros académicos o fundaciones como TecMinho en Portugal (asociación fundada por la Universidad de Minho y las municipalidades del Valle del Ave) promueven directamente a través de este tipo de actividades la conexión de la universidad con la sociedad y, en especial, con las empresas. TecMinho organiza un evento llamado *Empreenda Minho* en que a través de conferencias y exhibición de proyectos académicos con vocación empresarial se alientan las alianzas innovadoras de profesores, investigadores y estudiantes con empresas interesadas. La conferencia es un espacio donde se presentan proyectos con potencial de negocios a los participantes, sobre todo en el área tecnológica.

## 6. Canales de complejidad media

### a) Servicios

■ Este canal de complejidad media se refiere a la venta de servicios especializados en materias científicas y tecnológicas, como servicios de asesoría, asistencia técnica, consultoría, renta o uso de equipos. El conocimiento fluye de manera unidireccional desde las universidades o centros de investigación hacia las empresas, comúnmente a través de consultorías, aunque también por medio de contratos de apoyo a actividades puntuales como pruebas de equipos, controles de calidad o capacitación. Esta suele constituir una modalidad de interacción de corto plazo, vinculada a circunstancias específicas, de modo que es poco utilizada para desarrollar actividades de investigación y desarrollo, si bien frecuentemente puede representar una etapa previa a la conformación de vínculos más complejos y articulados.

■ En este canal de vinculación, el conocimiento transmitido es codificado y formal; sin embargo, en la medida en que los investigadores proveen sus competencias y experiencias adquiridas con anterioridad al establecimiento del vínculo con las empresas, también se identifican componentes tácitos. Estas interacciones requieren un nivel medio a alto de formalidad, sobre todo para establecer las condiciones del acuerdo entre los investigadores o sus respectivas universidades y las empresas. Por esto, es posible que existan acuerdos sobre la apropiabilidad del conocimiento, pese a que se trate normalmente de colaboraciones de corto plazo. La definición de términos de apropiabilidad del conocimiento dependerá de la naturaleza de la asesoría realizada, pero será más común cuando se trate de conocimientos aplicados exclusivamente para una empresa, como cursos de entrenamiento, manuales técnicos o software especializado, entre otros.

■ Para las universidades, la venta de servicios tiene en particular una motivación económica, ya que constituye un mecanismo para diversificar sus fuentes de financiamiento. Al mismo tiempo,

**Cuadro IV.7**

#### SERVICIOS

Dirección	Unidireccional: desde la universidad hacia las empresas
Tipo de conocimiento	Codificado, pero también tácito, incorporado en las personas
Formalidad	Media a alta
Plazo temporal	Medio o corto

Fuente: Comisión Económica para América Latina y el Caribe (CEPAL).

esta relación con las empresas les permite también actualizar sus capacidades científico-tecnológicas a través del contacto con los más recientes desarrollos en términos de tecnologías productivas, estudios de casos complejos o aplicaciones tecnológicas que muchas veces solo se obtienen en las empresas, todo lo cual ofrece la posibilidad de abrir nuevos campos de investigación. Desde el punto de vista de las empresas, este canal de interacción es muy valorado para obtener servicios de corto plazo que permitan resolver problemas tecnológicos específicos en los procesos productivos, acceder a infraestructura especializada y normalmente costosa, y realizar pruebas para productos y procesos. Por esto, las asesorías, consultorías y otros servicios similares, no son los medios más indicados para el desarrollo de investigaciones científicas y aplicadas, que requieren de proyectos de largo plazo en los que el conocimiento fluya de forma bidireccional.

■ Las razones por las cuales se les atribuye importancia a los canales de servicios son diversas en cada país, pero es posible que un factor relevante sea la necesidad de incrementar los recursos que posteriormente permitirán una mayor producción intelectual, así como una posible falta de madurez del Sistema Nacional de Innovación, en general, que limita la puesta en marcha de proyectos de investigación conjunta de largo plazo.

### Prestación de servicios tecnológicos en el Uruguay: vinculando a universidades, laboratorios y empresas

En el Uruguay, desde hace algunos años la prestación de servicios tecnológicos facilita la constitución de vínculos entre universidades, laboratorios y empresas. Un ejemplo es la colaboración establecida entre la Universidad de la República (UDELAR) y el Laboratorio Tecnológico del Uruguay (LATU), que posibilita a los investigadores de la universidad acceder a la infraestructura y equipamiento a nivel de escala piloto del laboratorio, en áreas relacionadas con el procesamiento de alimentos, el desarrollo de productos y la calidad de la materia prima para la industria. Mediante esta colaboración se ha logrado solucionar problemas planteados al LATU por actores del sector productivo y al mismo tiempo contribuir a la formación de los estudiantes y profesionales participantes. Tal ha sido el caso, por ejemplo, de los servicios tecnológicos y de asesoría en el control de calidad de productos prestados a empresas de la industria de lácteos.

### LanammeUCR en Costa Rica: venta de servicios a entidades públicas y empresas privadas

Lanamme (Laboratorio Nacional de Materiales y Modelos Estructurales) es una unidad académica de investigación de la Universidad de Costa Rica (UCR) que brinda servicios especializados a instituciones públicas y empresas privadas en las áreas de protección de infraestructura civil, vial y líneas vitales. Así por ejemplo, a través de convenios entre la UCR y el Ministerio de Obras Públicas y Transportes, y posteriormente el Consejo Nacional de Vialidad, este laboratorio, adscrito a la Escuela de Ingeniería Civil, presta servicios de verificación de la calidad de obras viales y en forma más reciente desarrolla investigación sobre procesos y materiales que respondan a las necesidades del sector vial de la región.

## b) Proyectos conjuntos

■ Los proyectos de colaboración entre universidades y empresas son canales de interacción bidireccionales en la forma de proyectos de investigación y desarrollo conjuntos, contratos de investigación y participación conjunta en parques científico-tecnológicos, entre otros. Se trata de un tipo de interrelación en que ambas partes proveen conocimientos y recursos, y en que los actores no solo comparten información, metodologías y resultados, sino también instrumentos, laboratorios y recursos financieros y deben asimismo acordar protocolos de trabajo y objetivos de investigaciones aplicadas.

■ El nivel de codificación del conocimiento es variado. Los resultados de estas colaboraciones tienden a caracterizarse por su contenido de conocimiento codificado, pero en la relación se reconocen también aspectos de transferencia de conocimiento tácito (como ocurre en el caso de redes de trabajo). Esto implica que también el nivel de apropiación de los beneficios económicos de este conocimiento es variado, lo que a su vez no solo depende del tipo de conocimiento, sino también de la institucionalidad y del acuerdo previo que hayan establecido la universidad y la empresa sobre la definición de los derechos de propiedad intelectual asociados al proyecto conjunto y a sus resultados.

**Cuadro IV.8**  
PROYECTOS CONJUNTOS

Dirección	Bidireccional: ambas partes proveen conocimiento y recursos
Tipo de conocimiento	Codificado y oficial, pero también tácito, incorporado en las personas
Formalidad	Alta
Plazo temporal	Medio a largo

Fuente: Comisión Económica para América Latina y el Caribe (CEPAL).

■ Todos estos factores hacen que las relaciones basadas en proyectos conjuntos sean vínculos complejos y de largo plazo, que requieren grados de formalidad elevados. Debido a la complejidad de la relación, suelen tener lugar en sistemas nacionales de innovación maduros, donde existe una infraestructura institucional más densa y completa, que apoya y promueve este tipo de actividades (por medio de financiamiento, prácticas de cooperación público-privadas, normas y leyes que faciliten estas relaciones, entre otros factores), contribuyendo al desarrollo de proyectos de investigación y desarrollo de largo plazo implementados en colaboración entre diversos agentes.

- La interacción entre universidades y empresas a través de proyectos conjuntos específicos permite a las empresas obtener beneficios de corto plazo, como puede ser el apoyo para resolver problemas productivos concretos, o el acceso a laboratorios y otros recursos disponibles en las universidades para realizar pruebas de productos o procesos. Estos vínculos permiten también que se realicen trabajos de largo plazo, que son los que conducen a la obtención de beneficios derivados de la innovación aplicada, como puede ser la contratación de investigadores para actividades de innovación de la empresa o para actividades de investigación que la empresa no puede desarrollar por su cuenta. El contacto con los investigadores de las universidades facilita también la actualización y el fortalecimiento de las capacidades científico-tecnológicas de las empresas, lo que es sumamente importante en aquellas empresas cuya estrategia competitiva está basada en la innovación. Igualmente, este canal de interacción brinda acceso a los investigadores de las universidades a recursos financieros o técnicos que a menudo no están disponibles en sus centros

de investigación, y además les proporciona importantes beneficios de naturaleza científica y académica, debido al contacto con tecnologías de punta y a la posibilidad de enfrentar nuevos problemas y desafíos de los cuales pueden obtener ideas para futuras investigaciones científicas.

- Debido a la complejidad de las relaciones que se generan en los proyectos conjuntos, este tipo de flujos son particularmente convenientes para el desarrollo de actividades de investigación, desarrollo e innovación. De hecho, este tipo de vinculación permite a las universidades y a las empresas converger en sus respectivos requerimientos y finalidades específicas hacia objetivos y metodologías comunes en actividades de ciencia y tecnología, facilitando la coordinación entre las misiones y objetivos de las universidades y las demandas de las empresas en términos de conocimiento científico-tecnológico y actividades de innovación. En algunos países, como es el caso de México, se han creado programas específicos para promover este tipo de relación.

### Los parques científicos y tecnológicos en España

Los parques científicos y tecnológicos son proyectos, generalmente asociados a un espacio físico, que mantienen relaciones formales y operativas con las universidades, centros de investigación y otras instituciones de educación superior. Están diseñados para alentar la formación y el crecimiento de empresas basadas en el conocimiento y de otras organizaciones de alto valor añadido pertenecientes al sector terciario, normalmente con sede en el propio parque. Además, poseen un organismo estable de gestión que impulsa la transferencia de tecnología y fomenta la innovación entre las empresas y las organizaciones usuarias del parque. En España, estos parques han ido fortaleciendo el Sistema Nacional de Innovación, facilitando el establecimiento de vínculos entre las empresas, sus centros de investigación y las universidades y los organismos públicos de investigación. Actualmente, el 53% de las universidades españolas que forman parte del sistema público de investigación y desarrollo ya tienen presencia y participación en el desarrollo de los parques científicos y tecnológicos.

## 7. Canales de alta complejidad

### a) Licenciamiento y empresas de base tecnológica

■ En las últimas décadas en los países más desarrollados se han empezado a observar nuevos tipos de interrelación entre universidades y empresas. Estos canales se identifican con la creación de nuevas estructuras para promover y facilitar la explotación económica de los resultados del conocimiento científico y tecnológico, ya sea establecidas dentro de la universidad (como oficinas de transferencia tecnológica y oficinas de patentes) o por medio de nuevos actores híbridos (institutos mixtos, empresas de base tecnológica originadas desde las universidades o *spin-offs*). Estos canales representan el tipo de interrelación más complejo entre universidad y empresa, y están basados específicamente en la comercialización de los resultados de la investigación (estrictamente universitaria o conjunta con el sector productivo) y en la apropiación de los consiguientes beneficios económicos.

■ La Bayh-Dole Act (1980) en los Estados Unidos representó un cambio fundamental y cumplió un papel decisivo de fomento al surgimiento de este tipo de relaciones. Esta normativa fue efectiva en colocar a las universidades como actores clave en los sistemas de innovación en ese país, ya que instituyó los incentivos para que las universidades se apropien de las innovaciones, fomentó el crecimiento del número de patentes registradas por las universidades y la creación de entidades para la gestión de la comercialización y la transferencia del conocimiento, que actúan guiadas por los incentivos del mercado y representan principalmente una nueva fuente de financiamiento para la investigación universitaria frente a la reducción del apoyo público.

■ La introducción de estos cambios en la legislación respondía a la necesidad de hacer frente a una creciente demanda de investigación tecnológica por parte de los sectores productivos más dinámicos y modernos, en los cuales empezaban a difundirse nuevos tipos de tecnologías, como la nanotecnología y la biotecnología, cuyo desarrollo se encontraba aún en un estado incipiente y requería fortalecerse mediante actividades de investigación. En este sentido, la consolidación del uso de este tipo de vínculo entre universidad y empresa en los países desarrollados está asociada al aumento del número de patentes registradas por universidades, a la creación de unidades especializadas en la gestión de la comercialización y la

**Cuadro IV.9**  
LICENCIAMIENTO

Dirección	Bidireccional: ambas partes proveen conocimiento y recursos
Tipo de conocimiento	Codificado y oficial, regulado por los sistemas de propiedad intelectual
Formalidad	Alta
Plazo temporal	Largo

Fuente: Comisión Económica para América Latina y el Caribe (CEPAL).

transferencia del conocimiento hacia las empresas y a los ejemplos de creación *spin-offs*.

■ Por todas estas razones, el licenciamiento y las empresas de base tecnológica representan el tipo de vinculación entre universidad y empresa que con mayor fuerza puede ofrecer incentivos concretos a las universidades para diversificar sus actividades de ciencia y tecnología en el sentido de responder a las exigencias más actuales del sector productivo, y en particular de sectores muy dinámicos y con elevado contenido de conocimiento científico-tecnológico.

■ Este tipo de interrelaciones incluyen mecanismos que facilitan el patentamiento de los resultados de la investigación científico-tecnológica que llevan a cabo las universidades y la transferencia de tecnología hacia el sector productivo a través de las oficinas de transferencia tecnológica.

■ El conocimiento transmitido se presenta en estos casos altamente codificado y con un nivel de apropiabilidad muy elevado, razón por la cual en este canal es fundamental que existan normas claras que regulen la transmisión de ese conocimiento y los contratos formales de uso de laboratorios y de los resultados de las investigaciones, así como regulaciones sobre la apropiabilidad de los conocimientos (licenciamientos, patentes, derechos de autor, entre otros). Estas normas facilitan la transferencia del conocimiento y permiten su aplicación en el ámbito productivo. La definición de los términos de apropiación es particularmente relevante y sensible para el involucramiento de las universidades, debido a que el fortalecimiento de este tipo de canal de interacción con las empresas puede implicar un riesgo de reducción de los beneficios académicos de los investigadores, como consecuencia de las restricciones implícitas al uso futuro del conocimiento. En ese sentido, como observan Maculan et al. (2009) “el cambio hacia una universidad emprendedora todavía

genera resistencia en segmentos de la comunidad científica. Esto tiene consecuencias no sólo por cuestiones éticas sino también por el concepto de bien público que tiene el conocimiento”.

- Estos factores redundan en que, para su correcto funcionamiento, estos canales necesiten un elevado nivel de formalidad, caracterizado por una sólida infraestructura institucional y una clara definición de las reglas que establecen los beneficios y las contribuciones de ambas partes. Como consecuencia de la complejidad de este tipo de interrelación y de los esfuerzos que requieren su establecimiento y su mantenimiento, el horizonte temporal implicado es normalmente largo.

- A las empresas, este tipo de vinculación les permite tener acceso al conocimiento científico-tecnológico codificado incorporado en las patentes; de esta manera, ellas no solo pueden fortalecer y actualizar sus capacidades científico-tecnológicas, sino también utilizar ese conocimiento para desarrollar ventajas competitivas concretas basadas en actividades de innovación. Además, dado el carácter bidireccional de este tipo de relación, se hace más fácil la coordinación entre los requerimientos del sector productivo y los intereses de los investigadores. Puesto que existen incentivos económicos para que las universidades obtengan resultados de investigación en ciencia y tecnología patentables, las empresas pueden insertarse en este proceso influyendo y orientando las líneas de investigación según sus exigencias específicas.

- Por otra parte, las razones principales que llevan a las universidades a establecer este tipo de relaciones son normalmente de orden económico, para diversificar sus fuentes de financiamiento y asegurar los beneficios económicos de los resultados de la investigación. Siendo esta motivación tan importante para las universidades y los investigadores, la decisión de establecer al menos un tipo de vinculación con el sector productivo basada en acuerdos de licenciamiento depende en buena parte de las garantías ofrecidas para el aprovechamiento de los beneficios derivados de la explotación económica de los resultados. Por eso es difícil que este tipo de interrelación entre universidades y empresas pueda desarrollarse en ausencia de una institucionalidad adecuada que regule y administre los derechos de propiedad intelectual.

- Asimismo, los actores híbridos y las empresas de base tecnológica (*spin-offs*) son el resultado de interacciones de las empresas con las universidades o centros de investigación, que llevan al ámbito empresarial las aplicaciones derivadas de sus conocimientos y de los resultados de sus investigaciones. Es el caso, por ejemplo, de proyectos universitarios que luego se convierten en empresas, tal como sucedió con la empresa Google respecto de la Universidad de Stanford. Estas interrelaciones pueden lograr la coordinación entre las diferentes finalidades de los actores que las integran, facilitando el encuentro entre los requerimientos del sector productivo y los intereses de los investigadores.

### La Agencia de Innovación Inova, de la Universidad de Campinas: una oficina de transferencia de tecnología modelo para el Brasil

La agencia Inova fue creada en 2003, con la misión de promover y fortalecer la vinculación entre la universidad y las empresas, el gobierno y otros organismos de la sociedad, buscando generar oportunidades para que las actividades de enseñanza e investigación sean beneficiadas por estas interacciones y contribuir al desarrollo social del país. Contando con un equipo de 30 personas, la agencia ya ha logrado licenciar más de 50 patentes (incluyendo 40 solicitudes de patentes en el marco del Tratado de Cooperación en materia de Patentes, PCT, algo que nunca antes había hecho la universidad), superando con creces el total de 8 patentes que se había logrado antes de la creación de la agencia. Asimismo, entre 2004 y 2009, el número de patentes solicitadas al Instituto Brasileño de Propiedad Intelectual (INPI) fue de 328, lo que corresponde a la mitad de las patentes depositadas por la Universidad de Campinas desde su fundación. Los contratos de licencia incluyen especialmente productos ambientales, farmacéuticos, procesamiento de alimentos y productos que incorporan nanotecnología. En el mismo período, Inova ha celebrado 297 acuerdos de cooperación en investigación y desarrollo con empresas privadas. Dado el éxito de su experiencia, la agencia ha sido llamada a coordinar una red a través de la cual se busca capacitar a otras instituciones en el estado de San Pablo y servirles de inspiración y modelo (Brito Cruz, 2010).

#### Cuadro IV.10 EMPRESAS DE BASE TECNOLÓGICA

Dirección	Bidireccional: ambas partes proveen conocimiento y recursos
Tipo de conocimiento	Codificado y oficial, regulado por los sistemas de propiedad intelectual (con elementos de conocimiento tácito cuando los investigadores se convierten en emprendedores)
Formalidad	Alta
Plazo temporal	Largo

Fuente: Comisión Económica para América Latina y el Caribe (CEPAL).

■ Este tipo de canal comparte finalidades y muchas características con las relaciones basadas en el licenciamiento y en la labor de las oficinas de transferencia tecnológica. Por ejemplo, el hecho de que sea un tipo de interrelación bidireccional y compleja hace que la existencia de una sólida institucionalidad de apoyo resulte fundamental para promover la creación de empresas a partir de proyectos o conocimientos universitarios y de base tecnológica;

además, el hecho de transmitir un tipo de conocimiento codificado, que es resultado de investigaciones formales en las universidades o centros especializados y altamente aplicable, hace necesario contar con mecanismos de asignación de los beneficios económicos basados en las normas que regulan la propiedad intelectual.

■ Sin embargo, este canal presenta también elementos propios y distintivos. Los actores híbridos y las empresas de base tecnológica conducen a que los investigadores se vean envueltos en actividades de apoyo a las empresas o se conviertan en emprendedores directamente. De esta manera, incorporan a las empresas los resultados de los conocimientos y aplicaciones que alumnos o profesores trasladan a sus proyectos empresariales personales, lo que hace evidente que estas relaciones no se desarrollan solo según modalidades altamente formales. A pesar de que el conocimiento que se transmite suele estar codificado, al existir movimiento de personal científico hacia las empresas también se producen transferencias de conocimientos tácitos, que pueden manifestarse de manera espontánea y a través de las fuertes relaciones informales que los actores pueden establecer entre sí.

#### *Spin-offs en Colombia: Ami-tec y la Universidad de Medellín*

Ami-tec es una empresa que se creó a partir de la investigación que realizaron profesores y alumnos de la Universidad de Medellín (Colombia) para el desarrollo y comercialización de sistemas de gestión y medición remota de energía eléctrica y compra del servicio mediante el esquema de prepago. Cuenta con recursos del Servicio Nacional de Aprendizaje (SENA) y Colciencias en un 30%, de la unión temporal de las empresas Prismatec y Dies en un 37%, y de la Universidad de Medellín en un 33%. A través de la corporación Tecnova, el proyecto ha tenido acercamiento a grandes empresas del sector energético como Empresas Públicas de Medellín (EPM) y está siendo considerado por firmas como Colinversiones, que visualiza en estos desarrollos un verdadero potencial para impulsar con fuerza los proyectos de investigación en el país.

## 8. Estudios de casos de interrelación entre universidad y empresa

- Considerando la relevancia que tienen los canales para facilitar la cooperación entre universidades y empresas, parece interesante profundizar en algunos estudios de caso, a través de los cuales es posible lograr una visión más acabada de la forma en que se relacionan estos actores en algunos países de la región.

### Recuadro IV.1

#### UN CASO DE SPIN-OFF EN EL SECTOR FARMACÉUTICO: BIO SIDUS EN LA ARGENTINA

El origen de la empresa Bio Sidus se encuentra en la empresa farmacéutica Sidus, fundada en los años treinta en la Argentina. Esta empresa decidió en los años setenta concretar inversiones e incursionar en la investigación biotecnológica y para ello incorporó a un importante grupo de científicos provenientes de la Universidad de Buenos Aires y de otros centros de investigación, tanto públicos como privados.

En 1968 se creó la empresa Inmunoquemia orientada a la producción de inmunodiagnósticos. Esta empresa la fundaron investigadores del Instituto de Investigaciones Médicas (IIM) de la Universidad de Buenos Aires (UBA) y tuvo como característica central la participación de sus miembros directivos y de gran parte de su personal en el ámbito académico (centros públicos de investigación como el IIM y sociedades científicas) e industrial. “Esto les permitió establecer fluidos vínculos con investigadores de centros públicos de investigación en ciencias biomédicas, que se tradujeron en la posibilidad de crear y mantener interacciones estratégicas con el sector científico-tecnológico del país para complementar tareas de desarrollo y producción de biológicos” (Aguiar, D. y Thomas, H., 2009). En los años setenta la empresa fortaleció su red de clientes y proveedores, así como su línea de productos biológicos, que entonces estaban poco desarrollados en la industria farmacéutica argentina, de la cual era parte Sidus, en ese entonces ya un importante cliente y distribuidor de sus productos.

A finales de los setenta la empresa farmacéutica Sidus estrechó sus relaciones con Inmunoquemia y con el apoyo de sus investigadores ingresó en la investigación y elaboración de productos biológicos.

El reclutamiento del personal que se incorporó en el Área de Biotecnología de Sidus se realizó fundamentalmente mediante la red de contactos que había establecido el director general de esa área con la Facultad de Ciencias Exactas y Naturales de la UBA (FCEN-UBA), la firma Inmunoquemia, la Sociedad Argentina de Investigación Clínica y diversos centros públicos de investigación, como el Instituto Malbrán, el IIM, el Centro de Virología Animal (CEVAN- CONICET) y la Facultad de Medicina de la UBA.

Asimismo, a partir de las relaciones con diversas personas que ejercían cargos públicos o eran consultores vinculados al sector público, la sección interna de Sidus logró interactuar tanto con sectores relacionados con el diseño o aplicación de políticas de ciencia y tecnología como con centros de investigación y desarrollo con los que asociarse para complementar sus tareas de desarrollo productivo.

Actualmente, Bio Sidus lidera la tecnología de producción de proteínas recombinantes en fermentación bacteriana y cultivo celular masivo. La firma cuenta con ocho productos en el mercado, que distribuye en casi 30 países y como resultado de los convenios que mantiene con diversos países, en el futuro cercano se extenderá a 49 países. Además lleva adelante una activa agenda de investigación y desarrollo que incluye investigaciones orientadas al aislamiento y caracterización de ciertos microorganismos del territorio antártico, especialmente adaptados a temperaturas extremas, con un gran potencial de aplicación en las industrias de alimentos, textiles y de lavandería, además de trabajos en tejidos vegetales, proteínas y nuevas moléculas, entre otros.

**Fuente:** Comisión Económica para América Latina y el Caribe (CEPAL) sobre la base de Diego Aguiar y Hernán Thomas, “Historia de los antecedentes a la creación de una empresa de biotecnología orientada a la salud en la Argentina: El “Área de Biotecnología” de Sidus (1980-1983)”, eá (*Revista de Humanidades Médicas & Estudios Sociales de la Ciencia y la Tecnología*), vol. 1, N° 2, 2009.

#### Recuadro IV.2

##### LA IMPORTANCIA DE LOS SERVICIOS TÉCNICOS PARA LAS EMPRESAS: UNACAR Y PETRÓLEOS MEXICANOS

Un ámbito de la vinculación que ha recibido gran demanda en los últimos diez años en México es el de los servicios de asistencia técnica. Se trata de servicios que buscan dar respuesta a exigencias planteadas por empresas para resolver problemas técnicos, que requieren del conocimiento que se encuentra incorporado en las destrezas de los académicos. Por medio de estos servicios se pretende, asimismo, facilitar la utilización de instrumentos o maquinaria con que cuentan algunas instituciones de educación superior, que de esta forma se hacen accesibles a empresas que no disponen de dicha infraestructura. A diferencia de lo que ocurre en países europeos o en los Estados Unidos y Canadá, en México la vinculación entre la ciencia básica y la innovación tecnológica ha tenido una respuesta institucional incipiente. Sin embargo, se destacan algunos casos interesantes de relación basados en la transferencia de servicios técnicos desde las universidades hacia las empresas, como el caso de la Universidad Autónoma del Carmen (Unacar), ubicada en Ciudad del Carmen, Campeche.

La vinculación entre la Universidad Autónoma del Carmen y el sector empresarial se inició en 1993, a través de la creación del Departamento de Vinculación con el Sector Productivo, con el objetivo de brindar apoyo a la comunidad por medio de los servicios que ofrece la universidad. En una primera fase, esta relación se concretó a través de la prestación de servicios relacionados con actividades de intercambio y capacitación de los recursos humanos para las empresas (cursos de capacitación en áreas como la administración de empresas, la informática básica, lenguas extranjeras o la evaluación de proyectos). Ente 1996

y 2006, se realizaron 1.917 eventos de capacitación en los cuales participaron 32.104 personas.

Sucesivamente, los servicios se hicieron más complejos y sofisticados, incluyendo la prestación de asistencia técnica (como análisis de laboratorio realizados por la Facultad de Química) y desde 2002 este tipo de actividad pasó a tener un rol preponderante en los servicios prestados por la Unacar. Por esta razón, en 2004 la Dirección de Vinculación fue modificada, y se creó por acuerdo del Consejo Universitario la Coordinación de Vinculación con la Gran Empresa y Proyectos Especiales, toda vez que el principal cliente de los servicios de asistencia técnica prestados por la universidad es la empresa estatal Petróleos Mexicanos.

El proceso de cambio impulsado por los diversos contratos de servicios que ha mantenido la universidad con la empresa petrolera, la condujo a una situación de relativa estabilidad económica, ya que un alto porcentaje de sus ingresos provienen de fuentes propias, además de contar con bajos niveles de endeudamiento en términos de sus ingresos y presentar un desempeño financiero favorable.

No obstante el éxito de los resultados de esta forma de vinculación, no existe una participación continua de los académicos en los proyectos de asistencia técnica que la Unacar brinda a Petróleos Mexicanos, lo que confirma la percepción de que el potencial de esta vinculación está siendo subutilizado, sin que lleguen a lograrse los beneficios mutuos que podrían alcanzarse si se contara con información actual y confiable sobre las habilidades y capacidades de los académicos en materia de asistencia técnica.

**Fuente:** Comisión Económica para América Latina y el Caribe (CEPAL) sobre la base de Cecilia Margarita Calvo y Armando García, *Vinculación entre los institutos de educación superior y la industria: la Universidad Autónoma del Carmen y Petróleos Mexicanos*. Cuarto Congreso Internacional de Sistemas de Innovación para la Competitividad: Hacia la Inteligencia Competitiva (SINNCO, Edición 2009), Universidad Iberoamericana, Plantel León, 26, 27 y 28 de agosto de 2009 [en línea] [http://octi.guanajuato.gob.mx/sinnco/formulario/MT/MT2009/MT1/SESSION3/MT13\\_CCALVO\\_014.pdf](http://octi.guanajuato.gob.mx/sinnco/formulario/MT/MT2009/MT1/SESSION3/MT13_CCALVO_014.pdf).

**Recuadro IV.3****REDES DE COLABORACIÓN ENTRE EMPRESAS Y UNIVERSIDADES: REDFUE EN ESPAÑA**

Las Fundaciones Universidad Empresa en España promueven la inserción laboral, la transferencia de tecnología, la innovación y la creación de empresas. En 1997 se estableció en el país la Red de Fundaciones Universidad Empresa (REDFUE) como una asociación que, a través de sus integrantes, trabaja para favorecer las relaciones entre ambos sectores. En la actualidad la REDFUE integra a 31 Fundaciones Universidad Empresa con presencia en las 17 comunidades autónomas.

El conocimiento y la experiencia de las Fundaciones Universidad Empresa en sus respectivos entornos regionales y locales han permitido generar una amplia red con vínculos en empresas, instituciones y organismos. Cerca de 1.000 organizaciones se encuentran representadas en los patronatos de las fundaciones, entre las cuales se incluyen 45 universidades, cámaras de comercio, asociaciones empresariales, entidades financieras, empresas y órganos de la administración local o regional, entre otras. En términos económicos, el volumen de actividad de la Red en su conjunto ascendió en 2007 a 214,3 millones de euros y participaron en su desarrollo más de 900 personas.

En líneas generales, las actividades de las Fundaciones Universidad Empresa asociadas se agrupan en las siguientes áreas: orientación e inserción laboral, formación, transferencia de tecnología, promoción de la innovación y creación de empresas. En el ámbito de la transferencia de tecnología y la promoción de la innovación, en el transcurso de un año las Fundaciones Universidad Empresa lograron gestionar 3.986 contratos, por un monto superior a los 69,2 millones de euros. En este campo, además de la gestión de contratos entre empresa y universidad, las fundaciones prestan un servicio de asistencia integral en la puesta en marcha de actividades de investigación, desarrollo e innovación que abarca desde el diagnóstico de necesidades tecnológicas de las empresas hasta la valorización de resultados, incluyendo vigilancia tecnológica, localización de socios, asesoramiento en la preparación de proyectos y organización de actividades de difusión, entre otras.

La Fundación Universidad-Empresa de Madrid, por ejemplo, ha puesto en marcha programas como la Preincubadora Madrid Crece, con apoyo financiero de la Comunidad de Madrid. Este programa

ofrece un espacio para que estudiantes y graduados de Madrid acudan a trabajar hasta convertir una idea de negocio en un plan de empresa viable, proveyéndolos de espacios físicos de trabajo, sitios web y tutorías, entre otros servicios. La fundación apoyó entre 2006 y el primer semestre de 2008 un total de 394 proyectos empresariales. De todos ellos, 37 habían recibido el apoyo continuo de la Preincubadora Madrid Crece y 5 se han materializado en empresas de alto potencial.

En otra iniciativa, la Fundación General UGR-Empresa (de la Universidad de Granada) se ha planteado entre sus objetivos el desarrollar la cooperación entre la Universidad de Granada y las empresas y otras entidades, privadas y públicas, en los ámbitos de la investigación, el desarrollo y la innovación. Así, para la promoción y dinamización de la investigación, el desarrollo y la innovación tecnológica, ha creado programas para brindar asistencia especializada a empresas y grupos de investigación de la Universidad de Granada (UGR), ofreciendo servicios de información y asesoramiento en materia de investigación, desarrollo e innovación y transferencia científico-tecnológica y de conocimiento. También recopila y difunde ofertas y demandas de tecnología y de servicios con el fin de facilitar la búsqueda de socios tecnológicos y fomentar la cooperación. Los servicios se complementan con la prestación de asesoramiento en creación de empresas y la realización de eventos para el fomento de la cultura innovadora, entre otras actividades. Por ejemplo, recientemente la fundación colaboró con la Diputación Provincial de Granada en la organización de la Mesa de Transferencia: el Sector del Olivar, que reunió a los representantes económicos y sociales del sector y a investigadores y responsables de institutos de investigación y otras unidades de la UGR, con la finalidad de poner en común las necesidades del sector y sus posibles soluciones, contando con la oferta científico-técnica de la universidad. Igualmente ha ejecutado el proyecto Conecta, en coordinación con la Fundación para la Investigación Biosanitaria de Andalucía Oriental, a través de su Oficina de Transferencia de Resultados de Investigación (OTRI), movilizándolo un elevado número de investigadores y concretando múltiples proyectos y contratos de investigación que integran la colaboración de los distintos agentes del sector biosanitario y de la nutrición.

Fuente: Comisión Económica para América Latina y el Caribe (CEPAL) sobre la base de [en línea] <http://www.redfue.es/>.

**Recuadro IV.4****REDES DE OFICINAS DE TRANSFERENCIA TECNOLÓGICA: UNIVERSITY TECHNOLOGY ENTERPRISE NETWORK EN PORTUGAL**

University Technology Enterprise Network (UTEN), en Portugal, es una red de oficinas de transferencia de tecnología con un enfoque en la creación de infraestructura para la comercialización y la internacionalización de la ciencia y la tecnología. Entre los miembros de la red se incluyen universidades, institutos politécnicos, laboratorios de investigación y desarrollo, e incubadoras vinculadas a universidades.

La red fue creada en 2008 la Fundación para la Ciencia y la Tecnología (FCT) y el Instituto Nacional de Propiedad Industrial (INPI) de Portugal en estrecha cooperación con expertos de organizaciones internacionales de transferencia y comercialización de tecnología, y su trabajo se ha fortalecido por la colaboración cercana con las universidades portuguesas, con el Consejo de Rectores de las Universidades Portuguesas y con varias empresas de base tecnológica.

La UTEN tiene como misión promover conferencias y talleres, pasantías internacionales y capacitación en el trabajo, y elaborar un directorio con la cartera de tecnologías y empresas tecnológicas vinculadas a la red. A través del directorio se pueden obtener descripciones, características y beneficios de nuevas tecnologías desarrolladas en el país, así como tomar contacto con sus creadores para facilitar una posible colaboración.

El caso de la oficina de transferencia tecnológica TecMinho TTO es uno de los ejemplos de cómo la red UTEN está apoyando a las oficinas de transferencia de tecnología (TTO, por su sigla en inglés) portuguesas a desarrollar métodos que les permitan realizar operaciones sustentables y competitivas a nivel global. De hecho, una buena parte del programa de la UTEN ha consistido en la entrega de contenidos sobre buenas prácticas de transferencia de tecnología y de capacitación a personal clave para los procesos de transferencia de tecnología. Algunos de los logros de la red se muestran en el cuadro.

**Cuadro IV.11****TRANSFERENCIA Y COMERCIALIZACIÓN DE TECNOLOGÍAS EN LOS MIEMBROS DE LA RED UTEN, 2006-2010***(En números)*

Nombre	Año de fundación	Spin-offs (número)	Patentes (número)
TecMinho (incluye OTIC-Minho y GAPI), Universidad de Minho	1990	25	35
UPIN, Universidad de Porto Innovación, Universidad de Porto	2004	3	9
OTIC UC, Oficina de Transferencia de Tecnología y de Conocimiento, Universidad de Coimbra	2003	5	26
OTIC-GAPI UTAD, Oficina de Transferencia de Innovación y Conocimiento & Gabinete de Apoyo a la Promoción de la Propiedad Industrial, Universidad de Trás-os-Montes y Alto Douro (UTAD)	2006	1	-
UBIACTIVA, Oficina de Transferencia de Tecnología y Conocimiento, Universidad de Beira Interior (UBI)	2006	4	-
OTIC-TeCMU - Oficina de Transferencia de Tecnología y Conocimiento, Universidad de Madeira	2009	1	-
DPI Évora, División de Proyectos Información, Universidad de Évora		1	-
GAPI en Madeira Tecnopolo, Gabinete de Apoyo a la Promoción de la Propiedad Industrial, Madeira Tecnopolo		1	-
tt@ist - Transferencia de Tecnología del Instituto Superior Técnico (IST)		4	-
INDEG/AUDAX, Emprendedurismo y Empresas Familiares, Instituto Superior de Ciencias del Trabajo y de la Empresa (ISCTE)	2005	3	-
INOVISA, Asociación para la Innovación y el Desarrollo Empresarial, Instituto Superior de Agronomía, Universidad Técnica de Lisboa (UTL)	2005	5	-
CRIA - Centro Regional para la Innovación de Algarve	2007	21	3
Grupunave Innovación y Servicios, lda	1998	12	-
INESC Porto LA, Instituto de Ingeniería de Sistemas y Computadores de Porto	1985	7	-
IMM, Instituto de Medicina Molecular, Escuela de Medicina de la Universidad de Lisboa	2004	2	4
UPTEC, Asociación de Transferencia de Tecnología de Asprela, Universidad de Porto	2007	35 <sup>a</sup>	-
Parkurbis, Parque de Ciencia y Tecnología de Covilhã	2006	24	-

**Fuente:** Comisión Económica para América Latina y el Caribe (CEPAL), sobre la base de información del Ministerio de Ciencia, Tecnología y Enseñanza Superior de Portugal (2010).

<sup>a</sup> Se consideró la información provista en el sitio web oficial en julio de 2010 (como en las demás entidades), a pesar de que los datos de septiembre de ese año muestran un número considerablemente mayor.

**Recuadro IV.5****MULTIPLICIDAD DE CANALES DE INTERACCIÓN: LA BIOTECNOLOGÍA EN MÉXICO**

México cuenta con un considerable capital humano en biotecnología. El sector privado no parece cumplir un rol muy protagónico en materia de inversión en investigación y desarrollo, ya que contrata al sector público para la realización de algunas investigaciones y casi no presenta desarrollo de actividades propias. A esto se suma que las empresas transnacionales suelen utilizar paquetes tecnológicos generados en su sede matriz. Sin embargo, ha comenzado a surgir una nueva tendencia hacia la interacción entre los actores en el marco de una nueva etapa de los programas de ciencia y tecnología del país y, en este sentido, lo que ocurre con el desarrollo de la biotecnología representa un caso de análisis interesante.

Originada recientemente, está en curso la experiencia de vinculación entre empresas de biotecnología y grupos de investigación de dos unidades del Centro de Investigaciones Avanzadas (CINVESTAV) del Instituto Politécnico Nacional (IPN), ubicadas en Irapuato (Guanajuato), la Unidad Irapuato (UI) y el Laboratorio Nacional de Genómica para la Biodiversidad (LANGEBIO). En 2005, tres organizaciones federales (el Consejo Nacional de Ciencia y Tecnología, CONACYT, y las Secretarías de Educación y de Agricultura) y el gobierno estatal asignaron 50 millones de dólares para LANGEBIO (OECD, 2009b). Utilizando como base la clasificación de las interrelaciones presentadas, se identificaron una serie de tipos de vinculación entre ciencia e industria que se han desarrollado en torno a UI y LANGEBIO.

Así, por ejemplo, en el marco de México Bio 2010 Encuentro de Ciencia y Negocios, que tuvo lugar en octubre, se realizaron actividades de divulgación y difusión del conocimiento por medio de presentaciones científicas dirigidas al sector científico y de negocios. El encuentro tuvo como objetivo que ambos sectores actualizaran sus demandas y ofertas de conocimiento en múltiples temas de la biotecnología. En la organización del evento participaron entidades científicas (las unidades UI y LANGEBIO del CINVESTAV), gubernamentales (CONACYT y los gobierno estatal y municipal), empresariales (Consejo Coordinador Empresarial de Irapuato) y una organización intermedia (AgroBio México), que busca fomentar la colaboración con centros nacionales de investigación y desarrollo en biotecnología vegetal. Estos medios informales de transferencia ejemplifican el valor de la colaboración

entre organizaciones en la circulación de conocimientos a través de canales fluidos de comunicación, que hacen posible difundir las competencias y conocimientos de los actores clave del sistema nacional de ciencia y tecnología.

Por otra parte, a través de la conformación de diversas redes de investigación, también se han realizado proyectos conjuntos entre diversas instituciones en torno a temas específicos. Un ejemplo es la red de investigación en biocombustible LANGEBIO, que reúne el trabajo en esta materia de dos empresas (una química y una farmacéutica) y un grupo de investigadores de la UI, con el objetivo de desarrollar investigaciones para la generación de bioetanol por medio de residuos agrícolas de sorgo y maíz. Para hacer posible esta iniciativa, las empresas financiaron durante tres años los costos de la investigación y para continuar por un cuarto año, la empresa química y el grupo de investigación, al que se sumaron investigadores del Instituto de Biotecnología de la Universidad Nacional Autónoma de México (UNAM), han obtenido fondos del programa PROINNOVA.

Otro ejemplo de proyectos conjuntos es la cooperación en biología molecular entre la UI y una empresa local de agrobiotecnología, que consolidaron una investigación conjunta en biología molecular de plantas. Esta colaboración se ha consolidado gracias al apoyo de uno de los programas creados recientemente por CONACYT, INNOVAPYME, que tiene como finalidad el apoyo a las pymes y a los proyectos colaborativos en actividades de investigación y desarrollo, en proyectos con alto valor agregado, que se lleven adelante de preferencia en cooperación con otras empresas o instituciones públicas de investigación.

La red nacional sobre biología sintética, integrada por instituciones de investigación (LANGEBIO y dos centros de investigación de la UNAM) y empresas nacionales de distintos sectores (productos biotecnológicos, investigación clínica, farmacéutica y biorreguladores del desarrollo vegetal) constituye otro ejemplo interesante en torno a la biotecnología en el país. Los proyectos de investigación que desarrolla se orientan a la construcción de conocimientos complejos, en respuesta a necesidades concretas de la industria. La creación de la red fue apoyada por el programa

Alianzas Estratégicas de Redes de Innovación (AERI) y un factor que se consideró fundamental para su formación fue el hecho de que los actores que la integran tenían vínculos previos de proyectos conjuntos de investigación aplicada. En la primera etapa de trabajo de la red (planeada a cinco años), además del desarrollo de proyectos conjuntos, se ha realizado un proceso de vigilancia tecnológica para analizar las dinámicas del sector. La red ha coordinado las acciones conjuntas, brindando asistencia al sector científico en habilidades de negocios y vinculación, que no son propias del ámbito académico.

La transferencia tecnológica y los parques tecnológicos son otro canal importante en el desarrollo de la biotecnología en México. Por iniciativa del gobierno estatal, LatIPnet, una organización intermedia especializada en transferencia tecnológica, fue encargada de

revisar varios proyectos de investigación de LANGEBIO y UI para analizar su potencialidad de negocio e identificar sus mercados potenciales. Como resultado de esta iniciativa, se seleccionaron diez proyectos a los que se les ha financiado la generación de patentes en los Estados Unidos y se elaboró un diagnóstico para crear un parque tecnológico en agrobiotecnología en Irapuato. Este proyecto del gobierno estatal busca generar un corredor económico en biotecnología en torno a Irapuato, aprovechando el capital humano de la región y la cercanía física con las ubicaciones de la UI y LANGEBIO. El parque en agrobiotecnología se complementará con un centro de transferencia y comercialización con capacidades de financiamiento, gestión tecnológica y propiedad intelectual. Así, el parque busca ser un espacio de creación de empresas innovadoras *spin-off*, con una marcada orientación hacia los negocios.

**Fuente:** Comisión Económica para América Latina y el Caribe (CEPAL).



**Las políticas de apoyo a la vinculación entre  
universidad y empresa: un panorama regional  
de los objetivos y las limitaciones**



## 1. La importancia de las políticas y los instrumentos de vinculación

■ El actual estado de las políticas orientadas a promover la innovación y de los instrumentos relacionados con la vinculación entre las universidades y las empresas en los países iberoamericanos mantiene una estrecha relación con el nivel de desarrollo que han alcanzado sus respectivos sistemas nacionales de innovación (SNI). Debido a que estos se encuentran aún en un nivel de desarrollo que se podría describir como intermedio —es el caso, por ejemplo, de la Argentina, el Brasil, Chile, México, Portugal y el Uruguay— o todavía incipiente —los demás países de la región—, se observa que las experiencias de interacción virtuosa entre el sector productivo y académico suelen ser situaciones o eventos aislados y dispersos en lugar del resultado de esfuerzos sistemáticos y persistentes en el tiempo.

■ Esta situación explica, en parte, la dificultad de reunir en una sola base la información pertinente a los instrumentos de política utilizados por los países para fomentar la interacción entre las universidades y las empresas, dado que las iniciativas de política también han tenido un carácter disperso y discontinuo. Asimismo, resultan escasos los estudios o documentos donde se evalúan las políticas existentes, por lo que también se ve afectado el análisis de sus alcances y efectos.

■ Sin embargo, este cuadro comenzó a cambiar en los últimos años. En la actualidad, parece haberse alcanzado un consenso respecto de la importancia que la innovación reviste para la competitividad de los países y de la necesidad de implementar

políticas consistentes para darle impulso. En este contexto, consolidar los sistemas de innovación y lograr una mayor sinergia entre los agentes involucrados pasa a ser objeto de una renovada atención, lo que se ve reflejado en los recientes planes de ciencia, tecnología e innovación (CTI) de casi todos los países de la región —la Argentina, el Brasil, Chile, Costa Rica, Colombia, el Ecuador, México, Nicaragua, Panamá, el Perú y el Uruguay, entre otros— y en su cristalización como una de las metas clave, por lo cual se prevén diversas medidas específicas para su logro.

■ Uno de los fenómenos que facilita esta movilización del tema se relaciona con el surgimiento de los nuevos paradigmas tecnológicos, como la biotecnología, la nanotecnología y las tecnologías de la información y la comunicación, que, al provocar cambios en la forma y la intensidad con la que los propios procesos de innovación son llevados a cabo, atribuyen urgencia al desafío de los gobiernos de diseñar e implementar instrumentos de política dirigidos directamente a fortalecer la articulación de los agentes del sistema de innovación.

■ No obstante, en los países iberoamericanos, estas preocupaciones en general empiezan a ser traducidas en la adopción de mecanismos de políticas concretas de manera aún incipiente y hasta el momento las iniciativas no han persistido en el tiempo ni han estado integradas a una estrategia de política de ciencia, tecnología e innovación más consistentes.

## 2. Hacia una visión sistémica de las políticas de ciencia, tecnología e innovación y el fortalecimiento de la relación entre universidad y empresa

- Si bien en los países latinoamericanos las políticas científicas y tecnológicas están presentes en la agenda y el discurso políticos desde hace ya varios años, tanto las acciones gubernamentales para impulsarlas como las iniciativas tendientes a ampliar e incrementar la vinculación entre el mundo académico y el sector empresarial son relativamente recientes y están en pleno desarrollo.

- En América Latina, sobre todo, el tratamiento tradicional de este tema ha seguido un enfoque lineal de la innovación, que les ha atribuido a las universidades la función primordial de producir el conocimiento que será incorporado y aplicado por el sector productivo, lo que ha establecido una relación unidireccional entre estos agentes. Por ello, en la literatura a menudo se ha acusado a la rigidez institucional del sector universitario de ser uno de los principales factores que dificultan u obstaculizan el desarrollo de lazos con las empresas y la causa del acotado alcance de las políticas de fomento adoptadas.

- No obstante, las iniciativas que reflejan un concepto más amplio de la innovación y de las políticas requeridas para impulsarla poco a poco comienzan a ganar trascendencia y un mayor espacio, pues

se reconoce cada vez más la necesidad de adoptar una perspectiva sistémica. En ese sentido, se empieza a difundir la importancia de que las interacciones entre los diferentes agentes que componen la infraestructura de ciencia, tecnología e innovación de cada país sean multidireccionales, se lleven a cabo en diferentes niveles e involucren a los gobiernos, las universidades, los centros de investigación y el sector productivo.

- Así, desde una perspectiva sistémica de la innovación, se reconoce que el sector universitario no es el único responsable de establecer los canales que harán llegar el conocimiento a las empresas, sino que estas también desempeñan un rol fundamental al definir sus necesidades científicas y tecnológicas junto a las universidades, al precisar sus exigencias y al desarrollar la capacidad interna requerida para absorber los conocimientos. Asimismo, se renueva la idea de que el Estado puede y debe influir en estos flujos mediante la implementación de políticas públicas, actuando sobre la oferta y la demanda de conocimiento de forma concomitante, coordinada y persistente para apoyar la creación de nuevos conocimientos y facilitar su incorporación a diversos sectores de la sociedad.

### 3. Objetivos e instrumentos de política orientados a fomentar la vinculación entre universidad y empresa

- A grandes rasgos, las políticas de estímulo a la interacción entre las universidades y las empresas tradicionalmente han tenido dos objetivos centrales. El primero consistía en vincular el apoyo gubernamental a las actividades de investigación y desarrollo industriales mediante incentivos fiscales o el cofinanciamiento con el sector público de proyectos de investigación. El segundo objetivo era fomentar la introducción de mecanismos de mercado en las instituciones públicas de investigación, sobre todo las universidades, por medio de reformas institucionales inspiradas en las políticas adoptadas en los Estados Unidos en la década de 1980 (Velho y otros, 1998).
- En años más recientes, a estos dos objetivos se sumaron las iniciativas para fomentar en algunos países la creación de complejos (*clusters*), polos o parques tecnológicos, con miras a ejercer también un impacto económico y social más virtuoso en una región determinada a partir del acercamiento entre ciencia y tecnología. Por último, se identifica otro conjunto de medidas tendientes a generar sistemas de información o espacios que permitan promover una mayor difusión y acceso a la información científica y tecnológica, y así facilitar el intercambio, como en el caso de las redes tecnológicas.

#### Cuadro V.1

##### PRINCIPALES OBJETIVOS E INSTRUMENTOS DE POLÍTICA PARA FOMENTAR LA VINCULACIÓN ENTRE LAS UNIVERSIDADES Y LAS EMPRESAS

Objetivos	Instrumentos de política
1. Vincular el apoyo gubernamental a las actividades de investigación y desarrollo industriales.	<ul style="list-style-type: none"> <li>- Cofinanciamiento de proyectos de investigación llevados a cabo entre las universidades y las empresas;</li> <li>- Incentivos fiscales, y</li> <li>- Formación de recursos humanos.</li> </ul>
2. Introducir mecanismos de mercado en las instituciones públicas de investigación.	<ul style="list-style-type: none"> <li>- Reformas institucionales: cambios en las normas que rigen el funcionamiento de las universidades para posibilitar el patentamiento de los resultados de sus investigaciones y facilitar la celebración de acuerdos de licencia y transferencia tecnológica.</li> </ul>
3. Apoyar la formación de <i>clusters</i> , polos o parques tecnológicos.	<ul style="list-style-type: none"> <li>- Otorgamiento de subsidios en el campo de la tecnología, el mercado y la infraestructura;</li> <li>- Difusión de datos técnicos y administrativos de acceso a laboratorios estatales e institutos de investigación, y</li> <li>- Apoyo a pequeñas y medianas empresas en la captación de recursos financieros de origen público o privado.</li> </ul>
4. Promover un mayor acceso a la información científica y tecnológica y fomentar su intercambio.	<ul style="list-style-type: none"> <li>- Redes y alianzas tecnológicas.</li> </ul>

Fuente: Comisión Económica para América Latina y el Caribe (CEPAL).

## 4. Ejemplos de instrumentos usados en Iberoamérica para fortalecer la relación entre las universidades y las empresas

■ Dado que resulta casi imposible elaborar una lista de todos los instrumentos implementados en la región y sus características, a continuación se presentan algunos ejemplos que permiten comprender mejor su funcionamiento y su alcance en cuanto al fortalecimiento de los vínculos entre las universidades y las empresas. En particular, se analizan cinco casos: i) un ejemplo de investigación colaborativa en Chile; ii) un ejemplo de la necesidad de efectuar reformas institucionales para facilitar la relación entre universidad y empresa en México; iii) un ejemplo del apoyo a la implantación de *clusters*, polos o parques tecnológicos en España; iv) un ejemplo de redes científico-tecnológicas de México, y v) un ejemplo del Brasil que demuestra la importancia de avanzar en la innovación en el diseño de los instrumentos de políticas.

### Ejemplo 1: Asistencia para la investigación colaborativa y sistemas de apoyo para la formación de recursos humanos

■ Entre los mecanismos más difundidos en la región, se encuentran las iniciativas gubernamentales dirigidas a impulsar la coparticipación del sector productivo en los proyectos de investigación de las universidades o los centros de investigación.

Aunque pueden asumir formatos diferenciados, dichas iniciativas suelen ser de dos tipos: asistencia para la investigación colaborativa o sistemas de apoyo para la formación de recursos humanos calificados destinados a efectuar investigaciones en temas relevantes para las empresas.

■ En muchos casos, se propone el cofinanciamiento de los proyectos de investigación, en proporciones similares, entre el agente privado y el instituto de investigación, y los organismos de fomento aportan lo que correspondería a la universidad. Estos incentivos pueden concretarse por medio de diferentes mecanismos, como el otorgamiento de subsidios o incentivos fiscales, o la constitución de fondos tecnológicos específicamente destinados a financiar estas actividades.

■ Un ejemplo de este tipo de iniciativa orientada a impulsar los proyectos de investigación colaborativa entre las universidades y las empresas es el Fondo de Fomento al Desarrollo Científico y Tecnológico (FONDEF), operado por la Comisión Nacional de Investigación Científica y Tecnológica (CONICYT) de Chile. Este fondo resulta muy interesante por incorporar en su diseño la definición de los derechos de propiedad intelectual, uno de los aspectos a menudo considerados obstáculos a la asociación entre distintos agentes.

### Recuadro V.1

#### EL FONDO DE FOMENTO AL DESARROLLO CIENTÍFICO Y TECNOLÓGICO (FONDEF) DE CHILE

El Fondo de Fomento al Desarrollo Científico y Tecnológico (FONDEF) fue creado en 1991 con el propósito de contribuir a aumentar la competitividad de la economía nacional y a mejorar la calidad de vida de los chilenos, promoviendo los vínculos entre las instituciones de investigación y las empresas en la puesta en marcha de proyectos de investigación aplicada, desarrollo precompetitivo y transferencia tecnológica.

Una de sus principales atribuciones es proveer financiamiento no reembolsable (subsidios) a proyectos de investigación y desarrollo orientados hacia la innovación, cuya puesta en práctica esté en manos de instituciones de investigación asociadas con empresas u otras entidades. Por lo general, los proyectos reciben un beneficio de cerca de 1,2 millones de dólares —el 55% de los cuales es aportado por el Fondef— para que sean ejecutados en plazos de tres a cuatro años.

Las empresas y demás entidades aportan el 15% del valor del proyecto y, para estimular su participación, se les asegura la pertinencia y transferencia de los resultados, así como la titularidad de los derechos de propiedad intelectual sobre los frutos del proyecto de investigación.

Las líneas de acción y principales programas del Fondef son tres: i) programas regulares de investigación y desarrollo y de valorización y transferencia de los resultados de investigación; ii) programas temáticos, y iii) fondos sectoriales.

En la actualidad, el fondo apoya la innovación mediante los siguientes instrumentos:

- i) Concurso I + D: un concurso anual de proyectos de investigación y desarrollo;
- ii) Programa de Valorización de Resultados de Investigación (VRI): un programa para la valorización y la transferencia de los resultados de las investigaciones;
- iii) Programa Genoma Chile: un programa abocado a los recursos naturales renovables;
- iv) Programa Tecnologías de Información y Comunicación para la Educación (TIC EDU);
- v) Programa Marea Roja;
- vi) Programa Hacia una Acuicultura de Nivel Mundial (HUAM);
- vii) Instituto de Investigación del Pacífico Suroriental (SEPARI): un centro avanzado de tecnologías de la información y la comunicación en Valparaíso;
- viii) Programa para la Diversificación de la Acuicultura Chilena (PDACH);
- ix) Programa Herramientas Biotecnológicas para el Mejoramiento Genético en Fruticultura de Exportación, y
- x) Fondo Nacional de Investigación y Desarrollo en Salud (FONIS), administrado en conjunto con el Ministerio de Salud.

**Fuente:** Comisión Económica para América Latina y el Caribe (CEPAL), sobre la base de información del Fondo de Fomento al Desarrollo Científico y Tecnológico (FONDEF) [en línea] <http://www.fondef.cl>.

■ Otro mecanismo utilizado para fomentar la colaboración entre el sector universitario y las empresas en el ámbito de los proyectos de investigación orientados a promover la innovación es el de los incentivos fiscales. En general, los gobiernos brindan a las empresas la posibilidad de obtener descuentos sobre determinados tributos, condicionados a la puesta en marcha o el financiamiento de actividades de investigación y desarrollo, en especial en colaboración con el mundo académico.

■ Por ejemplo en el Brasil, con la adopción de las leyes de incentivo a la innovación —como la ley federal 11.196 (2005) y la ley 11.487 (2007)—, se introdujeron diversos mecanismos de este tipo que permiten a las empresas obtener descuentos en el impuesto sobre la renta cuando invierten en investigación y desarrollo o se asocian con universidades u otros institutos de investigación para realizar proyectos conjuntos. En estos casos también se han establecido los criterios para definir la propiedad intelectual y se previó la

participación de las empresas en la titularidad de los derechos sobre los bienes intangibles obtenidos del proyecto. En este sentido, se establece que su titularidad es inversamente proporcional al valor de los descuentos fiscales a los que accedan, correspondiéndoles a las universidades la porción restante. Asimismo, se han previsto límites mínimos y máximos para el valor del incentivo. Así, cuanto menor sea la deducción fiscal solicitada por la empresa, mayor será el porcentaje de titularidad sobre los derechos de propiedad intelectual que podrá obtener.

- Además de los programas de apoyo a la investigación conjunta, existen los que contemplan acciones de capacitación en las empresas, aunque no suelen constituir un lineamiento de política específico (Velho y otros, 1998). En este ámbito se incluyen las becas para desarrollo tecnológico y formación de recursos humanos calificados en las empresas o instituciones de investigación, una forma de estímulo que permite una mayor movilidad de los académicos hacia el sector productivo y que sirve para reforzar de manera complementaria los lazos entre las instituciones. A menudo, consisten en becas de estudio orientadas al desarrollo de productos o procesos, otorgadas a técnicos y especialistas de las instituciones beneficiadas por el financiamiento público —empresas, institutos de investigación, universidades, asociaciones sectoriales y órganos de gobierno.

## Ejemplo 2: Reformas institucionales para facilitar los vínculos entre las universidades y las empresas

- Como se ha mencionado, la tendencia contemporánea hacia un creciente uso de los mecanismos destinados a promover una mayor colaboración entre las universidades y las empresas trae consigo la necesidad de realizar cambios en el funcionamiento tradicional de las universidades y elaborar mecanismos de mercado que ayuden

a fortalecer su tercer rol: la transferencia de conocimientos. En este sentido, la creación de un ambiente institucional que facilite la apropiación de los resultados de las actividades científico-tecnológicas y su ulterior negociación o transferencia hacia el sector productivo constituye un objetivo primordial —y a la vez un desafío— que debe ser tenido en cuenta en el diseño de las políticas de ciencia, tecnología e innovación para estimular los vínculos entre las universidades y las empresas.

- Sin embargo, en la mayoría de los países de la región el hecho de que la gestión de la propiedad intelectual esté en manos de las universidades es un tema novedoso que aún no ha recibido un tratamiento uniforme. Frecuentemente, las instituciones responden a las presiones externas, muchas veces sin contar con una estrategia definida que oriente sus actividades de investigación a fin de favorecer la innovación y la transferencia de tecnologías. Pese a que definir estos asuntos constituye una decisión estratégica que cabe a las universidades, también es importante pensar en mecanismos de estímulo que sean impulsados por el Estado y propicien la cooperación entre los distintos agentes.

- Por ejemplo en el Brasil, las normas de incentivo a la innovación han autorizado a las universidades federales a celebrar acuerdos de investigación y desarrollo con empresas privadas y a compartir con ellas la titularidad sobre los derechos de propiedad intelectual, además de poder negociarlos contractualmente con otros agentes, lo que ha llevado a la creación de las oficinas de transferencia tecnológica. En el caso del Instituto Tecnológico y de Estudios Superiores de Monterrey y de la Universidad Autónoma de Nuevo León (UANL), en México, se observa que la combinación de los mecanismos de mercado adoptados por las universidades y los estímulos gubernamentales al fortalecimiento de los lazos entre las universidades y las empresas ha logrado un efecto positivo en la realización de proyectos conjuntos.

### Recuadro V.2

#### LA UNIVERSIDAD AUTÓNOMA DE NUEVO LEÓN Y LOS PROGRAMAS DE ESTÍMULO A LA INNOVACIÓN EN MÉXICO

El Consejo Nacional de Ciencia y Tecnología (CONACYT) de México ofrece tres programas de apoyo a la innovación:

- i) INNOVAPYME: destinado exclusivamente a proyectos de desarrollo tecnológico e innovación de micro, pequeñas y medianas empresas.
- ii) INNOVATEC: destinado solo a proyectos de desarrollo tecnológico e innovación de grandes empresas.
- iii) PROINNOVA: orientado a proyectos de desarrollo tecnológico e innovación llevados a cabo por redes de innovación.

Un rasgo compartido por las tres modalidades es que todas privilegian los proyectos que propicien la articulación de los actores del Sistema Nacional de Innovación.

Como resultado de estos programas, se observa que en 2009, según datos del CONACYT, más del 66% de los proyectos financiados implicó la vinculación de las empresas con universidades o centros de investigación.

Entre los diversos factores que pueden explicar la variada propensión de las universidades a involucrarse en proyectos conjuntos con las empresas, cabe destacar tres de suma importancia. Por un lado, su ubicación, pues la proximidad geográfica facilita la interacción entre las universidades y las empresas, como se observa en el caso del Instituto Tecnológico y de Estudios Superiores de Monterrey (ITESM) con respecto al polo tecnológico local: el ITESM es la institución que ha participado en el mayor número de proyectos apoyados por el CONACYT —38 proyectos y unos 24 millones de pesos mexicanos—. Los otros dos factores son la definición de una estrategia explícita por parte de la universidad respecto de los acuerdos con el sector productivo y la adopción de normas que reglamenten el uso de la propiedad intelectual, tendientes a facilitar la coparticipación en los resultados de las investigaciones realizadas y la transferencia de conocimientos mediante el otorgamiento de patentes, diseños industriales o derechos de autor. Estos factores, que parecen estar presentes tanto en el caso del Instituto Tecnológico y de Estudios Superiores de

Monterrey como en el de la Universidad Autónoma de Nuevo León, son determinantes del porcentaje de los proyectos de vinculación de estas dos instituciones financiados por el CONACYT. Al respecto, llama la atención que otras universidades mexicanas de mucha mayor envergadura, como la Universidad Nacional Autónoma de México (UNAM), tengan una menor participación en estos fondos del CONACYT: unos 21 millones de pesos mexicanos.

Entre sus funciones, la Universidad Autónoma de Nuevo León ha asumido la transferencia de tecnología a diversos actores sociales, para lo cual ha decidido apoyar la apropiación de las innovaciones universitarias mediante los mecanismos de propiedad intelectual disponibles. Por ello, desde su creación en 2005, el Centro de Incubación de Empresas y Transferencia de Tecnología (CIETT) también se encarga de apoyar y regular los procesos de innovación de las universidades, de proteger la propiedad intelectual, de facilitar la incubación de empresas y de promover la transferencia de la tecnología producida por los profesores, investigadores, estudiantes y empleados de la UANL.

Los esfuerzos de la Universidad Autónoma de Nuevo León para asociarse con el sector productivo nacional se ven reflejados en el número de alianzas forjadas y en los montos de las actividades financiadas por el CONACYT en el sector privado y relacionadas con esta universidad. Según datos del CONACYT, la UANL es la universidad mexicana cuyas vinculaciones con el sector productivo representan el mayor importe de los recursos asignados por esa institución —más de 35 millones de pesos—, lo que indica el exitoso acercamiento de la universidad a su entorno productivo.

En la actualidad, la UANL posee más de 50 solicitudes de patentes, 8 patentes otorgadas y 20 en proceso de ingreso. Las patentes universitarias se encuentran distribuidas en diferentes áreas de aplicación, como la agricultura, la ingeniería, el medioambiente, la genómica, la salud, la biotecnología, las ciencias de los alimentos y la nanotecnología, que son tratadas como activos que se pueden usar, conservar o aplicar a fin de obtener recursos para la universidad.

**Fuente:** Comisión Económica para América Latina y el Caribe (CEPAL), sobre la base de información de la Universidad Autónoma de Nuevo León [en línea] [http://www.uanl.mx/propiedad\\_intelectual/](http://www.uanl.mx/propiedad_intelectual/) y el Consejo Nacional de Ciencia y Tecnología (CONACYT) [en línea] <http://www.conacyt.mx/Paginas/default.aspx>.

### Ejemplo 3: El apoyo a la constitución e implementación de *clusters*, polos o parques tecnológicos

- Otro instrumento beneficioso, objeto de una creciente atención en algunos países de Iberoamérica, es el apoyo a la constitución de *clusters*, polos o parques tecnológicos. Estas modalidades de interacción entre las universidades y las empresas requieren un marco institucional de mayor complejidad que facilite la creación de empresas de base tecnológica con el objeto de contribuir a un mayor dinamismo industrial y económico en una región específica.
- En este ámbito, las acciones gubernamentales pueden materializarse combinando una serie de diferentes medidas, por ejemplo, el otorgamiento de subsidios en el campo de la tecnología, el mercado y la infraestructura; la difusión de datos técnicos y administrativos para el acceso a laboratorios estatales e institutos de investigación; y el apoyo a pequeñas y medianas empresas en la captación de recursos financieros de origen público o privado.

- España brinda un ejemplo de las políticas explícitas orientadas a apoyar los parques científicos y tecnológicos en Iberoamérica. Si bien desde 2000 ya existen algunos mecanismos de fomento, durante el período 2004-2007 se logró un avance considerable: el financiamiento público de los parques experimentó un significativo aumento al pasar de 5,4 millones de euros en 2004 a 404,7 millones en 2007, lo que representa un incremento de más de 75 veces<sup>1</sup>. Los apoyos gubernamentales han sido destinados a cubrir los costos de infraestructura, edificación de instalaciones y adquisición de equipos mediante subvenciones y préstamos a 15 años sin intereses. Asimismo, han financiado la puesta en marcha de proyectos de investigación en los parques y las instalaciones existentes.

<sup>1</sup> Ministerio de Ciencia e Innovación de España (véase [en línea] <http://www.micinn.es>).

#### Recuadro V.3

##### EL SUBPROGRAMA DE ACTUACIONES CIENTÍFICAS Y TECNOLÓGICAS EN PARQUES CIENTÍFICOS Y TECNOLÓGICOS (INNPLANTA) DE ESPAÑA

Este subprograma tiene como objeto apoyar la implantación y mejora de infraestructuras científico-tecnológicas, así como la adquisición de equipamiento, en los parques científicos y tecnológicos para utilizarlos en actividades de investigación, desarrollo e innovación y de transferencia de resultados de investigación, fomentando la cooperación y colaboración entre los agentes del Sistema Nacional de Innovación.

En 2010 se han abierto dos tipos de convocatorias: una dirigida a entidades privadas —INNPLANTA PRIVADOS— y otra para entidades públicas —INNPLANTA PÚBLICOS. En total, han sido aprobados 232 proyectos que favorecen a 164 beneficiarios diferentes, más de la mitad de los cuales corresponden a empresas privadas (57%). Los demás agentes involucrados son asociaciones y fundaciones (18%), universidades públicas (9%) y otras entidades (16%).

Fuente: Comisión Económica para América Latina y el Caribe (CEPAL).

El presupuesto total destinado a apoyar estos proyectos supera los 80,6 millones de euros. Se ha financiado, sobre todo, la adquisición de equipamiento de infraestructuras científicas y tecnológicas, así como la constitución o mejora de infraestructuras utilizables en actuaciones científicas y tecnológicas y los estudios de viabilidad para implantar o mejorar la infraestructura, en especial en el sector biotecnológico, energético y aeroespacial. Gracias al subprograma INNPLANTA, el Gobierno español ha logrado dinamizar los parques tecnológicos en el país, lo que se ve reflejado en el aumento del número de parques que participan en estas convocatorias, que en el último septenio se duplicó al pasar de 31 postulantes en 2004 a 64 en 2010, 57 de los cuales han sido contemplados con financiamiento público.

#### Ejemplo 4: Redes científico-tecnológicas

■ Existen también programas que apuntan a lograr una articulación eficiente entre diferentes actores, como el gobierno, las universidades, las empresas privadas y el sector financiero, a fin de estimular el intercambio de información y los grupos de trabajo

conjunto para coordinar las iniciativas llevadas a cabo en el campo de la investigación para el desarrollo científico y tecnológico. Tal es el caso de las alianzas estratégicas y redes de innovación para la competitividad, impulsadas por el Consejo Nacional de Ciencia y Tecnología (CONACYT) en México.

#### Recuadro V.4

##### ALIANZAS ESTRATÉGICAS Y REDES DE INNOVACIÓN PARA LA COMPETITIVIDAD DE MÉXICO

En México, el Consejo Nacional de Ciencia y Tecnología (CONACYT) apoya la creación de alianzas estratégicas y redes de innovación para la competitividad, que son asociaciones entre empresas, instituciones de educación superior y centros públicos y privados de investigación.

El programa tiene la finalidad de promover la articulación entre instituciones de investigación y empresas en torno a proyectos que propicien el desarrollo tecnológico de sectores clave, estimulen la innovación y aumenten su competitividad. Por ende, el objetivo es que la capacidad creada en el marco de estas redes perdure en el mediano y largo plazo y sea autosostenible. Además, estas redes podrían servir para mejorar la formación de recursos humanos acorde a la demanda productiva y su involucramiento en los procesos de producción y facilitarían la vinculación directa entre el sector productivo, los centros de investigación y las instituciones de educación superior.

Por medio de este instrumento, el CONACYT apoya la creación de proyectos específicos de largo plazo —de tres a cinco años de duración—, donde los conocimientos fluyen en sentido bidireccional. Además, estas alianzas promueven la transferencia de conocimientos basada en la comercialización, ya que

formalizan el vínculo comercial entre los proyectos científicos de las universidades o los centros de investigación y las necesidades o proyectos concretos del sector industrial.

El programa ofrece dos tipos de ayuda: una para la fase inicial de elaboración del proyecto —etapa previa a la constitución de la red— y otra para su consolidación. En cuanto a los resultados de estos programas, en el primer semestre de 2010 se otorgaron 42 apoyos para la conformación de redes por montos superiores a los 3,5 millones de dólares y se crearon tres redes que están funcionando con apoyos por algo más de 1,3 millones de dólares. En estas redes participan más de 140 empresas y 100 centros de investigación, incluidas 2 universidades extranjeras.

Los sectores donde se han concretado más alianzas estratégicas y redes de innovación para la competitividad son el agroindustrial y el automotor, aunque los que están creando estas redes son siete en total: aeronáutico, energético, manufacturero, de materiales, y de gestión de la salud y la tecnología, amén de los ya mencionados. En el sector automotor, se está dando un paso más allá del hecho de forjar alianzas estratégicas y redes de innovación para la competitividad: se está tejiendo una red de redes en el marco de un consorcio tecnológico de la industria automotriz.

Fuente: Comisión Económica para América Latina y el Caribe (CEPAL).

### Ejemplo 5: Innovando en el diseño de los instrumentos de política

- Algunos de los instrumentos más utilizados por los Estados para impulsar la interacción entre las universidades y las empresas son los apoyos a los proyectos de investigación conjunta; los incentivos fiscales; los programas de formación y movilidad de los recursos humanos desde las universidades hacia las empresas; las reformas institucionales destinadas a facilitar la negociación, la transferencia y el traspaso de la titularidad de los conocimientos obtenidos en las investigaciones por las universidades; las ayudas a la creación y consolidación de polos y parques tecnológicos; y la constitución de redes científico-tecnológicas para el intercambio de información.
- Si bien existen variadas posibilidades, los países de la región suelen recurrir a algunos de ellos y los implementan también de manera particular de acuerdo con su propia capacidad de gestión

y ejecución de políticas. En el Brasil, se observa una interesante experiencia reciente en cuanto a la concepción innovadora de los mecanismos destinados a apoyar la vinculación entre las universidades y las empresas: el fondo verde-amarillo. Este fondo —creado con el propósito específico de financiar el fortalecimiento de la relación entre universidad y empresa— constituye un instrumento de política que prevé una amplia variedad de mecanismos que permiten al Estado intervenir en distintos ámbitos y así estimular y facilitar la coordinación entre la oferta y la demanda científico-tecnológica.

- Aunque tal vez este ejemplo no pueda ser replicado en todos los países, los ejes a los que va dirigido su financiamiento quizás brinden una idea interesante de los principales ámbitos donde los gobiernos pueden ejercer su influencia para ampliar los canales de interacción existentes entre las universidades y las empresas y promover la creación de otros nuevos.

#### Recuadro V.5

##### FONDO VERDE-AMARILLO DEL BRASIL

Instituido por la ley federal N° 10.332 del 19 de diciembre de 2001, el fondo verde-amarillo fue creado con el propósito específico de incentivar los vínculos entre las universidades y las empresas, y tiene como objeto apoyar la puesta en marcha de proyectos de investigación cooperativa científica y tecnológica entre las universidades, los centros de investigación y el sector productivo, estimular el aumento de las inversiones en investigación y desarrollo por parte de las empresas privadas, y apoyar acciones y programas que contribuyan a fortalecer y consolidar en el país una cultura de emprendimientos e inversiones de riesgo.

Este fondo se constituye con las contribuciones aportadas en forma de regalías por las empresas titulares de licencias de uso o que adquieren conocimientos tecnológicos en el exterior.

La gestión del fondo verde-amarillo está en manos de una comisión mixta integrada por representantes de las siguientes entidades: el Ministerio de Ciencia y Tecnología (MCT), el Ministerio para el Desarrollo, la Industria y el Comercio Exterior (MDIC), la Financiadora de Estudios y Proyectos (FINEP), el Banco de Desarrollo del Brasil (BNDES), el Consejo Nacional de Desarrollo Científico y Tecnológico (CNPq), el Servicio Brasileño

de Apoyo a las Micro y Pequeñas Empresas (SEBRAE), dos representantes del sector industrial y dos representantes de la comunidad científica.

A su vez, la ejecución de estos recursos queda bajo la responsabilidad de la FINEP y el CNPq.

Las actividades que el fondo se propone apoyar deben ser concebidas como instrumentos orientados a facilitar la colaboración entre los distintos agentes, a multiplicar los recursos y a catalizar las sinergias entre los actores públicos y privados que integran el Sistema Nacional de Innovación, para lo cual deben estar encuadradas en uno de los siguientes ejes:

- i) Factores sistémicos para la innovación o el mejoramiento de la infraestructura tecnológica:
  - Capacitación de recursos humanos para la innovación: formación y movilización de investigadores y su establecimiento en las empresas, mayor movilidad de investigadores entre las universidades y las empresas, y apoyo a programas de educación continua dirigidos a la innovación tecnológica de las empresas;

- Desarrollo y difusión de tecnologías de gestión y comercialización: apoyo destinado a consolidar nuevos modelos de gestión y desarrollo del comercio electrónico;
- Estímulo a la propiedad intelectual, en particular, el otorgamiento de patentes y su comercialización, y apoyo al ofrecimiento de servicios de asistencia en materia de propiedad intelectual y capacitación sobre el tema en los medios empresariales y académicos;
- Tecnología industrial básica y servicios tecnológicos para la innovación y la competitividad: apoyo a la capacitación en tecnología industrial básica —metrología, normas y reglamentaciones técnicas y evaluación de los obstáculos técnicos al comercio, la propiedad intelectual y la información tecnológica— y servicios tecnológicos;
- Información en ciencia, tecnología e innovación: organizar y ofrecer informaciones tecnológicas relevantes para los sistemas de innovación —datos sobre patentes, indicadores nacionales e internacionales de ciencia, tecnología e innovación, e identificación de oportunidades de capacitación en la materia, entre otras—;
- Estudios: apoyo a la obtención de subsidios para las políticas de ciencia, tecnología e innovación y a la organización de sistemas de innovación y sus componentes, análisis prospectivos y evaluaciones, y
- Eventos: apoyo a eventos relacionados con temas que integran los objetivos del fondo verde-amarillo.

ii) Cooperación tecnológica para la innovación:

- Proyectos movilizadores precompetitivos: articulación entre empresas o conjuntos de empresas e instituciones de enseñanza superior y de investigación a partir de las demandas empresariales de investigación y desarrollo;
- Proyectos cooperativos orientados hacia la innovación en las empresas, las cadenas productivas o los sectores estratégicos para la competitividad empresarial, o relevantes para el desarrollo nacional;
- Investigaciones cooperativas en red con el sector productivo orientadas hacia el avance del conocimiento

científico aplicado y el desarrollo tecnológico, incluida la formación de redes de investigación para profundizar los conocimientos en áreas donde existan evidentes beneficios de escala en términos de investigación;

- Fomento de la innovación tecnológica en micro, pequeñas y medianas empresas con el objeto de aumentar la competitividad empresarial mediante el desarrollo de productos, procesos y servicios innovadores, y estímulos a la difusión de la cultura exportadora entre estas empresas, y
- Puesta en marcha de sistemas de cooperación internacional en materia de investigación e innovación.

iii) Fomento de emprendimientos de base tecnológica y sistemas locales de innovación:

- Apoyo a iniciativas orientadas a difundir una cultura emprendedora, incluida la capacitación de las instituciones de enseñanza superior a fin de brindar sostén directo al proceso de innovación;
- Estímulo al desarrollo de empresas de base tecnológica por medio de incubadoras de empresas y parques tecnológicos;
- Fomento del mercado de capital de riesgo e incentivos a las inversiones privadas en empresas de tecnología, así como apoyo a los estudios de viabilidad técnica y económica, el desarrollo de prototipos, la formulación de planes de negocios y la transferencia de conocimientos a las pymes, y
- Apoyo a la organización y consolidación de polos industriales o tecnológicos, *clusters* o sistemas locales de innovación y cadenas productivas regionales, incluido el uso del desarrollo tecnológico como instrumento para realizar estudios y elaborar planes destinados a desarrollar las aglomeraciones productivas existentes en el país; creación de plataformas tecnológicas y proyectos cooperativos; articulación institucional entre los actores involucrados en las aglomeraciones; estímulo a la integración entre las empresas y las instituciones de investigación y de servicios

tecnológicos; capacitación tecnológica de los directivos empresariales y de la mano de obra especializada; acciones dirigidas a aumentar la productividad y a lograr economías de escala y alcance en los aglomerados productivos receptores de estos beneficios.

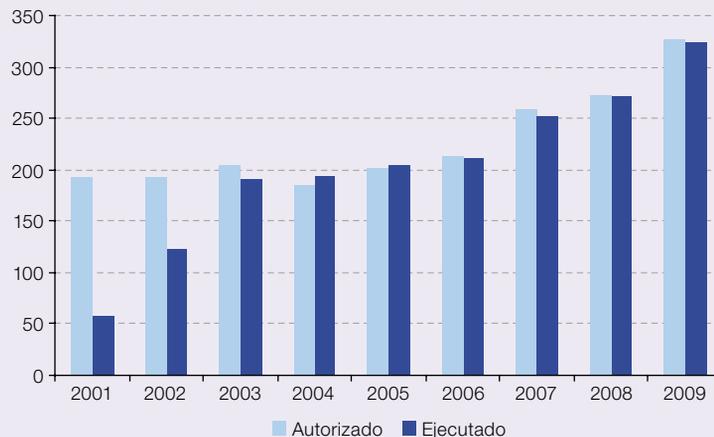
Asimismo, los programas y proyectos contemplados en estos tres ejes de acción deben ser clasificados de acuerdo con el carácter

del vínculo que establezcan con el sector productivo —sectorial u horizontal—, y tienen prioridad las industrias o cadenas productivas que no dispongan de un fondo sectorial específico.

El fondo verde-amarillo ha ejercido un potente impacto en el fortalecimiento de la relación entre las universidades y las empresas del Brasil, que experimentó un incremento significativo en los últimos años (véase el gráfico V.1).

**Gráfico V.1**

**EL BRASIL: EVOLUCIÓN DEL PRESUPUESTO AUTORIZADO Y EJECUTADO DEL FONDO VERDE-AMARILLO, 2001-2009**  
(En millones de reales)



Fuente: Ministerio de Ciencia y Tecnología del Brasil [en línea] <http://www.mct.gov.br>.

## 5. Limitaciones y desafíos de las políticas

- Indagar sobre cuál puede ser el diseño de política más adecuado y qué tipo de instrumentos pueden ayudar a fortalecer la cooperación entre las universidades y las empresas exige, como punto de partida, reconocer que en Iberoamérica los sistemas nacionales de innovación se encuentran aún en etapa inicial o intermedia de formación. Por ende, en la región las empresas llevan a cabo acotadas actividades de investigación y desarrollo y, salvo algunas excepciones, no suelen tener rutinas y estrategias competitivas basadas en la producción de conocimientos. Asimismo, se ha constatado que la mayor parte de las actividades de investigación y desarrollo son llevadas a cabo predominantemente por el sector público, por intermedio de empresas estatales, institutos de investigación y universidades.
- A menudo, las políticas gubernamentales tienden a focalizarse en el fortalecimiento del rol de las universidades en vez de generar los instrumentos y el contexto adecuado para poder redoblar el esfuerzo industrial en investigación y desarrollo. Sin embargo, pese a que una mayor interacción entre las universidades y las empresas constituya un objetivo deseable, no puede ser el eje exclusivo de las políticas, que deben también incluir considerables estímulos para las empresas a fin de que desarrollen su propia capacidad, que resulta indispensable para hacer un uso estratégico de la información y generar conocimientos.
- Por lo tanto, el gran desafío consiste en aunar esfuerzos para atacar al mismo tiempo las distintas dimensiones del problema, es decir, por un lado crear mecanismos que ayuden a establecer las condiciones necesarias para que el sector productivo incremente sus actividades en ciencia, tecnología e innovación y, por el otro, evitar descuidar los estímulos y apoyos requeridos para que las universidades sigan produciendo conocimientos y formando los recursos humanos aptos para atender las necesidades de la sociedad, en general, y del sector productivo, en particular.
- Hasta el momento, las políticas de ciencia, tecnología e innovación han consistido con mayor frecuencia en iniciativas puntuales, dispersas y, muchas veces, discontinuas. Por ende, otro gran desafío es establecer un eje transversal a la ciencia y la tecnología capaz de facilitar su interconexión de manera más uniforme y permanente. Para ello, no se requiere solo prever e implementar instrumentos de política, sino también adoptar metodologías de evaluación que permitan medir sus efectos y resultados. Estos elementos son fundamentales para orientar la acción gubernamental y su sostenibilidad en el tiempo.
- Pese a que existen variados instrumentos y mecanismos que pueden ayudar a impulsar una interacción virtuosa entre las universidades y las empresas, se observa que aún están muy poco difundidos en los países de la región, lo que es tanto una causa como una consecuencia del grado de avance de los sistemas nacionales de innovación. Por ello, la creatividad en el diseño de los instrumentos de política, como en el caso del fondo verde-amarillo del Brasil, constituye un ingrediente fundamental para superar las limitaciones que constriñen las inversiones privadas en actividades de investigación y desarrollo y su puesta en práctica, y así promover y estrechar los vínculos entre las universidades y las empresas.
- Por último, otro aspecto relevante se refiere a la importancia de capacitar y fortalecer las oficinas o departamentos de transferencia tecnológica de las universidades, sobre todo en lo atinente a los derechos de propiedad intelectual, a fin de brindarles la capacidad necesaria para que puedan negociar adecuadamente los contratos donde se definirán los términos de apropiación de los activos intangibles que son el resultado de proyectos conjuntos con empresas privadas u otros agentes.



**Capítulo VI**

**Conclusiones**



## 1. Retos y oportunidades para avanzar en el fortalecimiento de la vinculación entre las universidades y las empresas

- A partir de los análisis realizados en los capítulos previos, se definen una serie de retos y espacios con respecto a la formulación de acciones y estrategias que los países iberoamericanos deberían priorizar para impulsar la innovación y el desarrollo tecnológico.
  - La identificación de los canales y de las motivaciones con respecto a la relación entre universidades y empresas es relevante desde el punto de vista de la definición de políticas de innovación que permitan diseñar incentivos con mayor impacto. La innovación es un proceso dinámico, complejo y sistémico, donde las capacidades de los agentes, así como el grado y frecuencia de vinculación entre ellos, determinan las posibilidades de que existan efectos de derrame en las economías y de un desarrollo basado en el conocimiento. En consecuencia, si los países iberoamericanos desean desarrollarse con base en la ciencia, la tecnología y la innovación, resulta ineludible la necesidad de avanzar en el diseño de mecanismos e instrumentos que favorezcan o faciliten la relación entre las universidades y las empresas.
- a) Reforzar las capacidades científico-tecnológicas**
- Uno de los elementos que surge del análisis de las capacidades científico-tecnológicas de la región es la necesidad de avanzar en cuanto a su fortalecimiento. Iberoamérica presenta un bajo promedio de inversión en investigación y desarrollo. En una economía global basada en el conocimiento es fundamental aumentar los recursos dedicados a actividades de investigación y desarrollo, tanto por parte del sector público como del privado.
  - Los recursos humanos son un elemento decisivo para el desarrollo de los países y de la ciencia, la tecnología y la innovación en particular. Según los datos disponibles, la región aún posee un bajo número de investigadores como porcentaje de su población económicamente activa, por lo que aumentar la masa crítica de personas dedicadas a las actividades de investigación se define como otro factor esencial. A este respecto, el apoyo del sector público desempeña un papel fundamental, sea mediante el financiamiento de actividades de investigación y desarrollo o mediante programas específicos tendientes a facilitar la incorporación de los profesionales en el ámbito de la ciencia y tecnología.
- b) Las universidades iberoamericanas deben aumentar la cantidad y calidad de sus publicaciones científicas y ampliar la investigación aplicada**
- En varios países de la región aún se observa un bajo nivel de matriculación terciaria. Impulsar la participación en la formación universitaria no es solo importante en lo que respecta a elevar el nivel educativo de la sociedad y aumentar la calidad del capital humano en general, sino que es una etapa imprescindible con miras a la construcción de una base de profesionales calificados para las actividades de investigación —tanto básica como aplicada— del futuro.
  - La existencia de una base de recursos humanos para la investigación afecta tanto las posibilidades de producir publicaciones como la calidad de estas. Las universidades iberoamericanas tienen un margen considerable para mejorar su posicionamiento en el contexto mundial, en particular mediante la reducción de la heterogeneidad presente en la región en términos de publicaciones científicas. Además, es necesario definir las áreas de investigación prioritarias para los países de Iberoamérica. Más allá del número de publicaciones, la región debe diversificar las disciplinas que atraen más el interés de los investigadores. Si actualmente predominan las ciencias biológicas y médicas, que es donde se concentran las capacidades de investigación de la región, sería conveniente promover disciplinas con proyecciones más aplicadas, como la ingeniería en sus diferentes ramas.
  - Debido a esta preferencia por las disciplinas básicas, el sistema universitario iberoamericano presenta todavía poca predisposición a dedicarse a proyectos en los que se incorpore la investigación aplicada. Por lo general las universidades de la región se han concentrado en la investigación básica, lo que no ha contribuido a facilitar la interacción entre los centros de educación superior y las empresas y ha generado un tipo de

vinculación basado en actividades de bajo contenido científico y tecnológico.

**c) El sector productivo de la región debe buscar una especialización productiva con mayor intensidad tecnológica e incrementar la inversión y la participación en actividades de investigación y desarrollo**

- Las políticas de ciencia y tecnología no han llegado a crear un ambiente adecuado para estimular la confluencia entre la oferta de conocimiento científico-tecnológico generado por las universidades y la demanda del sector productivo. En Iberoamérica, las actividades de investigación y desarrollo se realizan primariamente en las universidades, con escasa participación del sector privado. Esta falta de coordinación entre la generación y la aplicación del conocimiento en ciencia y tecnología sigue representando una debilidad en la relación entre las universidades y las empresas en la región y tiene sus raíces en varios rasgos estructurales del entramado macroeconómico, empresarial y cultural, que actúan como obstáculos y limitan el desarrollo de dicha relación.
- Si los países de Iberoamérica quieren incentivar la cooperación de universidades y centros de investigación con las empresas, deben avanzar al mismo tiempo en la definición de estructuras productivas que exijan un mayor grado de conocimiento. En general, la especialización productiva de la región en estructuras industriales poco intensivas en conocimientos hace que no haya una gran demanda en relación con el sistema nacional de ciencia, tecnología e innovación. Estas características, junto con aspectos relativos a la cultura de los países y la percepción que muchas veces tienen las empresas sobre la ciencia, la tecnología y la innovación, producen una situación de escaso dinamismo del sector privado en cuanto a sus actividades y capacidades para la innovación. Las actividades relacionadas con la innovación comúnmente se circunscriben a la adquisición de nueva maquinaria y equipo, lo que puede limitar las posibilidades de desarrollar y vender productos nuevos y con mayor contenido científico-tecnológico en el mercado. En tal sentido, se plantea la tarea clave de promover el surgimiento de una “cultura innovadora” que logre cambiar la perspectiva que por lo general tiene el sector privado sobre la innovación. Únicamente de esa

forma el sector productivo aumentará su nivel de inversión en investigación y desarrollo y su grado de participación en las actividades de innovación.

- Por otro lado, cuando hay diferencias significativas en el poder de contratación de las partes, se pueden generar relaciones desequilibradas entre universidades y empresas. Esto sucede, por ejemplo, cuando una gran empresa puede imponer a las universidades condiciones y exigencias en cuanto a formación de recursos humanos y objetivos de investigación. En el caso contrario, un sector productivo caracterizado por la presencia de muchas empresas pequeñas y aisladas no permite que estas generen una demanda conjunta de conocimiento en relación con las universidades, que siguen desconectadas del entramado empresarial en sus actividades de ciencia y tecnología. Esto puede hacer que se amplifiquen las brechas entre las empresas y aumente la heterogeneidad estructural. De ahí el papel primordial de las políticas que se puedan diseñar e implementar con miras a nivelar las posibilidades de relación entre las empresas de diferente tamaño con las universidades y los centros de investigación.

**d) Fortalecer la infraestructura institucional (sistemas nacionales de innovación, actores intermedios, avanzar en sistemas de interrelación complejos)**

- La mejora del entramado institucional de ciencia, tecnología e innovación de un país y el fomento de la articulación y coordinación entre los agentes que lo integran es una condición indispensable para alcanzar un mayor nivel de desarrollo científico-tecnológico. Aumentar el número de actores participantes (densidad) y los vínculos entre estos (frecuencia) permite avanzar hacia la conformación de sistemas nacionales de innovación más complejos e integrados, donde las interacciones entre los distintos agentes puedan darse multilateralmente. Esto constituye la base fundamental para establecer una mejor aproximación y sinergia entre las universidades, las empresas y el sector público, y es importante para posibilitar la creación de vínculos entre los agentes que sean más complejos, coherentes y de largo plazo.
- Asimismo, un aspecto clave para lograr la especialización complementaria entre las actividades de ambos tipos de instituciones consiste en favorecer la creación de mecanismos

formales específicos que actúan como “puentes” para fomentar la coordinación entre las finalidades de las universidades y de las empresas, es decir, los denominados “actores de intermediación”. Estos funcionan como una estructura de negociación y enlace para hacer efectiva la vinculación entre las universidades, los centros tecnológicos, los sectores industriales y el sector público, con lo que desempeñan un papel activo en la consolidación de los soportes del sistema productivo y elevan los niveles de competencia tecnológica y acceso a la información. Al actuar como vía de enlace, pueden realizar actividades relacionales que suplan la ausencia de oficinas de transferencia de conocimientos, especialmente en lo referente a actividades de coordinación y enlace con objeto de asegurar la colaboración entre múltiples agentes y robustecer las redes de innovación entre las universidades y las empresas.

- Por otra parte, sobre todo en el caso de los países de gran extensión, es importante avanzar también en cuanto al establecimiento y fortalecimiento de instituciones a nivel local, regional o municipal, así como en la aplicación de políticas específicas, que faciliten el desarrollo científico-tecnológico a nivel de las regiones y entre estas y otros territorios del país. De hecho, la proximidad territorial contribuye a facilitar la capacidad de absorción, intercambio y formación, ya que afianza las relaciones más o menos permanentes entre universidades, centros de investigación, empresas nacionales y transnacionales, institutos tecnológicos, organizaciones intermedias y órganos del sector público.

#### **e) Desarrollar políticas más integradas es una tarea ineludible**

- Para poder avanzar en el desarrollo de capacidades científicas, tecnológicas e innovadoras, y de un Sistema Nacional de Innovación más denso e integrado, en el que la relación entre las universidades y las empresas sea una realidad y no un simple discurso, se requiere de una estrategia y de ciertas políticas dotadas de visión de largo plazo, en la que se coordine un amplio conjunto de instrumentos que logren abarcar distintos aspectos en los que los países iberoamericanos presentan debilidades. Así, es importante tener presente que el incremento de la vinculación entre universidades y empresas resultará de la combinación de esfuerzos de política en diferentes ámbitos integrados entre sí.

Si bien la política en materia de ciencia, tecnología e innovación juega un rol fundamental, las políticas educativa e industrial, solo por nombrar algunas, también son indispensables para fortalecer el sistema como un todo y facilitar la transferencia de conocimiento y tecnologías, lo que en definitiva permite progresar en la conformación de sociedades más desarrolladas e inclusivas.

- Fortalecer las capacidades de los encargados de formular y aplicar las políticas en materia de ciencia, tecnología e innovación es también un elemento fundamental. En lo que respecta a diseñar e implementar los mecanismos e instrumentos adecuados es importante que quienes tengan a su cargo estas labores cuenten con las capacidades necesarias para hacerlo. En muchos países de la región aún persiste una percepción lineal de la innovación, la que es importante cambiar si se pretende diseñar herramientas de política que tengan los efectos deseados. En consecuencia, la creatividad en el diseño de instrumentos de política constituye un ingrediente fundamental para superar las limitaciones en torno a la inversión privada en actividades de investigación y desarrollo y su ejecución, de forma que promueva y estreche la vinculación entre las universidades y las empresas.

#### **f) Crear indicadores para medir el alcance e impacto de la relación entre las universidades y las empresas**

- En Iberoamérica, la debilidad en el vínculo entre universidades y empresas se ve también reflejada en la falta de registros y de sistematización de la información sobre las modalidades de colaboración existentes, de forma que permita realizar un seguimiento y medir los resultados de estas iniciativas. En ese sentido, la creación de indicadores de alcance e impacto es un insumo importante para una evaluación adecuada de la dimensión e intensidad del estado de la vinculación entre agentes en Iberoamérica, además de ser una herramienta muy útil para orientar y redefinir las políticas e incentivos.

#### **g) Definir los mecanismos de apropiación del conocimiento es un elemento clave para las posibilidades de vinculación entre empresas y universidades**

- Las normas sobre la distribución y apropiación de los beneficios económicos que se deriven de los resultados de investigaciones

conjuntas constituyen uno de los aspectos que se deben definir para superar la debilidad de las interrelaciones entre universidades y empresas en Iberoamérica, sobre todo en el marco de los nuevos paradigmas tecnológicos (tecnologías de la información y las comunicaciones, biotecnología y nanotecnología).

- El desarrollo de las capacidades de gestión de los derechos de propiedad intelectual por parte de las universidades se define como un factor fundamental, para lo que es necesario contar con personal capacitado en la materia, aparte de la infraestructura adecuada. También es importante que los propios Estados incentiven y orienten los comportamientos con respecto a la definición de las normas relativas a la propiedad de los resultados científico-tecnológicos. Esto se puede conseguir mediante la incorporación de esta temática en el diseño de los instrumentos de política con miras a facilitar su ulterior negociación o transferencia hacia y desde el sector productivo.

#### **h) Para explotar el potencial de Iberoamérica se deben identificar actividades o proyectos de cooperación conjuntos entre diversas instituciones de la región**

- Iberoamérica debe avanzar en la definición de actividades comunes que le permitan desarrollar sus capacidades científico-tecnológicas y de innovación. Con el apoyo de los diferentes Estados de la región, se vislumbran, entre otras tareas clave, la de realizar proyectos conjuntos entre universidades o centros de investigación y cámaras empresariales. Esto no solo permitiría fortalecer las capacidades locales por medio de la transferencia tecnológica y de conocimientos, sino diversificar riesgos y reducir los costos asociados a las actividades de investigación, desarrollo e innovación.
- Asimismo, el establecimiento de centros regionales de excelencia en torno a determinadas tecnologías o sectores productivos se define como otro elemento que facilitaría el intercambio de experiencias y prácticas óptimas entre los países de la región, además del desarrollo de vínculos entre estos.

## Bibliografía



- Aguiar, D. y H. Thomas (2009), "Historia de los antecedentes a la creación de una empresa de biotecnología orientada a la salud en la Argentina: el "Área de Biotecnología" de Sidus (1980-1983)", Salvador, Bahía [en línea] <http://www.ea-journal.com/art1.2/El-area-de-Biotecnologia-de-Sidus%20.pdf>.
- Arza, V. (2010), "Channels, benefits and risks of public-private interactions for knowledge transfer: conceptual framework inspired by Latin America", *Science and Public Policy*, vol. 37, N° 7, agosto.
- Arza, V. y Claudia Vázquez (2010), "Interactions between public research organizations and industry in Argentina", *Science and Public Policy*, vol. 37, N° 7, agosto.
- Brito Cruz, Carlos H. (2010), "University-industry relations in Iberoamerican countries", documento presentado en el seminario ADI, Barcelona.
- \_\_\_\_\_(2008), "Assimetrias dos sistemas de inovação latino-americanos: os papéis da Universidade e da empresa", Projeto Uma Nova Agenda Econômica e Social para a América Latina, iFHC.
- Bueno Campos, E. y F. Casani Fernández de Navarrete (2007), "La tercera misión de la universidad, enfoques e indicadores básicos para su evaluación", *Economía industrial*, N° 36.
- CEPAL (Comisión Económica para América Latina y el Caribe) (2010), *La hora de la igualdad: brechas por cerrar, caminos por abrir* (LC/G.2432 (SES.33/3)), Santiago de Chile, mayo.
- \_\_\_\_\_(2007), "Progreso técnico y cambio estructural en América Latina y el Caribe", *documento de proyecto*, N° 136 (LC/W.136), Santiago de Chile.
- \_\_\_\_\_(2002), *Globalización y desarrollo* (LC/G.2157(SES.29/3)), Santiago de Chile, abril.
- CEPAL/SEGIB (Comisión Económica para América Latina y el Caribe/Secretaría General Iberoamericana) (2009), *Innovar para crecer: desafíos y oportunidades para el desarrollo sostenible e inclusivo en Iberoamérica* (LC/L.3138), Santiago de Chile, diciembre.
- CINDA (Centro Universitario de Desarrollo) (2010), "El rol de las universidades en el desarrollo científico y tecnológico", *Educación superior en Iberoamérica*, Bernabé Santelices (ed.), Santiago de Chile, mayo.
- Cohen, W. y D. Levinthal (1990), "Absorptive capacity: a new perspective on learning and innovation", *Administrative Science Quarterly*, N° 35.
- Dagnino, Renato y Erasmo Gomes (2002), "El impacto de la investigación conjunta en la competitividad de las empresas: lecciones de un caso exitoso", *Espacios*, vol.23, N°1, enero.
- Fajnzylber, F. (1990), "Industrialización en América Latina: de la 'caja negra' al 'casillero vacío': comparación de patrones contemporáneos de industrialización", *Cuadernos de la CEPAL*, N° 60, (LC/G.1534/Rev.1-P), Santiago de Chile. Publicación de las Naciones Unidas, N° de venta: S.89.II.G.5.
- Fritsch, M. y R. Lukas (2001), "Who cooperates for R&D?", *Research Policy*, N° 30.

- Jaramillo, Hernán, G. Lugones y M. Salazar (2000), *Manual de Bogotá: normalización de indicadores de innovación tecnológica en América Latina y el Caribe*, Red de Indicadores Iberoamericanos de Ciencia y Tecnología (RICYT)/Convenio Andrés Bello.
- Knell, M. y M. Srholec (2005), *Innovation Cooperation and Foreign Ownership in the Czech Republic*, Norwegian Institute for Studies in Innovation, Research and Education (NIFU-STEP).
- Laursen, K. y A. A. (2005), *The Paradox of Openness: Appropriability and the Use of External Sources of Knowledge for Innovation*, Druid.
- Lundvall, B. A. (1992), *National Systems of Innovation*, Londres, Printer Publisher.
- Maculan, Anne-Marie y José Manoel Carvalho de Mello (2009), "University start-ups for breaking lock-ins of the Brazilian economy", *Science and Public Policy*, vol. 36, N° 2.
- Mazzoleni, R. (2008), "Catching up and academic Institutions: a comparative study of past national experiences", *Journal of Development Studies*, vol. 44, N° 5.
- Mowery, D. C. y otros (2004), *Ivory Tower and Industrial Innovation: University-industry Technology Transfer before and after the Bayh-Dole Act in the United States*, Stanford University Press.
- OCDE (Organización de Cooperación y Desarrollo Económicos) (1992), *Oslo Manual: Proposed Guidelines for Collecting and Interpreting Technological Innovation Data*, París.
- Rothaermel, F. T., Shanti D. Agung y Lin Jiang (2007), "University entrepreneurship: a taxonomy of the literature," *Industrial and Corporate Change*, vol. 16, N° 4.
- Sutz, J. (2000), "The university-industry-government relations in Latin America", *Research Policy*, vol. 29, N° 2.
- Vega-Jurado, J., Ignacio Fernández-de-Lucio y Ronald Huanca-Lopez (2007), "¿la relación universidad-empresa en América Latina: apropiación incorrecta de modelos foráneos?," *Journal of Technology Management and Innovation*, vol. 2, N° 2.
- Velho, Léa, Paulo Velho, y Davyt, Amílcar (1998), "Las políticas e instrumentos de vinculación Universidad-Empresa en los países del MERCOSUR", *Educación superior y sociedad*, vol. 9, N° 1.
- Veugelers, R. y B. Cassiman (2005), "R&D cooperation between firms and universities, some empirical evidence from Belgian manufacturing", *International Journal of Industrial Organization*, N° 23.



