

# SI ANTIOQUIA APRENDE. HABRÁ FUTURO

Aproximación a una agenda de Innovación y Desarrollo Científico y Tecnológico para Medellín y Antioquia

---

**Si Antioquia aprende, habrá futuro.**  
Aproximación a una Agenda de Innovación y Desarrollo Científico y Tecnológico para Medellín y Antioquia  
© Centro de Ciencia y Tecnología de Antioquia

**Escrito por**

Rafael Aubad L.  
Diego Fernando Gómez S.  
Lina María Niebles A.  
Olga María Ospina T.

**Coordinación Editorial**

Área de Comunicaciones  
Centro de Ciencia y Tecnología de Antioquia-CTA-

**Diagramación**

Hardy Iglesias

**Impresión**

Digital Express Ltda

Primera edición  
Medellín, noviembre de 2004  
Impreso en Colombia

# CONTENIDO

PRESENTACIÓN

INTRODUCCIÓN

## I. PRIMER REFERENTE: LOS APRENDIZAJES DESDE LAS EXPERIENCIAS EXITOSAS DE DESARROLLO

CARACTERÍSTICAS MÁS GENERALES DE LAS EXPERIENCIAS ESTUDIADAS  
CIENCIA, TECNOLOGÍA E INNOVACIÓN COMO PROCESOS DELIBERADOS  
LOS ESTUDIOS DE FUTURO, OTRA CARACTERÍSTICA DESTACABLE DE LAS EXPERIENCIAS EXITOSAS DE DESARROLLO

## II. SEGUNDO REFERENTE: ESTRUCTURA PRODUCTIVA DE EXPERIENCIAS EXITOSAS DE DESARROLLO VIS A VIS DE ESTRUCTURA PRODUCTIVA DE ANTIOQUIA

¿QUÉ PRODUCEN, QUÉ EXPORTAN, Y EN QUÉ SE OCUPA LA POBLACIÓN EN ECONOMÍAS CON INGRESO PER CÁPITA ENTRE LOS 9.000 Y 16.000 DÓLARES?  
¿CUÁL PODRÍA SER LA ESTRUCTURA PRODUCTIVA DE UNA ANTIOQUIA CON 7000 DÓLARES DE INGRESO PER CÁPITA

## III. EL PROCESO PARA LA CONSTRUCCIÓN DE LA AGENDA DE INNOVACIÓN Y DESARROLLO CIENTÍFICO Y TECNOLÓGICO EN FUNCIÓN DE UN MAYOR VALOR AGREGADO DE LA ECONOMÍA ANTIOQUEÑA

## IV. LA INDAGACIÓN DE PRODUCTOS Y TECNOLOGÍAS EN LAS ACTIVIDADES CLAVE PARA EL FUTURO

AGROINDUSTRIA

FIBRAS TEXTILES Y CONFECCIONES  
EQUIPOS Y TECNOLOGÍAS DE COMUNICACIÓN Y ELECTRÓNICA  
INDUSTRIA DEL SOFTWARE  
SERVICIOS DE INGENIERÍA Y CONSULTORÍA  
AUTOPARTES  
AGUA  
ENERGÍA

## V. DE LAS CONDICIONES Y ROLES DE LOS ACTORES PARA LA CREACIÓN DE AMBIENTES FAVORABLES AL DESARROLLO DE LAS AGENDAS

A LA SOCIEDAD EN GENERAL  
A LOS EMPRESARIOS  
AL SISTEMA EDUCATIVO E INVESTIGATIVO  
A LOS CENTROS DE DESARROLLO TECNOLÓGICO - CDTS -  
A LAS AUTORIDADES MUNICIPALES Y DEPARTAMENTALES  
A LOS PROMOTORES DE LA CONSTRUCCIÓN Y DESARROLLO DE LA AGENDA: COLCIENCIAS, GOBERNACIÓN DE ANTIOQUIA, MUNICIPIO DE MEDELLÍN Y CÁMARA DE COMERCIO DE MEDELLÍN PARA ANTIOQUIA

## PRESENTACIÓN

Antioquia ha iniciado un proceso de construcción colectiva de futuro, que se comenzó con la elaboración de la *Visión* del Departamento y que busca que nuestro territorio sea más equitativo e incluyente. Teniendo como norte esta Visión, se inició una reflexión en torno a las acciones que se debían llevar a cabo para lograrla.

Sobre la economía antioqueña en 1952, un autor decía que Medellín superaba y duplicaba el ingreso de las demás regiones de Colombia, que era el *Manchester* de Latinoamérica. Esto describía el final de un importante proceso que vivió nuestra región en la primera mitad del siglo pasado y en la que aprendió a hacer muchas cosas; introdujo industrias como: textil, confecciones, cementos, alimentos, seguros, finanzas y los grandes almacenes.

Apuntalados en dos importantes centros educativos, la Escuela de Minas y la Universidad de Antioquia, y en una cultura empresarial ética, austera y con compromiso social, una región que a finales del siglo diecinueve era solamente minera y agrícola, se transformó.

Pero, *¿qué aprendimos en los últimos cincuenta años?, ¿qué nuevas actividades económicas introdujimos?* Los países que aprendieron a hacer nuevas y mejores cosas, que innovaron y que construyeron sólidos procesos empresariales, crecieron, multiplicaron su ingreso per cápita y transformaron sus condiciones sociales. Por el contrario, Latinoamérica y particularmente Antioquia extravió su camino y olvidó que el desarrollo no se construye desde el Estado sino desde las capacidades de su propia gente, sus organizaciones y sus empresas.

Los países con mayor ingreso y mayor equidad han cambiado sus patrones de especialización. Aquellos que sólo saben producir bienes primarios y manufacturas intensivas en mano de obra no superan los 3000 dólares de ingreso per cápita. Los que están por encima de los 10.000, son intensivos en capital humano, conocimiento y tecnología, tienen menos desempleo y mejor distribución del ingreso.

Dado este panorama, en Julio de 2002, la Cámara de Comercio de Medellín para Antioquia presentó el trabajo: "*Escenarios de la Economía Antioqueña*" y planteaba que para lograr construir un mejor futuro, con mayor ingreso y equidad, menor desempleo y altos niveles de desarrollo humano, la Región debería cambiar su patrón de especialización. Si quería generar más puestos de trabajo con mayor ingreso se tendrían que introducir un conjunto amplio de actividades de alto valor, en cantidad y calidad tal, que permitieran generar más de un millón de empleos y dieciocho mil millones de dólares en exportaciones en los próximos 15 años. La pregunta que surgió era: *¿Qué debemos aprender para ello?*

El Proyecto "*Construcción de la Agenda de Innovación y Desarrollo Científico y Tecnológico para Medellín y Antioquia*", pretende contribuir a búsqueda de respuestas para esta pregunta. Su desarrollo contó con la financiación y el apoyo permanente en su concepción, ejecución y difusión de Colciencias, la Cámara de Comercio de Medellín para Antioquia y los gobiernos municipal y departamental. Su desarrollo estuvo a cargo del Centro de Ciencia y Tecnología de Antioquia - CTA - y contó con el apoyo conceptual y logístico del Centro de Estudios en Economía Sistémica- ECSIM.

El documento que se presenta es el fruto de una reflexión colectiva en 10 sectores importantes para la economía de la Región, sólo es una primera aproximación a un vasto mundo de posibilidades y tareas por emprender para lograr la tan anhelada Visión para Antioquia. Es claro que es deber de todos, continuar con la tarea de construcción de futuro, allí se encuentra el reto. Sólo lograremos reducir la pobreza y crear bienestar de manera sostenible si nos comprometemos como sociedad a iniciar un proceso profundo de aprendizaje, liderado desde la universidad y los centros de investigación y que se materialice en la expansión y consolidación de nuevas empresas y actividades económicas.



## INTRODUCCIÓN

Este documento divulgativo, presenta los resultados del proyecto “*Construcción de la Agenda de Innovación y Desarrollo Científico y Tecnológico para Medellín y Antioquia*”, el cual buscó determinar, mediante un proceso de construcción colectiva y de estudios estructurales, las actividades de alto valor que nuestra sociedad puede y debe aprender a hacer en los próximos años, y en torno a las cuales se debe desarrollar ciencia y tecnología para tales fines.

La Agenda se elaboró mediante un proceso amplio de consulta de expertos locales, nacionales e internacionales -empresarios e investigadores- que discutieron y sugirieron las alternativas pertinentes, adecuadas y alcanzables para la región. *La reflexión central* en torno a la cual hacemos este ejercicio es la siguiente: los estudios sobre los países que han logrado transformaciones sociales y crecimientos acelerados y sostenidos, indican que en estos procesos uno de los cambios centrales consistió en que esas sociedades aprendieron a hacer nuevas y mejores cosas y lograron integrar su población a la generación de éstas. En este sentido, la ciencia y la tecnología son fundamentales para la construcción del desarrollo desde la gente y para la gente.

Esperamos que esta Agenda sirva como una guía para consolidar el Sistema Regional de Innovación, y el desarrollo social y económico de Antioquia. Esta hace parte de un proceso de indagación y construcción de futuro que ha venido construyendo la sociedad antioqueña en los últimos lustros.

En los últimos cinco años, Antioquia ha desarrollado un conjunto de programas de planificación y acción, por medio de diferentes procesos, proyectos y estudios, en especial: Visión Antioquia Siglo XXI, PLANEA- Plan Estratégico de Antioquia-, y los trabajos promovidos por la Cámara de Comercio de Medellín para Antioquia, como son: “La ventaja competitiva de la actividad empresarial Antioqueña” en 1999 y el “Simulador regional de la economía antioqueña: Antioquia 9000.3” en 2002; además de adelantar procesos prácticos con sectores específicos, como en el caso de los *clúster*<sup>1</sup>. Este conjunto de proyectos y estudios se ha constituido en una referencia -por aproximaciones sucesivas- para ir concertando las visiones y estrategias de la Región.

De forma más específica, los estudios mencionados coinciden en la incorporación de la transformación científica y tecnológica de la Región, como una de las necesidades fundamentales en la construcción de sociedad; para lo cual se deberán mejorar las capacidades institucionales y la articulación gobierno investigación empresas -financiación, agentes integrantes de un renovado y potenciado Sistema Regional de Innovación.

Esta indagación se realizó bajo dos consideraciones sobre los estados actuales de la ciencia y la tecnología en Antioquia:

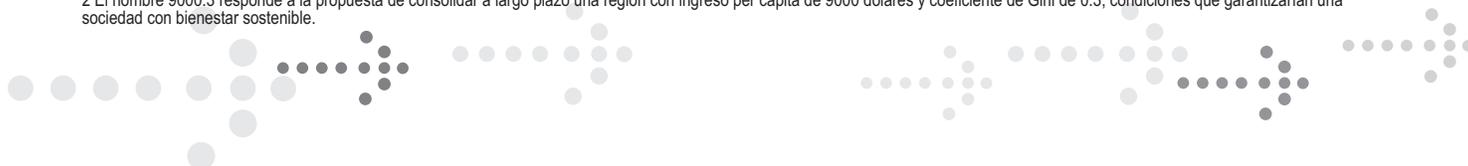
- Avance de los grupos de investigación y los Centros de Desarrollo Tecnológico-CDTs- en el contexto de un sistema de innovación.
- Desarrollo de modelos de consolidación de los sectores productivos que abren espacios entre los empresarios y la sociedad civil para enfocar y dar perspectiva a las necesidades científicas y tecnológicas para la consolidación a mediano y largo plazo de sus empresas y sectores.

Estas dos condiciones otorgan la posibilidad de empezar a consolidar la integración de la investigación científica a las necesidades de la producción regional a mediano y largo plazo, de forma que se evolucione hacia un sólido sistema de innovación, superando en lo posible las diferentes fracturas y desbalances que hoy presenta.

En Antioquia 9000.3 -una profundización en las propuestas de objetivos macroeconómicos de la Región<sup>2</sup>, se concluye que el principal reto es lograr la transformación de las capacidades sociales de generación de bienestar en Antioquia por medio del aprendizaje social, que permita la elaboración de nuevos productos y servicios de mayor valor agregado, con mayor componente tecnológico, basados en capital humano y que sean propios de sociedades con niveles de ingreso per - cápita superiores.

<sup>1</sup> Recientemente con el apoyo de la Cámara de Comercio, el Centro de Ciencia y Tecnología de Antioquia elaboró una propuesta de Cluster que demanda altos niveles de ciencia y tecnología; es el caso del Cluster de Medicina.

<sup>2</sup> El nombre 9000.3 responde a la propuesta de consolidar a largo plazo una región con ingreso per cápita de 9000 dólares y coeficiente de Gini de 0.3, condiciones que garantizarían una sociedad con bienestar sostenible.



# SI ANTIOQUIA APRENDE, HABRÁ FUTURO

Aproximación a una Agenda de Innovación y Desarrollo Científico y Tecnológico para Medellín y Antioquia

Así, el conocimiento se encuentra en la base de la posibilidad de lograr este conjunto de objetivos económicos y de transformación social; y la Construcción de la Agenda de Innovación y Desarrollo Científico y Tecnológico busca contribuir con un núcleo articulador de los procesos necesarios para la construcción de las nuevas capacidades sociales en que está empeñada la sociedad antioqueña, otorgando un derrotero claro al Sistema Regional de Innovación, y a sus instituciones.

Es por esto, que el Centro de Ciencia y Tecnología de Antioquia, en su calidad de Secretaría Técnica del Consejo Departamental de Ciencia y Tecnología; la Cámara de Comercio de Medellín, en representación del sector privado; la Gobernación de Antioquia y la Alcaldía de Medellín, en representación del sector público; y el SENA regional Antioquia, todas con representación en el Consejo Departamental de Ciencia y Tecnología, consolidaron esta Agenda de Ciencia y Tecnología regional de largo plazo, para que sirva de plataforma de soporte permanente a los procesos de innovación tecnológica en las empresas de los sectores estratégicos de la economía antioqueña, para incorporar un mayor componente de conocimiento en la producción de bienes y servicios, e incrementar así la productividad, competitividad y el valor agregado regional.

El propósito central de la construcción de la Agenda de Innovación Científica y Tecnológica para Antioquia, es dar coherencia, visión de largo plazo y elementos de articulación, coordinación y concertación entre los agentes que conforman el Sistema Regional de Innovación. La construcción de una visión compartida, y la consecuente base para la confluencia y superposición de intereses, evitarán la duplicación de esfuerzos y la mala utilización de recursos económicos y humanos.

Para lograr esa visión compartida, este proyecto usó la metodología Delphi para indagaciones en los diferentes sectores; se realizaron talleres para lograr consenso y se desarrollaron actividades de sensibilización y divulgación de resultados durante todo el proceso. Esto implicó la realización de dos grandes encuestas Delphi, 24 talleres, 20 eventos de socialización y divulgación. En todas estas actividades participaron alrededor de 980 personas entre investigadores, docentes, directivos y empresarios, todos interesados en estas iniciativas de desarrollo. Se realizaron 9 actividades con universidades, y gremios para la inclusión de las propuestas de Agenda en los planes estratégicos de las diferentes instituciones. Igualmente, las iniciativas de este proyecto se han incluido en los Planes de Desarrollo del Departamento de Antioquia y del Municipio de Medellín.

El trabajo que se realizó en cada uno de los sectores, se hizo de manera concertada con sus actores, buscando que los resultados obtenidos cuenten con la validez, credibilidad, y pertinencia con el entorno, necesarios inicialmente para el establecimiento de acuerdos y compromisos entre los componentes del Sistema Regional de Innovación, y finalmente para que los resultados finales materializados en el sistema productivo sean los deseados. A todos ellos pertenece lo mejor de las propuestas de la Agenda

En la primera actividad del proyecto de Agenda, se buscó definir los sectores o actividades estratégicas para el desarrollo de la región, teniendo en cuenta variables como: uso de conocimiento como factor de competitividad, potencial de generación de valor, empleo, y ampliación de mercados.

Para esta primera actividad se elaboró un primer marco de referencia, constituido por un análisis de países en el que se incluyó una caracterización económica de cuatro países y el comparativo con Colombia y Antioquia, y una indagación sobre los estudios de futuro de varios países; y también por una indagación general sobre las capacidades regionales en materia de ciencia y tecnología. Toda la discusión elaborada en este marco de referencia sirvió como soporte e instructivo para una indagación amplia a expertos, funcionarios, empresarios e investigadores.

En concreto, los lectores encontrarán en el capítulo I, los aprendizajes originados en estudios previos<sup>3</sup>, sobre los procesos de desarrollo en países de rápido crecimiento. En el capítulo II se presenta el referente con la estructura económica y la sociedad antioqueña al año 2015, el cual se fundamenta principalmente en un escenario propuesto desde el modelo de Colombia 9000.3, a partir de un estudio de países. El capítulo III entra en la construcción propiamente dicha de la Agenda de Innovación a partir de la opinión de los expertos consultados que constituye el insumo para la recomendación de las actividades sobre las cuales se deberán centrar los esfuerzos en construcción de nuevas capacidades en Antioquia. En la cuarta parte el Capítulo IV se presentan los productos y tecnologías de futuro, para nueve de las actividades claves para la Antioquia del futuro que fueron

<sup>3</sup> Fundación ECSIM. "Procesos de desarrollo en el mundo. Construcción de las capacidades y habilidades sociales".

- La Productividad y la Innovación en los procesos de desarrollo -estudio en países de crecimiento acelerado y comparativo con países latinoamericanos-. Documento elaborado para el Movimiento de Productividad. 2002



# SI ANTIOQUIA APRENDE, HABRÁ FUTURO

Aproximación a una Agenda de Innovación y Desarrollo Científico y Tecnológico para Medellín y Antioquia

estudiadas, de las quince consideradas como actividades clave de futuro. Lo referente al sector de la Medicina antioqueña, por sus características y tipos de estudios realizados, se presentará en un documento particular y complementario a éste.

Por último, en el Capítulo V se discuten las condiciones y actuaciones de los actores dirigidas a la construcción de la Agenda. Se formulan allí, para a los distintos actores sociales responsables directa o indirecta del futuro de la región, un listado de carácter general de las acciones a desarrollar que crean condiciones favorables de entorno para la implementación de las iniciativas de Agenda.

Este primer reto de carácter regional, se presenta en términos de orientar y/o transformar las capacidades hacia futuro; lo que sólo será posible de afrontar si el proceso continua enriqueciéndose con una discusión permanente, con los aprendizajes con los grupos de investigación y empresarios. El ejercicio básicamente lo que establece son unas orientaciones y direcciones de potenciales acciones, pero son los actores mismos del desarrollo a quienes corresponde, entorno a interrelaciones y proyectos concretos, ir construyendo la realidad.

**RAFAEL AUBAD L.**

Director

Centro de Ciencia y Tecnología de Antioquia

**DIEGO FERNANDO GÓMEZ**

Director

Fundación Ecsim

Medellín, Colombia.

Noviembre de 2004



## I PRIMER REFERENTE: LOS APRENDIZAJES DESDE LAS EXPERIENCIAS EXITOSAS DE DESARROLLO

Trabajos previos al proyecto de Agenda relacionados con los procesos de desarrollo en 15 países, han servido de evidencia empírica y base de un discurso académico acerca de la importancia de la ciencia y la tecnología en la generación de dinámicas virtuosas de crecimiento. En los países de crecimiento acelerado, las acciones y políticas desarrolladas en ciencia, tecnología e innovación, con una estrecha articulación entre estado, empresarios, generadores de conocimiento y tecnología y agentes financiadores, han sido la base en la construcción de nuevas capacidades de la sociedad; las cuales sirvieron a las necesidades competitivas del sector productivo en general, a la consolidación y modernización en unos sectores, y a la incursión en nuevos productos de mayor valor agregado -de amplia aceptación y pertinencia tanto a nivel nacional como internacional- en particular. Los resultados de este proceso se vieron reflejados en altas tasas de crecimiento, y en amplios beneficios para la sociedad como un todo.

Las conclusiones de estos trabajos pueden resumirse de la siguiente manera: los países que han logrado mejoras significativas en términos de la innovación progresos técnicos que incluye tanto avances tecnológicos, como invención de nuevos productos- y mejoras continuas de la productividad<sup>4</sup>, obtuvieron un notable aumento y diversificación de sus exportaciones, y altas tasas de crecimiento económico. Esas altas tasas de crecimiento, reflejadas en elevados niveles de ingreso per cápita, significaron la transformación del consumo. Y por último, todo este proceso condujo a importantes transformaciones sociales.

La productividad no sólo tiene dimensiones económicas sino también sociales, y su fin último es mejorar la calidad de vida de las personas. Así, los beneficios de las mejoras en la productividad se expresan en mayores niveles de competitividad, en mayores niveles de producto, y finalmente en mayores beneficios para todos. Para las compañías, los incrementos de la productividad significan altas ganancias; mayores ganancias hacen posible reinvertir y expandir los negocios, mejorando la capacidad

tecnológica y generando nuevo empleo. Para los empleados, las ganancias toman la forma de salarios y bonificaciones altos, más beneficios, mejor ambiente de trabajo y seguridad laboral. Para los consumidores, las ganancias de la productividad se expresan en el acceso a bienes y servicios de mejor calidad, y a bajos precios. Para la sociedad como un todo, ésta se traduce en altos estándares de vida, en una disminución de los efectos de la inflación, en mayores tasas de empleo, en una mayor capacidad adquisitiva de las personas, y un mejor ambiente y servicios comunitarios.

El principal indicador del nivel de productividad social es el PIB per cápita. Los países que han logrado establecer su ventaja competitiva en bienes de mayor valor agregado, que incorporan mayor tecnología y conocimiento, cuentan hoy en día con los mayores niveles de PIB per cápita. Éste, en países como Irlanda, Singapur o España supera los US\$17.000, en tanto que países como Colombia, en el que no se ha avanzado en ese tipo de bienes, es inferior a los US\$ 2.500 (de acuerdo con información del Banco Mundial para el año 2002) lo que puede verse en el Gráfico 1<sup>6</sup>.

Son diversos los factores que influyen sobre la productividad, sin embargo la asimilación de la innovación es un determinante fundamental del crecimiento a largo plazo de la productividad. De acuerdo con el Esquema 1, el aumento del numerador (producto) tiene origen en el aumento de las unidades producidas, que incrementan el valor del total producto; pero a largo plazo el crecimiento de ese producto sólo será sostenible a través del mayor valor agregado incorporado en los bienes y servicios producidos. Los efectos de la innovación no solo dependen de su incidencia en las ramas productivas intensivas en el uso de las nuevas tecnologías sino también, en gran medida, de la capacidad del tejido empresarial para incorporar los avances en el conocimiento, absorber el progreso técnico y adaptar sus procesos productivos, la gestión de los recursos humanos y las estrategias corporativas<sup>6</sup>.

4 En su sentido más amplio, debe entenderse como la capacidad de generación de valor que tienen los individuos de una sociedad. En aproximaciones más específicas se entenderá como la cantidad de producto que se genera en un sector con una dotación de recursos dada.

5 A dólares constantes de 1995. Banco Mundial. World Development Indicators, Database.

6 Informe Anual 2001. Banco de España.

## Esquema 1 Definición de Productividad



La naturaleza de las ventajas competitivas de los bienes y servicios producidos en una economía, determinan el beneficio que cada uno de ellos aporta a la sociedad. Así, mientras los sectores intensivos en mano de obra o capital sólo ofrecen una retribución normal a sus factores, los sectores innovadores intensivos en tecnología y conocimiento ofrecen rentas monopolísticas<sup>7</sup> o Schumpeterianas transitorias derivadas de la innovación. Además de brindar también externalidades como por ejemplo, mejorar la calificación de la mano de obra o expandir el conocimiento tecnológico.

De esta manera, los países de crecimiento acelerado, que han basado su crecimiento en la innovación, han derivado sus altos niveles de ingreso principalmente de la participación en las rentas de cuasi monopolio del conocimiento. Es por esto que la tarea de los países en desarrollo, dentro de las dinámicas de crecimiento, es identificar cómo detectar esas rentas, y una vez identificadas cómo insertarse en esos mercados; la Agenda busca aportar a este proceso de identificación en la Región.

<sup>8</sup> Las diferencias que se generan entre los sectores a partir de sus fuentes de ventajas competitivas hacen que el desarrollo de los mismos traiga consigo distintos niveles de beneficio social. Mientras que algunos sectores sólo ofrecen una retribución normal a sus factores, otros ofrecen rentas monopolísticas o schumpeterianas (en el caso de las economías de escala o de los monopolios transitorios derivados de la innovación), brindan externalidades, o dan lugar a tasas de crecimiento de la productividad (y por lo tanto del ingreso per cápita) mayores, ejemplo: industria farmacéutica.

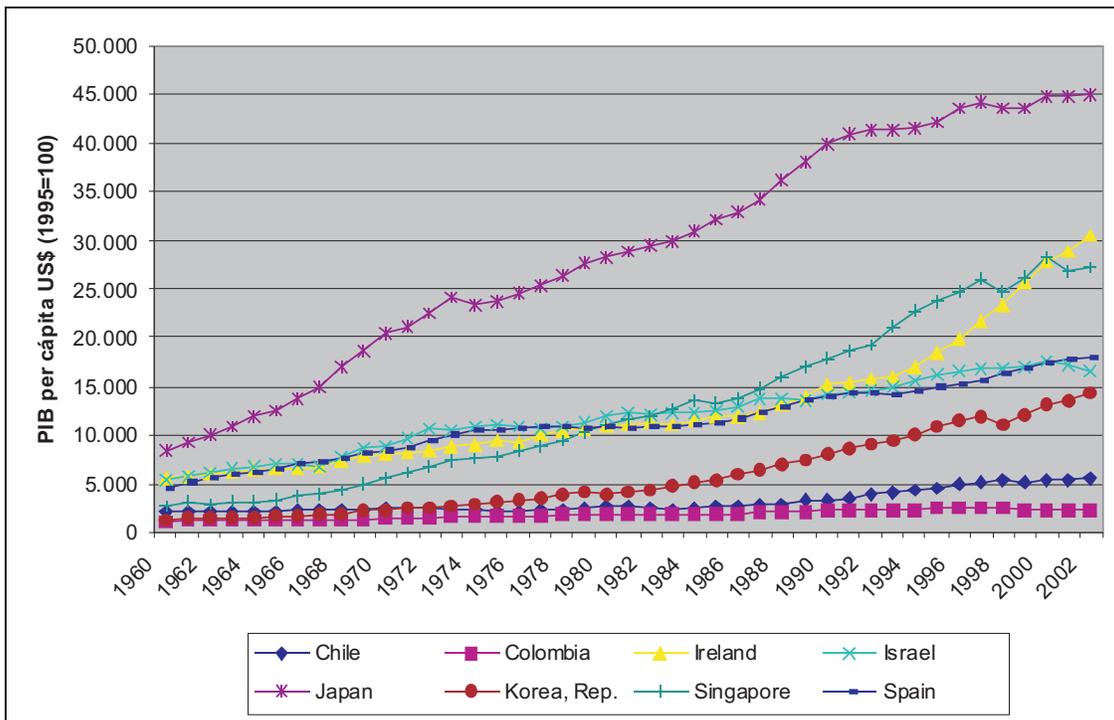
**CARACTERÍSTICAS MÁS GENERALES DE LAS EXPERIENCIAS ESTUDIADAS**

**La cuota inicial en la construcción de dinámicas de crecimiento endógeno.**

Las diferencias en las etapas de desarrollo en las que se encuentran algunos de los países que han sido objeto de estudio, pueden verse en el Gráfico 1: en términos del PIB

per cápita, existe una amplia brecha entre los países latinoamericanos, y los de reciente crecimiento estudiados; pero esto no siempre fue así, en el año 1960, tal como aparece en el gráfico, las diferencias en los niveles del PIB per cápita no eran tan grandes. Por ejemplo la relación entre el PIB per cápita de Colombia y Japón era de 1 a 7, en tanto que para el 2002 esta relación se amplió de 1 a 19.

**Gráfico 1**  
**Evolución comparada del PIB per cápita**



Fuente: World Development Indicators database

No obstante lo disímiles en aspectos políticos y culturales que contribuyen en la explicación del éxito obtenido por unas economías<sup>9</sup> y del poco dinamismo<sup>10</sup> mostrado por otras, la participación activa y decidida del Estado, tuvo un papel protagónico; sin embargo, es conveniente precisar los objetivos específicos de las medidas adoptadas.

Las estrategias macro en el ámbito político y económico, estuvieron siempre enmarcadas en la estabilidad; la cual propiciaría a su vez un ambiente apto para los negocios. Las medidas adoptadas por los gobiernos -en los países de economías exitosas- a nivel macroeconómico, pueden resumirse como aparece a continuación:

- a) Estabilidad monetaria y fiscal: baja inflación, tasas de interés positivas, y una sana política fiscal.

8 Irlanda, Alemania, Japón, Singapur, Corea del Sur  
 9 Brasil, Colombia, México, Bulgaria

b) Orientación de la economía hacia el sector exportador, como estrategia de crecimiento ante las limitaciones de la demanda interna.

c) Se alentó el ahorro y la inversión privada; a la vez que se direccionó hacia sectores más productivos, promotores de crecimiento.

d) Se alentó la inversión extranjera en la economía. Tanto para la financiación de la industria local como de la infraestructura. Ésta también se constituyó en fuente de transferencia tecnológica y de prácticas empresariales internacionales. El grado de apertura al capital extranjero y el grado de control del Estado sobre los sectores a los que se dirigió la inversión extranjera, varió entre país y país, y en el tiempo.

La estabilidad política y económica fue fortalecida por una alto grado de cohesión social, que es un factor común a pesar de las diferencias existentes a nivel político: sin importar la existencia de un gobierno autoritario (caso Singapur) o democrático (caso Irlanda), en los países exitosos todos los esfuerzos estaban orientados hacia objetivos comunes (construcción de nación) y claros, y todos los actores tenían compromisos bien definidos, pero sobre todo serios.

### **La cuota adicional estratégica: la creación permanente de nuevas capacidades sociales**

La generación de un ambiente propicio para la inversión y los negocios sobre criterios de estabilidad macroeconómica y política, fueron solo las cuotas iniciales en la construcción de unas dinámicas endógenas de crecimiento, cuya esencia estaría en la creación de nuevas capacidades sociales. O lo que es lo mismo, unas dinámicas de crecimiento sostenibles en el tiempo que se fundamentaban en la innovación, en la producción de nuevos bienes y servicios de mayor valor agregado, que significarían amplias ganancias para la sociedad.

Estas dinámicas fueron construidas a partir de dos elementos fundamentales:

a) Énfasis y fomento de la innovación tecnológica. Los gobiernos hicieron un esfuerzo continuo por la modernización tecnológica de la base productiva. También se enfatizó, en determinado momento del tiempo, sobre la necesidad de cerrar la brecha

tecnológica: Japón después de la segunda guerra mundial, y Singapur en 1985 cuando atravesaba por una etapa de diversificación económica.

b) La inversión y mejoras en educación. Una población con altos niveles educativos, y una fuerza de trabajo altamente capacitada, fueron una prioridad en los países de rápido crecimiento. Una vez satisfechas las necesidades en términos de cobertura y calidad para los niveles primario y secundario, los gobiernos de forma conjunta con el sector empresarial, enfatizaron en la ampliación de la cobertura para el nivel terciario: así, para el año 1997 Corea del Sur tenía un porcentaje de cobertura para la población en edad de estudios superiores del 68%; indicador que para Colombia, en el mismo año apenas alcanzaba un 17%. Esa ampliación de cobertura estuvo a su vez acompañada por la extensión de los campos de formación hacia aquellos que respondían a las necesidades y tecnologías futuras.

Una mano de obra calificada se convirtió en uno de los estímulos para la inversión extranjera, y para el desarrollo empresarial doméstico. Este factor es el explicativo del atraso de España respecto al promedio de la Unión Europea. Según estudios, la baja inversión en educación realizada por el gobierno español en la década de los setenta, fue la causa del inferior desempeño de la economía durante esta década y buena parte de los ochenta.

## CIENCIA, TECNOLOGÍA E INNOVACIÓN COMO PROCESOS DELIBERADOS

La transformación de las capacidades de los países y el creciente potencial exportador como estrategia de crecimiento, necesitó de profundas transformaciones en los aparatos productivos, para lo cual fueron necesarias estrategias orientadas a incrementar la productividad, básicamente aquellas relacionadas con la innovación. Todas esas estrategias estuvieron sustentadas y respaldadas en políticas industriales que daban respuesta a las necesidades y desafíos de cada fase de desarrollo. La productividad y la innovación no son factores que las economías exitosas (Japón, Singapur e Irlanda) hayan impulsado después de que cerraron su brecha con relación al mundo desarrollado, son factores que estuvieron presentes y fueron las claves del éxito a lo largo de todo el proceso.

Desde las primeras fases de su industrialización, es decir, desde aquellos momentos en los cuales la industrialización estaba orientada hacia actividades intensivas en mano de obra, los gobiernos de Japón, Singapur, Corea e Irlanda entre otros, tuvieron conciencia de la importancia de introducir mayor valor agregado a los bienes y servicios producidos, y de aprender a hacer otros nuevos, intensivos en tecnología y conocimiento; esto como fundamento de un crecimiento económico sostenido.

Los procesos de aprendizaje de las economías exitosas, fueron todos procesos iniciados de forma deliberada, dentro de un proyecto conjunto de construcción de país.

La conformación de un sistema nacional en ciencia y tecnología, se constituye en una estructura fundamental para una región o país que pretenda avanzar en sus proyectos colectivos de construcción de futuros más promisorios en razón de que el conocimiento ha dado lugar a una economía simbólica o inmaterial, que canaliza los sectores más dinámicos de la sociedad global (Medina, 2001).

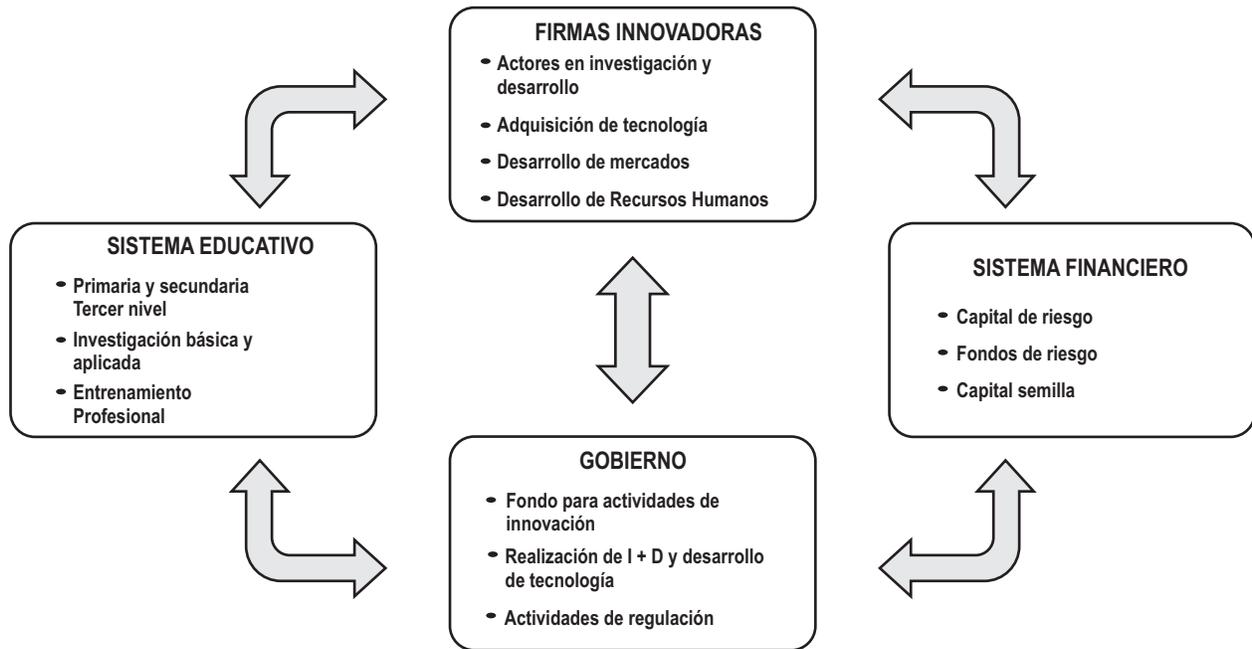
Como ejemplo de los esfuerzos coordinados en construir desarrollo desde el conocimiento se deben mencionar: Corea, donde desde el Ministerio de Ciencia y Tecnología (MOST) se coordinan las actividades en este campo; Reino Unido cuenta con el programa UK Foresight dirigido desde

la Oficina de Ciencia y Tecnología; Irlanda tiene el Irish Council for Science, Technology and Innovation (ICSTI); en Alemania se encuentra el Instituto de Sistemas e Investigación en Innovación (ISI); Japón conformó el Ministerio de Educación, Cultura, Deportes y Tecnología, el cual tiene bajo su dirección el Instituto Nacional de Ciencia y Política Tecnológica (NISTEP); España cuenta con el Observatorio de Prospectiva Tecnológica (OPTI); y Singapur con el National Science and Technology Board (NSTB), del cual dependen 12 institutos de investigación en diferentes ramos, todos relacionados con las áreas tratadas en su último estudio de futuro.

El proceso de innovación endógeno en Irlanda estuvo sustentado por un Sistema Nacional de Innovación (Esquema 2), que contaba con el compromiso esencial de cuatro actores -el gobierno, las firmas innovadoras, el sistema educativo, y el sistema financiero-, y buscaba proporcionar al sector productivo los conocimientos y las tecnologías necesarias para la diversificación productiva y la competitividad. Inicialmente la inversión del Estado en educación estuvo orientada a una mayor cobertura de la educación básica y secundaria; pero además con la participación activa del sector privado, se generaron nuevas habilidades en la población como respuesta a la demanda creciente de una mano de obra calificada para las empresas cuya producción se basaba en conocimiento y alta tecnología.

## Esquema 2

### SISTEMA NACIONAL DE INNOVACIÓN DE IRLANDA



Source: Forfás Survey of Innovation 1993-95

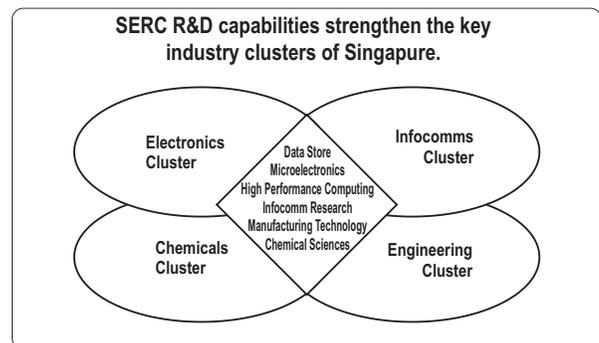
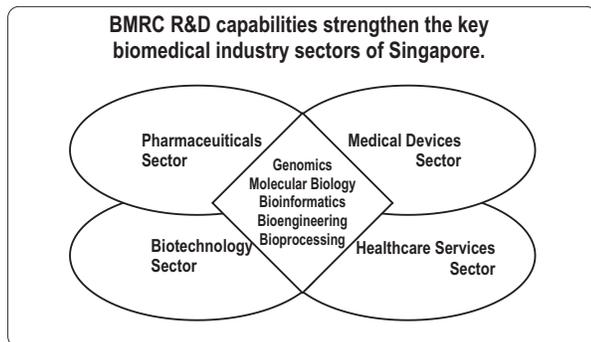
En los Esquemas 3a y 3b, se muestra cómo en Singapur, desde la Agency for Science, Technology and Research, por ejemplo, se promueve la investigación y el desarrollo en las áreas de conocimiento clave para el fortalecimiento de las actividades económicas del país, de mayor demanda de ciencia y tecnología. The Biomedical Research Council (BMRC) fortalece la I&D en áreas como la genómica y biología molecular, las cuales son la base de sectores como el de biotecnología, y farmacéutica. The Science and Engineering Research Council (SERC) por su parte, genera capacidades de I&D para los cluster de ingeniería, electrónica, química y de información y comunicaciones, en áreas como microelectrónica e ingeniería de ciencia de los

materiales.

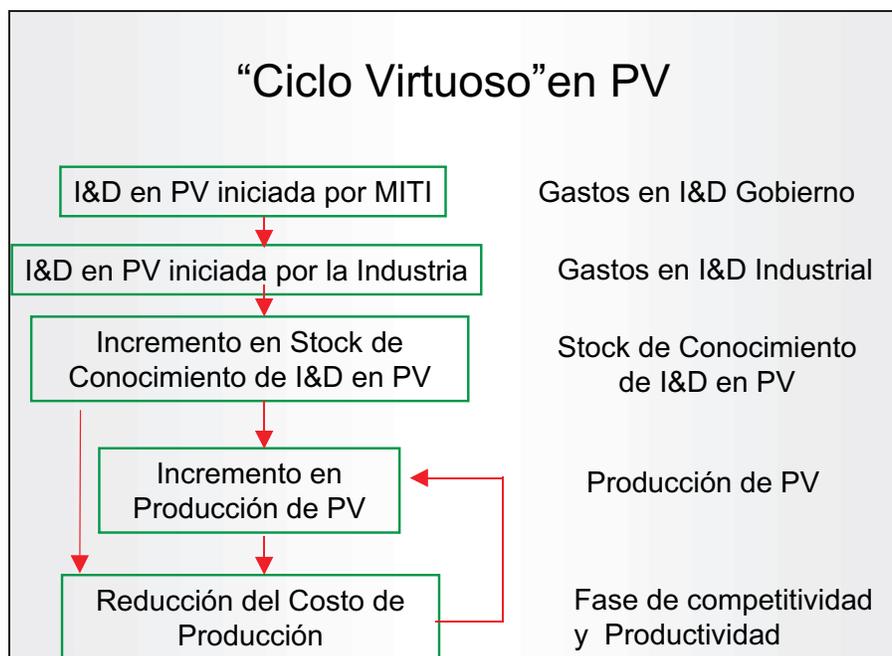
Un ejemplo más específico de procesos deliberados de aprendizaje es el de las celdas fotovoltaicas (PV) en el Japón. En el Esquema 4 puede verse como Japón a mediados de los setenta, inició un círculo virtuoso de innovación en la producción de celdas fotovoltaicas, que comenzó con la generación de I&D desde el Ministry of International Trade and Industry MITI- y posteriormente desde la misma industria; a partir de lo cual se generó el conocimiento necesario para la producción de celdas fotovoltaicas bajo criterios de alta productividad y competitividad.

## Esquema 3a y 3b

### R&D Capability Diamonds of A\*STAR Research Institutes in Singapore



## Esquema 4 Innovación en Celdas Fotovoltaicas en Japón



Original de presentación de Leonardo Barreto  
 Tomado de Watanabe (1999)

Un elemento a destacar en este sentido, es que los esfuerzos de modernización tecnológica fueron vinculados a los recursos domésticos existentes. Por ejemplo en Japón y Singapur, en la primera fase de desarrollo, el factor abundante en la economía era la mano de obra, por lo cual las industrias intensivas en este factor tenían prioridad a la hora de acceder al nuevo conocimiento tecnológico. No obstante, parte de la nueva tecnología estaba también orientada al desarrollo de nuevos sectores, en los cuales se podía explotar la brecha tecnológica.

Las fuentes de tecnología fueron diversas: Japón más que Singapur, por ejemplo, importó conocimiento y tecnología de occidente y mandó ciudadanos a aprender de esa cultura; y la inversión extranjera como fuente de transferencia tecnológica fue de suma importancia en el caso irlandés. Pero el aspecto más importante en cuanto a modernización tecnológica fue que la incorporación de tecnologías desarrolladas afuera, estuvo acompañada de

esfuerzos tecnológicos propios, que fueron promovidos a partir de mayores niveles de inversión en investigación y desarrollo.

### Los indicadores de avance científico y tecnológico

Algunos indicadores de ciencia y tecnología para los países analizados, pueden leerse de la Cuadro 5. De acuerdo con estos datos publicados por el Banco Mundial, en Irlanda, Israel y Corea los niveles de inversión en Investigación y Desarrollo, son superiores a los registrados en España, y no comparables a los registrados en Colombia. Otro indicador que da cuenta de la actividad científica es el número de personas involucradas en actividades de I&D: mientras en Corea con una población de 47.6 millones- en el 2001 había 2138 científicos e ingenieros por millón de personas, en Colombia para el mismo año, solo había 324.

## Cuadro 5

### Algunos indicadores de Ciencia y Tecnología. 2001

	IRLANDA	ISRAEL	COREA DEL SUR	ESPAÑA	COLOMBIA
Población (millones)	3.8	6.4	47.6	39.5	43
PIB per cápita (US\$)	23060	16710	9400	14860	11910
Participación en educación terciaria 1997 (%)	41	41	68	51	17
Científicos e ingenieros involucrados en I&D (por millón de personas)	2132.2	1569.7	2138.6	1561.9	324
PIB por cada científico o ingeniero involucrado en I&D*	10.82	10.65	4.4	9.51	5.9
Gasto de I&D (%PIB)	1.5				
Gasto total en TIC (millones de US\$)	6523	—	32301	30366	10434
TIC como porcentaje del PIB	6.2	7.4	7.4	5.1	1.2
TIC per cápita (US\$)	1704.4	—	676.3	768.5	230.9

#### El Respaldo de la Política Industrial

Las políticas industriales implementadas por las economías, si bien tuvieron carácter mixto ya que se incluyeron estrategias de carácter horizontal como las mencionadas anteriormente relacionadas con la educación y también algunas de modernización tecnológica-, en estas predominaron las estrategias de tipo vertical o selectivas. Los gobiernos promovieron sectores específicos, con lo cual se pretendía o bien consolidar una etapa de desarrollo, o empezar a avanzar en el escalón siguiente; pero todo ello justificado en el análisis de las condiciones del mercado interno, del externo, y de la posición competitiva del país. Así

por ejemplo, cuando la mano de obra en Singapur era escasa y los salarios eran superiores a los de otros competidores con mano de obra abundante, el límite al crecimiento de la mano de obra, y la pérdida consecuente de una ventaja competitiva, obligó al gobierno de Singapur a promover en la década de los 80 nuevos sectores intensivos en capital y en tecnología; para los 90, los sectores claves pasarían a ser la industria de la electrónica y las tecnologías de la información, ambas intensivas en conocimiento (Gráfico 2). El sentido de ser competitivos en estos países ha tenido una estrecha relación con el mayor valor agregado de sus productos, más que con la reducción de los costos.

### Gráfico 2

#### Trayectoria del Desarrollo Económico de Singapur



Fuente: construcción de los autores

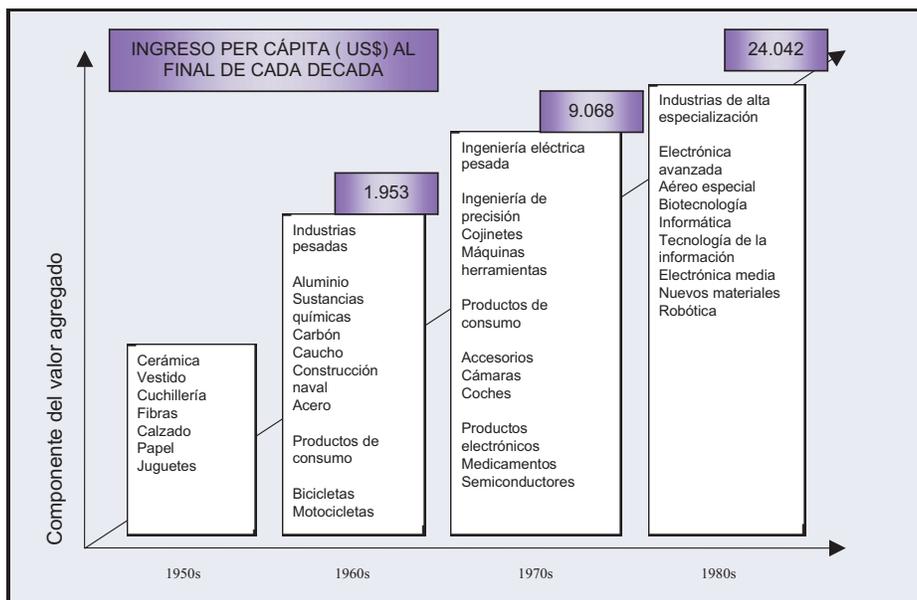
Otro ejemplo de lo anterior es el caso de Japón, que en treinta años pasó de tener una industria intensiva en mano de obra que producía bienes de consumo final para el mercado interno (tales como acero, cemento y textiles, entre otros), a una economía intensiva en tecnología y conocimiento dedicada a actividades como: biotecnología, electrónica avanzada, aeroespacial, entre otras (Gráfico 3).

La promoción de sectores específicos incluyó un conjunto heterogéneo de estrategias que comprendía, entre otras: los estímulos fiscales, el direccionamiento de la inversión, el fomento de la innovación tecnológica, y programas piloto de empresas basadas en nuevo conocimiento. Otro factor clave y concurrente a través de las economías fue la

capacitación continua de la fuerza laboral en nuevas habilidades, que respondieran tanto a las necesidades de los sectores predominantes como a aquellos de potencial crecimiento.

La estrecha coordinación entre el sector público y privado fue uno de los elementos relevantes de las políticas industriales. Para los tres países sobre los cuales se ha hecho referencia, la modernización de la base productiva se ha presentado como un objetivo nacional. Esto se dio de una forma mucho más clara en Japón, donde los conglomerados financieros tuvieron un papel predominante por su influencia sobre: el acceso al capital, la importación de tecnología, y el desarrollo industrial.

### Gráfico 3 Transformación de la Industria Japonesa



Fuente: El Caballo de Troya Japonés. Barrie James  
Tomado de: Japón, Alemania y la crisis norteamericano. Álvaro Salgado, 1992

#### Una política exportadora

Los incrementos de la productividad, explicados principalmente por una fuerza de trabajo altamente capacitada y por la innovación, generaron fuertes ventajas competitivas. Lo cual obviamente incrementó el nivel de exportaciones y finalmente las tasas de crecimiento de las economías con fuerte orientación al mercado externo.

A excepción de Japón, que contaba con un amplio mercado interno, las economías en las que se produjeron los llamados milagros, disfrutaron aumentos importantes de las exportaciones, los cuales estuvieron sustentados por una diversificación de las exportaciones (y por ende de

su estructura productiva), hacia productos de mayor valor agregado. Irlanda y Singapur, por ejemplo hoy día son economías que producen bienes intensivos en conocimiento y capital humano.

Esto no sucedió en Latinoamérica donde a nivel general, no se puede hablar de una diversificación de la base productiva importante. Para el caso colombiano, las reformas que se iniciaron a finales de los ochenta y que tenían como objetivo hacer de las exportaciones el motor de la economía, no dieron los resultados esperados. El crecimiento de la economía en la primera mitad de los noventa estuvo explicado por un aumento de la demanda interna. Esto debido a que el patrón de especialización

desarrollado por la economía, en el que se destaca el crecimiento relativo de los sectores de bienes de consumo y la pérdida de participación de los sectores de bienes intermedios y de capital, resultó poco favorable ante la competencia internacional. Hoy todavía no se ve una clara tendencia hacia sectores más intensivos en tecnología y conocimientos, que permitan un mayor valor agregado.

### Mayor y mejor bienestar para todos.

Los procesos exitosos de desarrollo experimentados por Japón, Singapur e Irlanda, estuvieron basados en la transformación de las capacidades de toda una sociedad para la generación de bienes de mayor valor y por ende en la inclusión de una mayor cantidad de individuos a la generación

del bienestar; todo lo cual estuvo fundamentado en el conocimiento, la innovación, la ciencia y la tecnología.

Los resultados de ese proceso, expresados en altas tasas de crecimiento del PIB y del PIB per cápita, se tradujeron en mayores niveles de empleo, en el aumento de los salarios, y en el aumento y la diversificación del consumo final. Los beneficios para las sociedades de los países exitosos pueden leerse del Cuadro 1, el cual muestra las variaciones en el nivel de ingreso per cápita y en el Índice de Desarrollo Humano IDH- entre 1975 y en 1998: los altos valores del IDH incluye desde aumentos en el PIB per cápita, hasta incrementos en la esperanza de vida y en los niveles de educación de la población.

## Cuadro 1

Tendencias del índice de Desarrollo Humano y el PIB per cápita

País	Rango HDI 2001	IDH	IDH		PIB per cápita US\$ (PPA)	
			1975	2001	1975	2001
Islandia	2	0,86	0,942	5920	29.990	
Estados Unidos	7	0,861	0,937	7530	34.320	
Japón	9	0,851	0,932	5220	25.130	
Irlanda	12	0,816	0,930	3140	32.410	
Alemania	18	..	0,921	5660	25.350	
España	19	0,817	0,918	4410	20.150	
Israel	22	0,804	0,905	4700	19.790	
Singapur	28	0,719	0,884	2450	22.680	
Republica de Korea	30	0,687	0,879	1310	15.090	
Hungría	38	0,775	0,837	2990	12.340	
Chile	43	0,7	0,831	1320	9.190	
México	55	0,688	0,800	2330	8.430	
Colombia	64	0,657	0,779	1610	7.040	

PPA: Precios de paridad de Adquisición.  
IDH: Índice de Desarrollo Humano.  
PIB per capita: Producto interno bruto por habitante.

### LOS ESTUDIOS DE FUTURO, OTRA CARACTERÍSTICA DESTACABLE DE LAS EXPERIENCIAS EXITOSAS DE DESARROLLO

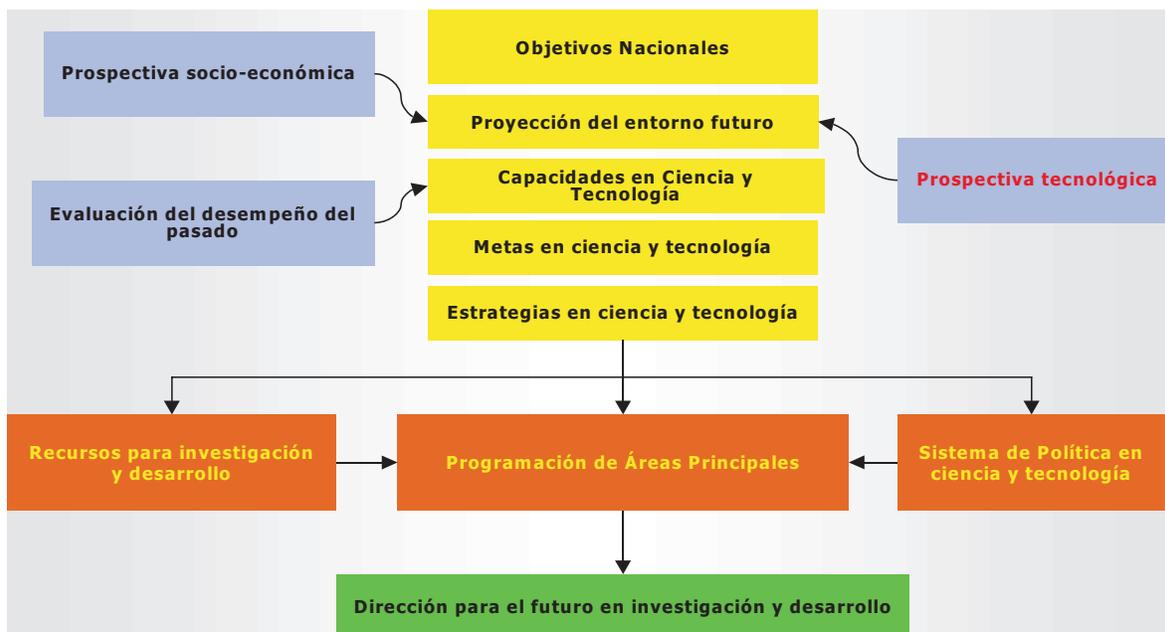
Los países con un alto desarrollo económico y científico presentan un elemento en común: hay una decisión de construir futuro, y la planeación a largo plazo como proyecto colectivo, es su instrumento para avanzar en un proceso de mundialización y globalización -que es más conflictivo y desigual de lo que se preveía-.

Esto ha significado un esfuerzo conjunto del sector privado, el Estado y la academia. Como resultado del trabajo colectivo han elaborado políticas de innovación que han

generado las estructuras necesarias para soportar las actividades de investigación y desarrollo, como son los centros, agencias e institutos, los cuales están encargados de llevar los resultados de investigación y desarrollo -en unión con el sector privado- a aplicaciones concretas que suplan las necesidades del sector productivo del país, todo en torno a los objetivos nacionales propuestos con anterioridad.

Uno de los casos de planificación de país con objetivos nacionales es Corea del Sur. En el Esquema 5 se presentan las actividades de ciencia y tecnología donde el primer paso es la definición de objetivos nacionales, y para su cumplimiento se cuenta con herramientas como las de estudios de futuro socioeconómicos y de tecnología.

## Esquema 5 Planeación de las actividades de CyT Caso Corea



Fuente: Shin, Taeyoung. Technology Forecasting and S&T Planning. Seoul.

En las dinámicas complejas de evolución del mundo, las sociedades tienen posibilidad de tener o construir diversos futuros. La opción adecuada es optar por construir de manera deliberada el futuro que desea, y direccionar sus esfuerzos de construcción colectiva para alcanzar el escenario objetivo. En ese proceso se deben identificar las acciones a seguir, y planificar los programas, proyectos y actividades. Las herramientas de preVisión y construcción de futuro pretenden manejar la complejidad, hacer pedagogía social, crear los consensos y establecer el camino a seguir de tal manera que los estamentos de la sociedad trabajen en pro de un mismo objetivo.

La herramienta de estudios de futuro o de prospectiva ha sido desarrollada y aplicada exitosamente por países como España, Reino Unido, Irlanda, Corea, Singapur, Alemania, Japón entre otros. El caso de Japón es de resaltar: el gobierno japonés ha realizado un ejercicio de prospectiva tecnológica desde 1971, en la actualidad se tienen los resultados de la quinta ronda con un horizonte de tiempo al 2030, donde se establecen las áreas prioritarias de investigación y desarrollo; ciencias de la vida, tecnologías de la información, y ciencias de la tierra y tecnologías del medio ambiente.

En el Gráfico 4, se encuentran las áreas en las cuales se centraron los estudios de los siete países analizados en el

proyecto de Agenda. Un primer grupo muestra las áreas de mayor interés de desarrollo por parte de los países: información, tecnologías de la comunicación y electrónica, en la cual se dan importantes desarrollos y múltiples aplicaciones en los últimos años; materiales y procesos industriales, que es un área de gran impacto por su capacidad de generación de valor agregado en los procesos industriales de manufactura, y por el desarrollo de nuevos materiales para todas las industrias. El área de salud y ciencias de la vida se ubica como la tercer área de mayor interés: el bienestar del hombre y la expectativa de vida han aumentado gracias al estudio en este campo, y más específicamente a la posibilidad de alcanzar la cura para diversas enfermedades mortales como el cáncer y el SIDA. Por sus características, las tres áreas mencionadas presentan amplias posibilidades en el desarrollo de nuevos productos y servicios.

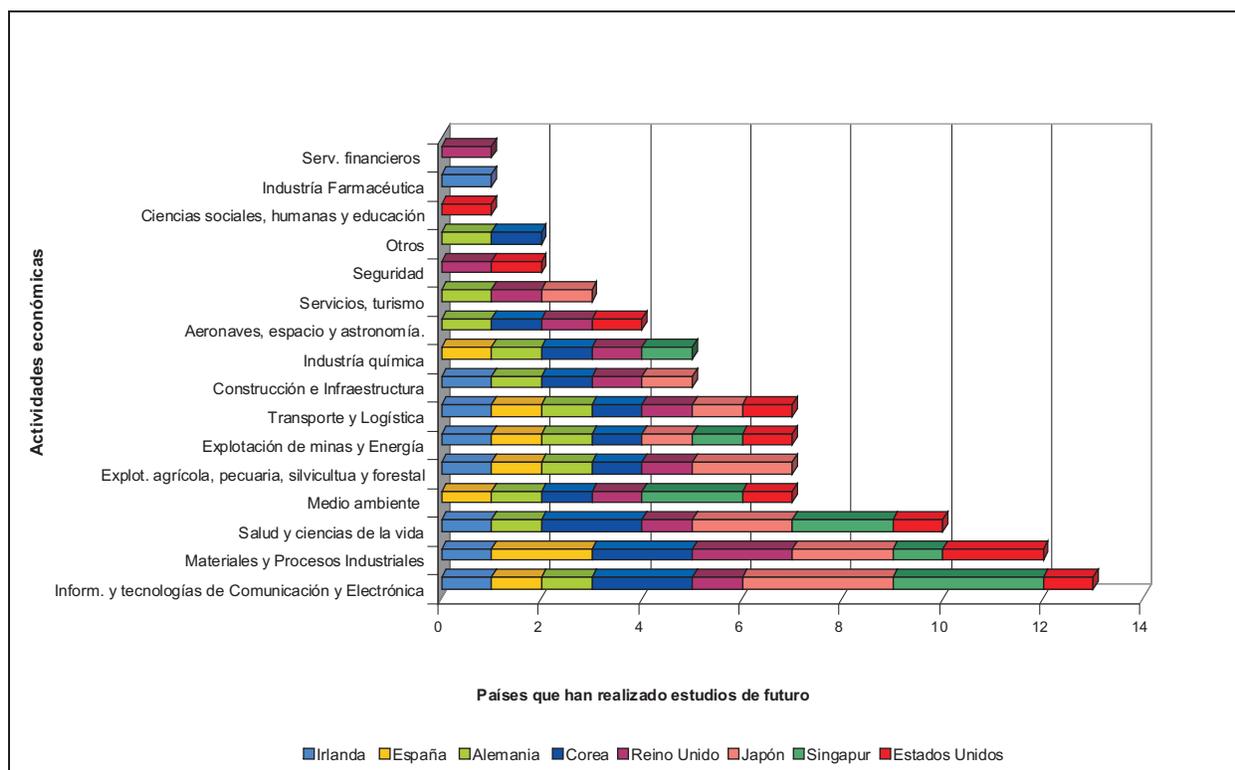
En segundo orden de importancia se encuentran las áreas de explotación agrícola, pecuaria, silvicultura y forestal; explotación de minas y energía; y transporte y logísticas. Estas son actividades que a pesar de ser en su gran mayoría del sector primario de la economía, involucran innovaciones como la biotecnología, y nuevos materiales y procesos de manufactura entre otros, para darle mayor valor agregado a sus productos finales. El área de medio ambiente, es considerada un área transversal ya que todas

las actividades humanas afectan los recursos naturales, y por tanto se debe buscar nuevas tecnologías para minimizar los impactos.

En cuanto al área de construcción e infraestructura, ésta presenta un componente importante y es la financiación del Estado. Se habla de legislación adecuada para fortalecer el papel del Estado en el mantenimiento y

construcción de nueva infraestructura para bienestar de los ciudadanos, y para propiciar la inversión en una región específica. En cuanto al área de la industria química, esta presenta un alto valor agregado y demanda recurso humano altamente calificado para desarrollar investigación de frontera; de otro lado, esta requiere financiarse por medio de capitales privados o de riesgo.

**Gráfico 4**  
**Principales Actividades a Desarrollar**  
**Estudios y Planes de Futuro de Países al 2020**



Aunque las áreas restantes presentan un número menor de estudios de futuro por parte de los países, no se puede ignorar su importancia y demanda de ciencia y tecnología. Los desafíos que presentan en la apertura de mercados y en innovación de productos, las convierte en áreas jalonadoras de otras más básicas. Por ejemplo, el área de aeronaves, espacio y astronomía demanda conocimiento de las áreas de electrónica, procesos de fabricación, mecánica de fluidos, comunicaciones, materiales, entre otros. De igual forma, los servicios financieros requieren para sus servicios desarrollos avanzados en seguridad electrónica, rapidez en las comunicaciones y verificaciones. En algunos casos estas áreas, si se miran con más detenimiento, podrían considerarse como áreas portadoras de futuro.

Se hace evidente entonces que los resultados de los estudios de futuro, son una base sólida que permite a los países establecer sus prioridades y formas de trabajo para alcanzar los objetivos del proyecto colectivo de una sociedad; a la vez que se identifican las tendencias de los desarrollos tecnológicos, que si bien en algunos casos no será posible alcanzar por su estado de madurez, advertirán sobre los efectos en los mercados, y por tanto será posible anticipar las consecuencias sobre la economía de la región.

En los estudios de futuro analizados, también se evidencia la importancia de la actividad exportadora y de la capacidad de integración al proceso de globalización que está sufriendo la economía; para ello los países deben estar

preparados para mantenerse a la vanguardia en la producción de conocimiento y tecnología, o para apropiarse de los conocimientos generados por otros; que posteriormente serán utilizados para lograr un valor agregado importante en los productos nativos del país.

Existen además estudios especializados realizados por instituciones líderes del desarrollo científico y tecnológico mundial, que dan indicios de actividades portadoras de futuro, tal es el caso del Instituto Tecnológico de Massachussets - MIT y publicado en su revista virtual Technology Review. Al respecto enuncia las siguientes tecnologías:

- **Glycomics:** se dedica al estudio de los azúcares producidos por el cuerpo, dichos componentes tienen usos en la medicina, se pueden usar en tratamientos de artritis reumatoidea hasta cáncer.
- **Grid Computing:** protocolos de malla que permitirían unir bancos de datos, simulación y herramientas de la visualización: por medio del protocolo de grid permite acceso e invocación de cualquier recurso on line al mismo tiempo que construye todos los resguardos de seguridad y autenticación.
- **Ingeniería de Tejido inyectable:** el reemplazo de coyuntura de rodilla o cadera actualmente se realiza por medio de cirugía con un injerto artificial, se pretende con esta tecnología cambiar la cirugía por un tratamiento, en el cual se inyecta en la coyunturas una mezcla especial de polímeros, células y estimuladores de crecimiento que solidifican y forman un tejido saludable.
- **Mecatrónica:** aplicada en la industria automotriz, como aplicación especial en el sistema de frenos. En los próximos cinco a 10 años, activadores electromecánicos reemplazarán los cilindros hidráulicos; alambres reemplazarán las líneas de líquidos; y el software mediará la acción del pie del conductor y la acción de detención del auto.
- **Molecular Imaging:** es la unión de varias técnicas que permiten a los investigadores ver los genes, proteínas y otras moléculas trabajando en el interior del cuerpo. Gracias a esto los investigadores pueden estudiar las interacciones moleculares que subyacen en los procesos biológicos.
- **Nano celdas solares (Nano Solar Cells):** se pretende usar la nanotecnología para producir una materia de fotovoltaica que pueda esparcirse como plástico (envuelta o pintura). Además de su capacidad integradora, se espera que su proceso de producción sea ostensiblemente más económico que los procesos actuales.
- **Nano impresión Litografía:** actualmente los medios para la fabricación de nanotecnología tienen un costo

elevado. Se encuentra en desarrollo una técnica de estampación sobre silicio y metal de las características deseadas de hasta 10 nanómetros, mediante el destello de un poderoso láser sobre la superficie.

- **Criptografía Cuántica:** tecnología de transmisión de datos con la cual cualquier intento de espionaje podrá ser detectado. La tecnología se fía de la física del quantum, que aplicada en dimensiones atómicas permite que cualquier tentativa de observación del sistema inevitablemente lo alterará. El sistema del prototipo incluye un generador de números al azar (esencial para crear una llave de descifrado) y los artefactos que emiten y disciernen los fotones individuales de la luz que compone la señal del quantum.
- **Wireless Sensor Networks:** redes de sensores inalámbricos

## Una breve conclusión

En este capítulo se ha expuesto cuidadosamente la forma cómo las economías de reciente crecimiento acelerado generaron los espacios y las condiciones propicias que desencadenaron procesos endógenos de desarrollo. La estabilidad política y económica, en una fase inicial, despejaron el camino para que de manera deliberada y concertada se emprendieran acciones encaminadas a crear nuevas ventajas competitivas. La ciencia, la tecnología y la innovación, y por ende la educación fueron el centro de dichas acciones: el compromiso multiestamental (gobierno-empresa-academia-sector financiero) con la C&T, los altos niveles de inversión en I+D, una alta tasa de cobertura en educación superior, son apenas algunos de sus indicadores.

Todos esos esfuerzos buscaron, como objetivos intermedios, la diversificación de la estructura productiva hacia sectores y productos de alto valor agregado, con alto potencial exportador, como prerrequisitos de altas tasas de crecimiento, y de un desarrollo equitativo y sostenible en el tiempo.

Los detalles sobre la estructura productiva y exportadora, resultado de los procesos anteriormente expuestos, se presentan en el siguiente capítulo.

## II SEGUNDO REFERENTE: ESTRUCTURA PRODUCTIVA DE EXPERIENCIAS EXITOSAS DE DESARROLLO VIS A VIS DE ESTRUCTURA PRODUCTIVA DE ANTIOQUIA

Para tener otros puntos de referencia sobre la sociedad que podría consolidarse, y hacia dónde deben enfocarse los esfuerzos promotores de desarrollo si se quiere tener un mayor porcentaje de la población integrada a la generación de bienestar, se analizó la estructura productiva, exportadora y de empleo de un grupo de países; los cuales presentan un ingreso per cápita entre los 9.000 y 16.000 dólares de ingreso, que son considerados por el Programa de las Naciones Unidas para el Desarrollo, como países de ingreso alto: Irlanda, España, Corea del Sur e Israel. Los mismos que fueron considerados, bajo la perspectiva de decisiones colectivas y de políticas de desarrollo, en el capítulo anterior.

Contrario a dicho capítulo, que presentaba los procesos deliberados y condiciones favorables generadas para el desarrollo social y económico en economías de desarrollo reciente, el presente capítulo hace énfasis en los resultados obtenidos. Se parte de la evidencia que dichos países poseen una economía sustentada en una mayor escala tecnológica, que además, disfrutaban de una población altamente capacitada, y cuentan con un sector privado que propende por la mayor generación de valor agregado como estrategia competitiva.

### ¿QUÉ PRODUCEN, QUÉ EXPORTAN, Y EN QUÉ SE OCUPA LA POBLACIÓN EN ECONOMÍAS CON INGRESO PER CÁPITA ENTRE LOS 9.000 Y 16.000 DÓLARES?

Irlanda, al igual que Japón y Singapur, ha mostrado un notable desempeño económico que lo ha hecho merecedor del calificativo de “milagro”, y es comparado con esos países como el “tigre celta”. A pesar que Irlanda emprendió un proceso de industrialización tardío, en comparación con el promedio europeo, en una década pasó de ser una economía intensiva en recursos naturales (con un papel protagónico de la agricultura), a una economía intensiva en tecnología y conocimiento, con una fuerte orientación exportadora. Entre 1987 y el año 2000, la economía irlandesa creció a una tasa promedio anual del 7%, y alcanzó tasas hasta del 11.5%.

España<sup>11</sup>, tal como Irlanda, inició un proceso de industrialización tardío, impulsado por la vinculación a la Unión Europea en 1987, y a pesar de que ha presentado un crecimiento importante (el PIB per cápita creció aproximadamente 11 veces entre 1970 y el 2000), las tasas han sido inferiores a las registradas en la economía irlandesa. De otro lado, la estructura de la economía española que estaba basada en manufactura básica, cambió hacia manufactura intensiva en tecnología.

Como uno de los cuatro Dragones de Asia Oriental, la República de Corea ha registrado un importante crecimiento económico: de un PIB per cápita de US\$ 1.347 en 1963, excedió los US \$ 14200<sup>12</sup> en 2002; uno de los países más pobres del mundo una generación atrás, es ahora uno de los mayores socios comerciales de Estados Unidos, y la economía número 27 en la clasificación del PNUD en 1999. En treinta años, la composición del PIB se modificó de manera significativa: mientras en 1970, la manufactura y la agricultura representaban cerca del 60% del PIB, para el año 2001, la primera representó el 52%, en tanto que la segunda disminuyó su participación al 3%.

Israel tiene una economía industrial diversificada y tecnológicamente avanzada, de propiedad substancialmente gubernamental, que compite en muchos aspectos con las de Europa Occidental. Así lo reconoció el FMI en 1997, cuando reclasificó a Israel como una economía industrial en lugar de economía en desarrollo. El crecimiento económico de Israel sobre la década pasada, fue impulsado fundamentalmente por la industria de alta tecnología, el turismo, el sector textil y la industria química.

En estos países existe una serie de sectores comunes, con las mayores participaciones en la industria manufacturer (Cuadro 2): químico, maquinaria y equipo eléctrico, equipo y componentes electrónicos; aparece también con una participación importante dentro del PIB, el sector de alimentos, con un alto grado de sofisticación tecnológica y focalizado en alimentos procesados. De otro lado, la industria básica (referida principalmente a aquella intensiva en mano de obra y recursos naturales) ha perdido importancia dentro del producto industrial, principalmente:

11 Este país, a pesar de no haber presentado tasas de crecimiento tan notorias, desde la década de los noventa ha logrado importantes avances, sustentados en la planeación a largo plazo, y en el compromiso de todos los actores con la diversificación productiva como estrategia de crecimiento; por lo cual representa un ejemplo importante para los países en desarrollo que están trabajando en la elaboración de estrategias de crecimiento a largo plazo.

12 Dólares constantes de 1995. Fuente: World Development Indicators Online, Banco Mundial.

textiles, confecciones, y metalúrgico, entre otros.

No obstante, dentro de este conjunto de países existen diferencias que radican fundamentalmente en el origen y uso de capital humano y la tecnología dentro de cada economía. Irlanda se mueve en la frontera tecnológica y genera nuevo conocimiento, lo que se constituye en la base de su estrategia competitiva. En su estructura productiva predominan la industria manufacturera y el sector servicios; y al interior de la primera, los sectores líderes son el químico, computadores y software, y equipo óptico; los sectores de alimentos, bebidas y tabaco, y el de madera también tienen una participación alta, pero con alta tecnificación.

Al igual que Irlanda, Israel es considerado un líder en tecnología a nivel mundial, y su economía se basa en el conocimiento. En su industria manufacturera predominan la química, el equipo eléctrico, electrónico y de precisión, y el de alimentos y bebidas. Se destaca la importancia de sectores más innovadores e intensivos en conocimiento.

España y Corea, son países que si bien han hecho avances significativos referentes a la brecha tecnológica con relación a los países desarrollados, muestran una mayor dependencia del conocimiento generado fuera. En estos, la industria manufacturera tiene una alta participación en el PIB, y dentro de esta predominan los productos metálicos y el equipo de transporte, el químico y el de equipo eléctrico y electrónico; estos últimos con participación mayor en Corea del Sur.

Colombia en cambio presenta una economía en la cual las

ventajas competitivas provienen del bajo costo de los factores productivos, como la mano de obra y el acceso a recursos naturales. Las empresas producen “commodities” o productos relativamente simples; la tecnología es asimilada a través de importaciones, algo mediante inversión externa e imitación, y se observa una manufactura intensiva en mano de obra y orientada a la explotación de recursos naturales.

Como puede verse en el Cuadro 2, en Colombia el sector agrícola aún cuenta con una importante participación en el PIB, contrario a los países analizados, y la industria es explicada fundamentalmente por los sectores químico, de alimentos, bebidas y tabaco, manufacturas de la madera y el papel, y el sector textil y de confecciones (incluyendo manufacturas del cuero). La industria en Antioquia conserva la misma composición pero con un papel dominante de la industria textil y de confecciones. Esas actividades industriales para Antioquia representaron para el año 2000, cerca del 70% del valor agregado generado por la industria.

Sin embargo, en el Informe sobre el Desarrollo Industrial 2002-2003 de la ONUDI, Colombia ocupó el puesto número 52 entre 83, en lo relacionado con la participación de tecnología media y alta en el valor agregado. Unido a lo anteriormente dicho para Antioquia, esto ratifica el hecho de que la economía colombiana no ha logrado avances significativos en lo que tiene que ver con la introducción de un alto contenido tecnológico y de conocimiento a las diferentes actividades económicas.

**Cuadro 2**  
**Comparativo de la estructura productiva e industrial**

Actividad Económica	Irlanda	Israel	Corea del Sur		España	Colombia	Antioquia
	2000	2001	1970	2000	2000	2000	2000
	Porcentaje de participación						
Agricultura, ganadería, caza, selvicultura y pesca.	4,3	1,7	30,1	5,2	3,7	13,4	12,6
Explotación de minas y canteras	0,4		1,7	0,4	1,0	6,3	1,6
Manufactura	35,9	16,8	23,5	34,7	17,5	15,9	20,2
<i>Química, productos químicos</i>	35,4	14,9	15,6	23,3	9,0	24,6	13,5
<i>Equipo electrónico, eléctrico y óptico</i>	22,2	24,4	6,7	25,2	7,3	2,4	3,9
<i>Alimentos bebidas y tabaco</i>	18,3	16,7	28,6	10,9	14,5	33,1	21,4
<i>Madera y productos de madera, pulpa y productos de papel, publicidad e imprenta</i>	10,6	7,2	8,4	4,8	11,7	8,6	8,1
<i>Otros productos minerales no metálicos</i>	2,4	3,2	5,3	3,3	8,1	5,2	8,9
<i>Maquinaria y equipo, no clasificados</i>	2,3	4,1			6,9	1,4	1,8
<i>Metalurgia y productos metálicos</i>	2,1	10,1	2,6	12,1	13,1	6,0	5,6
<i>Manufactura no clasificada</i>	1,9	2,5	3,4	1,4	4,8	0,6	2,9
<i>Caucho y productos de plástico</i>	1,6	4,9			5,0	4,9	3,9
<i>Textiles y confecciones, cuero y productos de cuero</i>	1,3	5,2	20,4	4,2	7,6	9,9	26,3
<i>Equipo de transporte</i>	1,3	4,0	9,1	14,9	11,9	3,4	3,3
<i>Electricidad, gas y agua</i>	1,6	1,4	1,8	3,1	2,2	4,1	4,3
<i>Construcción</i>	3,7	5,3	5,7	8,9	8,4	3,8	5,6
<i>Comercio, reparación, restaurantes y hoteles</i>	42,2*	11,1	18,7	13,4	19,4	12,0	11,7
<i>Transporte y comunicaciones</i>		7,6	7,6	7,4	8,1	7,9	5,8
<i>Actividades financieras, inmobiliarias y de alquiler, servicios empresariales</i>		22,1	7,8	21,0	19,2	17,0	20,4
<i>Servicios sociales, comunales y personales</i>		35,6	3,1	5,8	20,6	24,5	17,8

\* Incluye transporte y comunicaciones; actividades financieras, inmobiliarias y de alquiler, y de servicios empresariales; Servicios sociales, comunales y personales.

Fuente: Rielan, Central Statistic Office; Korea National Statistical Office; Israel, Central Bureau of Statistics, España, Instituto Nacional de Estadística; Colombia, Departamento Administrativo Nacional de Estadísticas.

La demanda sofisticada de un mundo globalizado, y la necesidad de superar las limitaciones de un mercado interno, como fuente de crecimiento económico y de mejoras en la calidad de vida de los habitantes, ha hecho que las actividades científicas, de investigación y desarrollo se enfoquen hacia la conquista de mercados externos. De esta manera, Israel e Irlanda se han posicionado a nivel mundial en productos intensivos en conocimiento, o lo que es lo mismo, en capital humano, tales como el sector químico y el de equipos y componentes electrónicos, y el de software; además de aquellos intensivos en alta tecnología. España y Corea, también participan en esos mercados, aunque no al mismo nivel, pero además presentan ventaja competitiva en equipo de transporte, maquinaria no eléctrica, textiles, entre otros.

En Colombia en cambio, para el año 2001 según reportes de la DIAN, en la oferta exportadora predominan las actividades intensivas en recursos naturales, con una participación superior al 50% del total. Seguidas en orden de importancia por manufacturas básicas de plástico, textiles, cuero, metales, alimentos, y papel; y un porcentaje inferior para la industria pesada.

En Antioquia, más específicamente, las actividades con una mayor participación en las exportaciones industriales (que representaron un 75.1% del total) para el año 2000 en orden de importancia fueron: textiles y confecciones (31.36%), productos químicos y conexos (23%), máquinas y aparatos, material eléctrico y de transporte (22%), y cuero y manufacturas del cuero (5%).

La población económicamente activa de los países en cuestión, se agrupa de forma importante en las siguientes actividades: manufactura, construcción, comercio, actividades inmobiliarias y empresariales, y servicios sociales, comunales y personales (Cuadro 3). En el caso colombiano en general, y antioqueño en particular, existe un porcentaje alto (más del 20%) de la población ocupada en el sector agropecuario, caza y pesca. La manufactura y el comercio también tienen una de las mayores participaciones; caso contrario al de las actividades de servicios empresariales que presentan porcentajes bajos para Colombia y para Antioquia, mientras que en los otros países exhiben porcentajes considerables de participación en el empleo.

En Irlanda e Israel, el avance hacia actividades intensivas en conocimiento ha significado cambios consecuentes en la estructura del empleo: los sectores de mayor valor agregado en los cuales han incursionado, han provisto a la economía de mayores niveles de empleo. En Irlanda, entre 1989 y 1998, los sectores de alta tecnología, los más

innovadores, tales como el de software y computadores, equipo electrónico, equipo óptico y de precisión, y el químico fueron los que más empleo generaron en comparación con el resto de la industria manufacturera. Procesos similares se han dado en los otros países analizados, en los respectivos sectores innovadores para las economías particulares.

A nivel de la industria colombiana, la mayor concentración de personas empleadas, de acuerdo con la Encuesta Anual Manufacturera del año 2000, se encuentra en las actividades de: alimentos, textiles y confecciones, química, bebidas, y maquinaria no eléctrica, representando el 72.9% de las personas empleadas en la industria. En Antioquia, la situación es muy similar: de acuerdo con el Cuadro 4, el mayor porcentaje de la población ocupada en la industria lo hace en actividades dedicadas a la producción de bienes de consumo corriente; y además, como se puede observar, esto no ha variado en los últimos años.

En resumen de lo hasta aquí expuesto, puede decirse que una economía que se mueve entre los 9.000 y 16.000 dólares de ingreso presenta las siguientes características:

- Es una economía intensiva en alta tecnología y capital humano. Su estructura productiva es explicada principalmente por la industria manufacturera y el sector servicios, y cada una de las actividades realizadas dentro de estas poseen alto valor agregado. Predominan la industria química, la electrónica, la eléctrica, de equipos de óptica y precisión; y a la vez prevalecen manufacturas básicas que han sido altamente tecnificadas como la de alimentos, y de productos metálicos.
- La introducción de productos de mayor valor agregado se fundamenta principalmente en la demanda de mercados extranjeros; una fuerte orientación exportadora como estrategia de crecimiento y desarrollo económico. Esta economía presenta ventajas competitivas en bienes como: componentes y equipos electrónicos, productos químicos, maquinaria no eléctrica, y equipo de transporte, entre otros.
- La fuerza laboral altamente capacitada- se concentra en los sectores industrial y de servicios. Los mayores niveles de empleo al interior de la industria manufacturera, se generan en sectores de alta tecnología, en los más innovadores, entre los que se pueden mencionar: computadores, equipo electrónico, equipo óptico y de precisión, y el químico, entre otros.

### Cuadro 3 Comparativo de la estructura del empleo en los países

Actividad económica	Irlanda	Corea del Sur	España	Israel	Colombia	Antioquia
	2001	2000	2001	2001	2001	2000
Agricultura, caza y forestal	6,82	10,46	5,99	1,89 (1)	22,19 (1)	21,50 (1)
Pesca	0,18	0,40	0,41			
Explotación de minas y canteras	0,43	0,09	0,40		1,16	0,72
Manufactura	17,35	20,15	18,85	17,36 (2)	12,84	17,60
Suministro de electricidad, gas y agua	0,69	0,30	0,62	0,86	0,53	0,95
Construcción	10,50	7,51	11,60	5,14	3,89	3,99
Comercio al por mayor y al por menor, y reparación	14,43	18,07	16,03	13,20	25,67 (3)	19,39 (3)
Restaurantes y hoteles	6,10	9,14	6,09	4,26		
Transporte, distribución y telecomunicaciones	6,43	6,01	6,05	6,57	6,48	5,24
Intermediación financiera	4,00	3,46	246	3,29	5,11 (4)	3,53 (4)
Actividades inmobiliarias y empresariales	8,72	6,44	7,77	12,21		
Servicios sociales, comunales y personales	23,84	17,89	23,73	34,42	22,10	27,09
Administración pública y defensa, seguridad social obligatoria	4,68	3,58	6,32	5,58		
Educación	5,98	5,52	5,57	12,50		
Salud y trabajo social	8,31	1,96	5,35	9,91		
Otros servicios sociales, comunales y personales	4,44	5,92	3,86	4,75		
Hogares con personas empleadas	0,43	0,92	2,62	1,68		

Fuente: organización Internacional del Trabajo

Notas: (1) Incluido pesca; (2) Incluye explotación de minas y canteras; (3) Incluye restaurantes y hoteles; (4) Incluye actividades inmobiliarias y empresariales

Fuente: Organización Internacional del Trabajo -LABORSTAT-

### Cuadro 4 Antioquia. Composición del empleo en la industria, según destino económico

Destino Económico	Personal ocupado
1988 - 1991	
Total	100
Bienes de consumo corriente	64,62
Bienes de consumo intermedio	27,62
Bienes de capital y consumo durable	7,76
2000	
Total	100,00
Bienes de consumo corriente	65,71
Bienes de consumo intermedio	24,70
Bienes de capital y consumo durable	6,59

Fuente DANE  
Nota: El personal ocupado se refiere al permanente y7 temporal  
Tomado de: Informe de Coyuntura Económica. Antioquia. Sep. 2002

## ¿CUÁL PODRÍA SER LA ESTRUCTURA PRODUCTIVA DE UNA ANTIOQUIA CON 7.000 DÓLARES DE INGRESO PER CÁPITA?

A partir de un modelo dinámico de simulación de la economía colombiana y regional<sup>13</sup> para el año 2015, en el proyecto de COLOMBIA 9000.3<sup>14</sup> se demuestra que bajo el mismo modelo actual de producción, con los mismos productos y servicios no obstante el aumento moderado de las exportaciones y del consumo interno, además de incrementos poco significativos de la productividad-, sin capacidad de innovación, la economía colombiana no superará los 3000 dólares de ingreso per cápita, y el desempleo estaría por encima del 20%. Y la única manera posible de construir una sociedad con una mayor vinculación de la población a la generación de bienestar (por ejemplo con niveles de desempleo iguales o inferiores al 4%), y de altos ingresos per cápita (cerca de los US\$9000) es a partir de altas tasas de productividad sustentadas en crecientes niveles de innovación.

Similares conclusiones se deducen del modelo elaborado para Antioquia en el marco del mismo proyecto-. Partiendo de un crecimiento anual de las exportaciones del 6%, del 2.5% en la demanda interna, de 1% en la productividad, y sin desarrollo de capacidades innovativas en el tejido empresarial, para el año 2015 el desempleo en Antioquia superaría el 20%, y el ingreso per cápita solo alcanzaría 2600 dólares anuales.

De lo anterior se concluye que si la economía antioqueña sigue produciendo los mismos bienes que hoy produce, intensivos en mano de obra y capital, seguirá una tendencia inercial que perpetuará su subdesarrollo. El único camino viable para un crecimiento económico sostenible y una mayor vinculación de la población a la generación de bienestar, es la creación de nuevas capacidades sociales para la producción de bienes de mayor valor agregado, y para la innovación en nuevos productos intensivos en tecnología y conocimiento.

Un escenario deseable y posible (en un rango de 15 años) de una Antioquia con ingreso per cápita de US7000 y una tasa de desempleo del 4%, se lograría si simultáneamente se tuvieran crecimientos anuales de las exportaciones y de la demanda interna del 10% y 4.5% respectivamente, y tasas anuales de productividad del 4%; todo lo cual se sustentarían logrando tasas anuales de innovación del 5%.

Basado en el ejercicio de simulación dinámica y el análisis de los cuatro países, el Cuadro 5 presenta una posible estructura económica de Antioquia para el año 2015, como resultado de dinámicas virtuosas de crecimiento basadas en la innovación. De acuerdo con éste, para el 2015 la industria manufacturera participaría con un 27% del PIB, y en su estructura predominarían sectores intensivos en tecnología y conocimiento tales como: química y productos químicos, fibras, textiles y confecciones, equipo de transporte, alimentos, bebidas y tabaco, y equipo eléctrico, electrónico y óptico.

De igual manera, se presenta una posible estructura del empleo (Cuadro 6); en ésta los cambios más importantes estarían dados por la disminución sustancial de las personas empleadas en el agro, y su traslado hacia otras actividades, principalmente: industria manufacturera, construcción y actividades de servicios empresariales. Lo cual estaría expresando las mayores capacidades y habilidades adquiridas por la fuerza laboral a través del tiempo, como respuesta a una estrategia competitiva y de crecimiento, basada en la agregación de mayor valor a la producción a partir de la ciencia, la tecnología y la innovación.

13 En una primera fase se construyeron las simulaciones para las economías de: Antioquia, Caldas, Chocó, Quindío y Risaralda.  
14 Fundación ECSIM

**Cuadro 5**  
**Referente de la estructura económica en Antioquia al 2015**

Actividad Económica	2000		2015	
	%	Mill. US\$	%	Mill. US\$
<b>Agricultura, ganadería, caza, selvicultura y pesca</b>	12.6	1264.4	5.5	2502.5
<b>Explotación de minas y canteras</b>	1.6	161.6	1.0	455.0
<b>Manufactura</b>	20.2	2852.1	27.0	12285.0
<i>Química, productos químicos</i>	13.5	385.0	14.0	2457.0
<i>Equipo electrónico, eléctrico y óptico</i>	3.9	111.2	10.0	1474.2
<i>Alimentos, bebidas y tabaco</i>	21.4	610.3	11.0	1351.4
<i>Madera y productos de madera, Pulpa y productos de papel, publicidad e imprenta</i>	8.1	231.9	8.0	982.8
<i>Otros productos minerales no metálicos</i>	8.9	253.8	5.0	614.3
<i>Maquinaria y equipo, no clasificados</i>	1.8	51.3	6.0	737.1
<i>Metalurgia y productos metálicos</i>	5.6	159.7	11.0	1351.4
<i>Manufactura no clasificada</i>	2.9	82.7	3.0	368.6
<i>Caucho y productos de plástico</i>	3.9	111.2	6.0	737.1
<i>Textiles y confecciones, cuero y productos de cuero</i>	26.3	749.8	12.0	982.8
<i>Equipo de transporte</i>	3.3	94.1	14.0	1228.5
<b>Electricidad, gas y agua</b>	4.3	380.3	2.0	910.0
<b>Construcción</b>	5.6	190.1	6.5	2957.5
<b>Comercio, reparación, restaurantes y hoteles</b>	11.7	1207.4	13.0	5915.0
<b>Transporte y comunicaciones</b>	5.8	636.9	7.0	3185.0
<b>Actividades financieras, inmobiliarias y de alquiler, y servicios empresariales</b>	20.4	1616.1	20.0	9100.0
<b>Servicios sociales, comunales y personales</b>	17.8	874.6	18.0	8190.0

Fuente: Cálculos de los autores

**Cuadro 6**  
**Referente de la estructura del empleo en Antioquia al 2015**

Actividad económica	2002		2015	
	No. empleados	%	No. empleados	%
<b>Agricultura, caza, pesca, y forestal</b>	437307	19.9	234000	8.0
<b>Explotación de minas y canteras</b>	17073	0.8	11700	0.4
<b>Manufactura</b>	398972	18.1	702000	24.0
<b>Suministro de Electricidad, gas y agua</b>	18306	0.8	14625	0.5
<b>Construcción</b>	90601	4.1	234000	8.0
<b>Comercio, reparación, restaurantes y hoteles</b>	490947	22.3	702000	24.0
<b>Transporte, distribución y comunicaciones</b>	152839	6.9	190125	6.5
<b>Intermediación financiera, Actividades inmobiliarias y empresariales</b>	101333	4.6	292500	10.0
<b>Servicios sociales, comunales y personales</b>	492765	22.4	541125	18.5

Fuente: Cálculos de los autores

### III EL PROCESO DE CONSTRUCCIÓN DE AGENDA DE INNOVACIÓN Y DESARROLLO CIENTÍFICO Y TECNOLÓGICO EN FUNCIÓN DE UN MAYOR VALOR AGREGADO DE LA ECONOMÍA ANTIOQUEÑA.

#### ¿Hacia dónde debería dirigirse la economía y la sociedad antioqueña para el año 2015?

Cuando una sociedad se pregunta por su futuro, uno de los ejercicios necesarios para contestar dicho interrogante es revisar su pasado y presente, buscando identificar sus debilidades, potencialidades y proponer metas para lograr objetivos concretos que permitan construir un mejor futuro.

Otro ejercicio que es fundamental y se convierte en elemento crucial en la búsqueda de la respuesta, es la construcción de referentes que orienten las reflexiones, con elementos de contexto. Por ello, y como contribución a la búsqueda de una respuesta a la pregunta ¿Hacia dónde debería dirigirse la economía y la sociedad antioqueña para el año 2015?, el CTA y ECSIM dieron a conocer a amplios sectores de la sociedad antioqueña, particularmente a las comunidades empresarial y de ciencia y tecnología, los referentes de los dos capítulos anteriores. De procesos en países, muy similares al nuestro en desarrollo económico hace cuarenta años, que emprendieron deliberadamente la ruta de la creación permanente de nuevas capacidades, actividades y productos de la mano del mercado externo la productividad y la innovación, que además con sus estudios de futuro visualizan las nuevas tendencias de desarrollo tecnológico y de las actividades productivas asociadas. Incluyendo elementos todos ellos que permitan situar la reflexión regional en contextos de globalización y de perspectivas de punta.

Con estos elementos y el conocimiento práctico de nuestra realidad empresarial, se convocó un grupo de líderes de la sociedad antioqueña para que respondiesen a la pregunta: ¿cuáles podrían ser las actividades clave de futuro para Antioquia al 2015. La metodología de la consulta de las actividades clave de futuro ?.

#### La metodología de la consulta de las actividades clave de futuro

##### Pasos

1. Presentación de los referentes de países
2. Presentación del modelo Colombia 9000.3 y simulación de la economía antioqueña con la meta de

7.000 dólares de ingreso per cápita.

3. Encuesta Delphi a líderes de la sociedad antioqueña sobre actividades claves de futuro.
4. Identificación de potencialidades y capacidades en cada uno de los sectores recomendados en la encuesta Delphi.
5. Taller de priorización de actividades clave de futuro.

**Paso 1 y 2.** Los pasos uno y dos se basaron en los referentes de países ya comentados.

**Paso 3.** El método Delphi<sup>15</sup> tiene como finalidad poner de manifiesto convergencias de opinión y hacer emerger ciertos consensos en torno a temas precisos, mediante preguntas a expertos por medio de cuestionarios sucesivos.

El objetivo más frecuente de los estudios Delphi es el de aportar iluminación a los expertos sobre zonas de incertidumbre a fin de ayudar a la decisión.

El método consta de las siguientes fases:

##### **Fase 1: formulación del problema**

El cuestionamiento central que impulso el desarrollo de la Agenda de Innovación Científico Tecnológica fue: cuáles podrían ser las actividades clave de futuro para Antioquia al 2015

##### **Fase 2: elección de expertos**

La falta de independencia de los expertos puede constituir un inconveniente; por esta razón los expertos son aislados y sus opiniones son recogidas por vía postal o correo electrónico y de forma anónima; así se obtiene la opinión real de cada experto y no la opinión más o menos falseada por un proceso de grupo (eliminación de líderes). Para la construcción de la Agenda, 200 personas tuvieron la oportunidad de participar en esta encuesta.

##### **Fase 3: desarrollo práctico y explotación de resultados**

El cuestionario es enviado a cada uno de los expertos. Naturalmente el cuestionario va acompañado por una nota de presentación que precisa las finalidades, el espíritu del Delphi, así como las condiciones prácticas del desarrollo

15 La Caja de Herramientas de la Prospectiva Estratégica. Michel Godet. Abril 2000.

de la encuesta (plazo de respuesta, garantía de anonimato).

Cumpliendo entonces con la fase 3 del método Delphi, se envió el cuestionario a los expertos seleccionados y se dio inicio al proceso. En dicho cuestionario se pusieron a consideración 30 actividades productivas, fruto de los referentes internacionales y la actual estructura productiva antioqueña, para que ellas fueran calificadas por cada encuestado, dándole la oportunidad de seleccionar 5 como las actividades que consideraba las más promisorias para el futuro de la Región. Los criterios que debían tenerse en cuenta para la selección, fueron los siguientes:

- Actividad que demanda ciencia y tecnología
- Actividad con capacidad de generar empleo
- Actividad con capacidad exportadora
- Actividad con capacidad de generación de bienes de mayor valor agregado
- Actividad con capacidad de integración de sectores

Los resultados de la encuesta permitieron ordenar las 30 actividades según mayor ponderación de los criterios, así:

- Agroindustrias e industrias de alimentos
- Salud y ciencias de la vida
- Industrias biotecnológicas
- Servicios de ingeniería y consultaría
- Industria de software
- Confección
- Equipos y tecnologías de comunicación y electrónica
- Silvicultura y forestal
- Construcción de vivienda
- Infraestructura
- Energía
- Medio ambiente
- Servicios públicos de electricidad, gas y agua
- Ciencias sociales, humanas y educación
- Explotación agrícola
- Telecomunicaciones
- Turismo

- Logística y distribución
- Maquinaria y Equipo
- Comercio
- Industria Farmacéutica
- Servicios financieros
- Seguridad
- Minería y su valor agregado
- Transporte
- Industria Química
- Explotación pecuaria
- Instrumental industrial y científico
- Partes y equipos de transporte.

**Paso 4.** Taller de priorización con expertos para construcción de primera propuesta de la Agenda de Innovación y Desarrollo Tecnológico para Medellín y Antioquia

El objetivo de este taller fue priorizar las actividades identificadas en la primera indagación, con criterios adicionales y discusiones directas (no simplemente encuestas anónimas) de los líderes y expertos. Asistieron representantes del sector productivo, gubernamental, cámaras de comercio, centros de desarrollo tecnológico y academia.

Para el diseño del taller se tomó como referencia los resultados de la indagación anterior, se facilitó a los asistentes el análisis de las capacidades regionales existentes en cada una de las 30 actividades económicas. Todo quedó representado en gráficas comparativas de radares (ver gráfico siguiente), que califican potencialidades y capacidades, a partir de competencias en ciencia y tecnología (grupos de investigación de Antioquia), programas nacionales de ciencia y tecnología, sistemas colectivos de creación de valor (cluster, agrupamiento industriales, acuerdos de competitividad, etc.), centros de desarrollo tecnológico especializados en el respectivo sector, y existencia de estudios de futuro o de direccionamiento estratégico existentes en cada sector.

16 El gráfico de radar compara los valores agregados de determinada cantidad de series de datos. En estos se presenta información de distintas categorías, cada una de las cuales tiene su propio eje de valores con epicentro en el punto central. Las líneas conectan todos los valores de la misma categoría.